

1. ПОСАДОЧНЫЙ РАДИОЛОКАТОР ПРЛ-6М2

1.1. Основные сведения о ПРЛ-6М2

ПРЛ-6М2 предназначен для измерения отклонений заходящего на посадку самолета от заданной линии планирования (ЗЛП) по курсу (в горизонтальной плоскости) и по глиссаде (по углу места в вертикальной плоскости), а также для измерения дальности до самолета от расчетной точки посадки (РТП).

В соответствии с предназначением ПРЛ-6М2 позволяет группе руководства полётами (ГРП) решать следующие задачи радиолокационного обеспечения полетов:

1) осуществлять контроль за полетом самолета относительно ЗЛП в секторе по курсу 35^0 ($-17,5^0 \dots +17,5^0$) и по глиссаде 9^0 ($-1^0 \dots +8^0$);

2) управлять (корректировать полет) воздушными судами при их последовательном заходе на посадку до высоты принятия решения ($H=120$ м), подавая команды управления по радиостанции (ручной режим управления, рис.1.1 [1-4]);

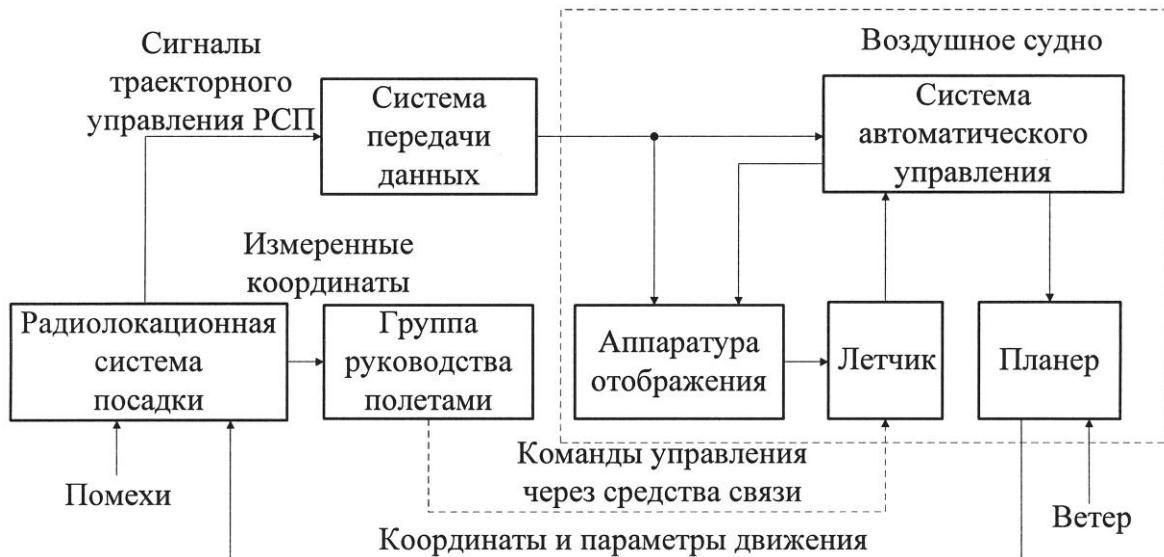


Рис. 1.1. Структурная схема контура управления воздушным судном

3) осуществлять индивидуальное опознавание самолета по вторичному каналу радиолокатора;

4) получать информацию о состоянии бортового оборудования при приеме ответных сигналов режима БЕДСТВИЕ самолетного ответчика (при неполадках в бортовом оборудовании).

Таким образом, из вышеперечисленных решаемых задач следует, что в первую очередь ПРЛ должен обеспечивать ГРП информацией о трех координатах воздушного судна (летательного аппарата): дальности, азимуте (курсе) и угле места (глиссаде). В простейшем случае такую информацию можно получить с помощью двух независимых двухкоординатных РЛС, антенны которых сканируют соответственно в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Однако для более целесообразного использования аппаратуры, удобства компоновки и по экономическим соображениям ПРЛ-6М2 построен по последовательно-параллельному принципу (рис.1.2).



Рис. 1.2. Последовательно-параллельный принцип построения ПРЛ-6М2

В соответствии с этим принципом два отдельных параллельных канала – курсовой и глиссадный – имеют много общих объединенных элементов (передатчик, приемник, аппаратура обработки сигналов), которые последовательно работают то на курсовой, то на глиссадный канал. Поочередное переключение производится с помощью коммутаторов К1 и К2. На экран совмещенного индикатора курса и глиссады (ИКГ) информация выводится последовательно с периодом переключения не более 1 с. Непрерывность наблюдения за целью обеспечивается за счет большого послесвечения люминофора совмещенного ИКГ (рис.1.3).

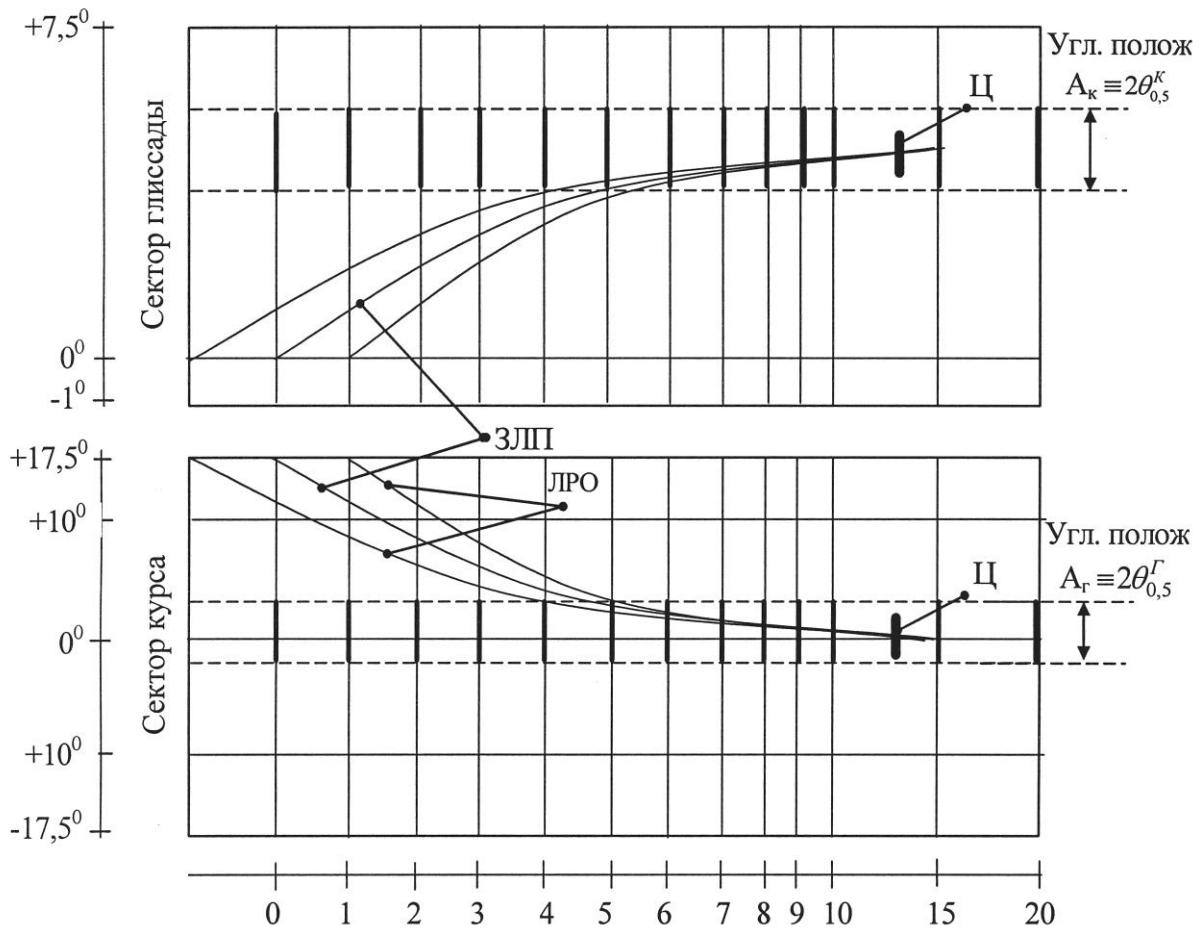


Рис. 1.3. Вид развертки на ИКГ

В зоне посадки ПРЛ-6М2 обеспечивает ГРП (руководителя ближней зоны (РБЗ) и руководителя зоны посадки (РЗП)) информацией для решения задачи только ручного управления воздушным судном. Радиолокатор ПРЛ-6М2 может быть использован как автономное средство обеспечения посадки или как средство контроля за посадкой летательных аппаратов (ЛА) на аэродромах, оборудованных инструментальными системами посадки. В настоящее время радиолокатор ПРЛ-6М2 используется в основном как средство контроля за посадкой ЛА. Это обусловлено низкой точностью ручного управления ЛА на заключительном этапе полета, причинами которой являются низкая точность измерения отклонений ЛА от ЗЛП (амплитудный метод максимума измерения курса и глиссады), низкий темп обновления информации для управления ЛА, большие ошибки, вносимые операторами управления [2].

ПРЛ может функционировать в следующих режимах: пассивном (ПАСС), селекции движущихся целей (СДЦ), совмешённом (ПАСС+СДЦ), активном (АКТ). Как и в ДРЛ-6М2, режим ПАСС используется в тех случаях, когда отношение сигнал/(шум+помеха) существенно больше единицы (в простых метеоусловиях, без помех, ЭПО цели $\sigma_{ц} >> 1 \text{ м}^2$), режим СДЦ – при отношении сигнал/(шум+помеха) меньше единицы (при наблюдении цели на фоне мощных пассивных помех: метеообразования, дипольные отражатели, земная поверхность, местные предметы и т.п.). Совмещенный режим является основным режимом работы ПРЛ при управлении воздушными судами при заходе на посадку, начиная примерно с дальности 20 км и до точки принятия решения (ближнего привода). При малой высоте полета ЛА (при нахождении самолета на удалении до 8...10 км от ПРЛ) отраженные сигналы подвергаются обработке по алгоритму когерентной пачки, как в режиме СДЦ, на больших дальностях – по алгоритму некогерентной пачки, как в режиме ПАСС. Режим АКТ используется при посадке ЛА с малой ЭПО ($\sigma_{ц} < 1 \text{ м}^2$), а также для получения с ЛА служебной информации в виде ответных сигналов «Посадка (ПОС)», «Опознавание (ОП)», «Бедствие (БД)», «Шасси выпущено (ШВ)».

С целью повышения надежности ПРЛ-6М2 выполнен в двухкомплектном исполнении. Метод подавления ложных ответных сигналов в активном режиме – по каналу запроса, то есть в самолетном ответчике. Радиолокатор имеет следующие тактико-технические характеристики [5].

Тактические характеристики ПРЛ-6М2

Зона обнаружения ПРЛ-6М2 обеспечивает обнаружение и определение координат летательных аппаратов с ЭПО $\sigma_{ЛA} = 15 \text{ м}^2$, которое находится в пространстве, ограниченном сектором по азимуту (курсу) $\Phi_{АЗ(К)} = 35^\circ (\pm 17,5^\circ)$ и по углу места (глиссаде) $\Phi_{УМ(Г)} = 9^\circ (-1\dots+8)^\circ$ на дальности:

$D_{МАКС} \geq 20 \text{ км}$ в ПАСС режиме работы;

$D_{МАКС} \leq 20 \text{ км}$ в режиме СДЦ;

$D_{\text{МАКС}} \geq 40$ км в АКТ режиме работы.

Разрешающая способность:

по дальности – $\delta D = 200$ м;

по угловым координатам – $\delta \varphi_K = 1,75^\circ$, $\delta \varphi_\Gamma = 1,25^\circ$.

Точность измерения координат ЛА:

по дальности – $\sigma_D = 200$ м;

по угловым координатам – $\sigma_{\varphi_K} = 24'$, $\sigma_{\varphi_\Gamma} = 15'$.

Темп обновления информации $T_{\text{ОИ}} \leq 1$ с.

Технические характеристики ПРЛ-6М2

Импульсная мощность передатчика – $P_I = 80$ кВт.

Чувствительность приемника:

$P_{\text{ПРМ}_{\text{МИН}}} \geq -120$ дБ/Вт в режиме ПАСС и СДЦ;

$P_{\text{ПРМ}_{\text{МИН}}} \geq -112$ дБ/Вт в режиме АКТ.

Длительность импульса:

$\tau_I = 0,45$ мкс в режиме ПАСС и СДЦ;

два импульса с $\tau_I = 0,45$ мкс в режиме АКТ без подавления и
три импульса в режиме АКТ с подавлением с $\tau_I = 0,9$ и $2 \times 0,45$ мкс.

Период повторения импульсов:

$T_I = 458$ мкс в режиме ПАСС;

$T_I = 416/500$ мкс в режиме СДЦ;

$T_I = 916$ мкс в режиме АКТ.

Длина волны – $\lambda = 3,2$ см (в диапазоне частот 9170...9570 МГц –
6 волн через 80 МГц).

Масштаб индикаторного устройства – М20 км, М40 км.

Дальность радиосвязи с ЛА, летящим на высоте $H = 1000$ м, –
 $D_{P/CB} \geq 60$ км.

1.2. Структурная схема, состав и размещение блоков ПРЛ-6М2

Структурная схема посадочного радиолокатора ПРЛ-6М2 представлена на рис.1.4. В состав ПРЛ-6М2 входят следующие основные функционально связанные устройства (рис.1.4, 1.5, 1.6):

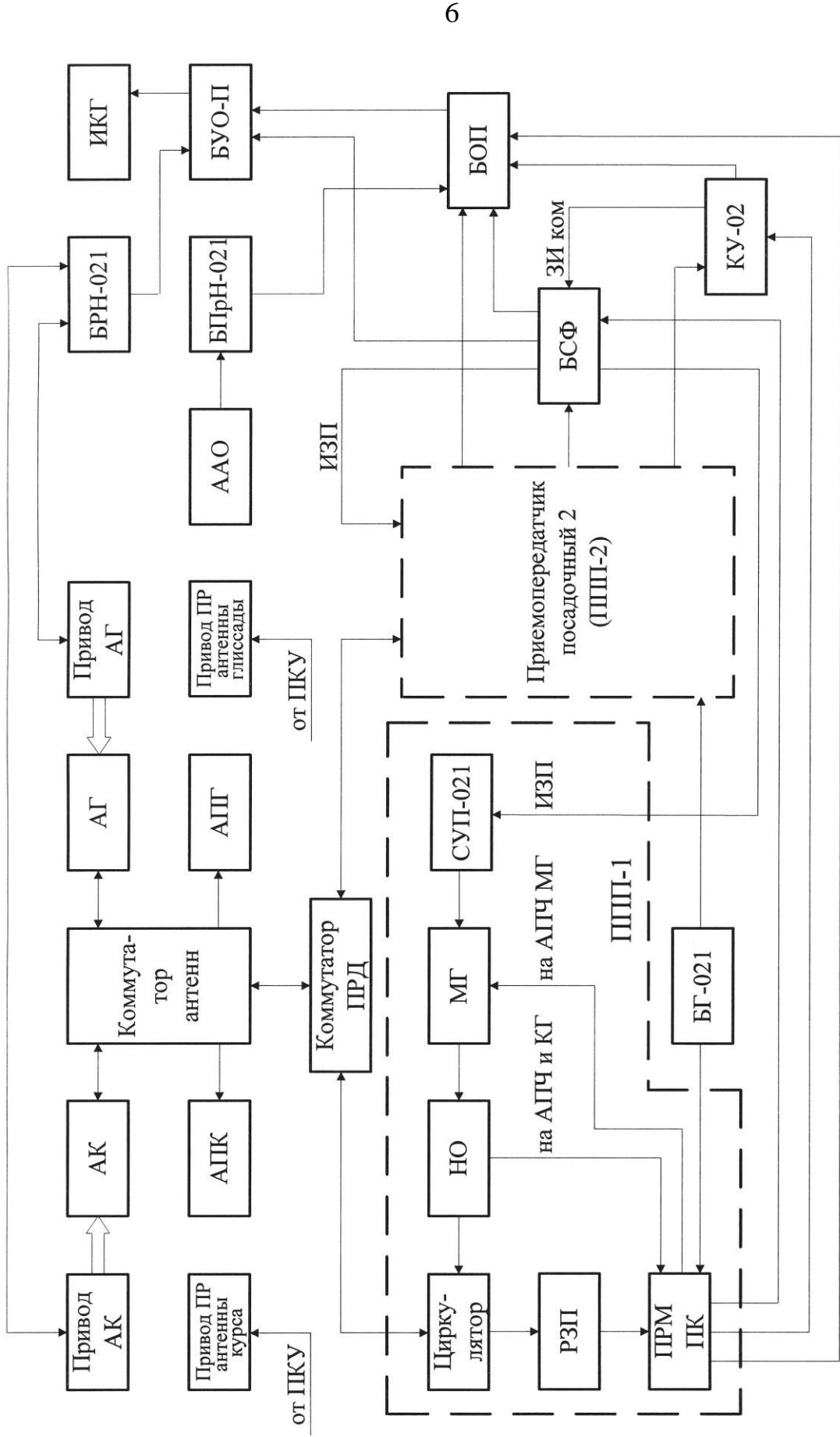


Рис. 1.4. Структурная схема ПРЛ-6М2

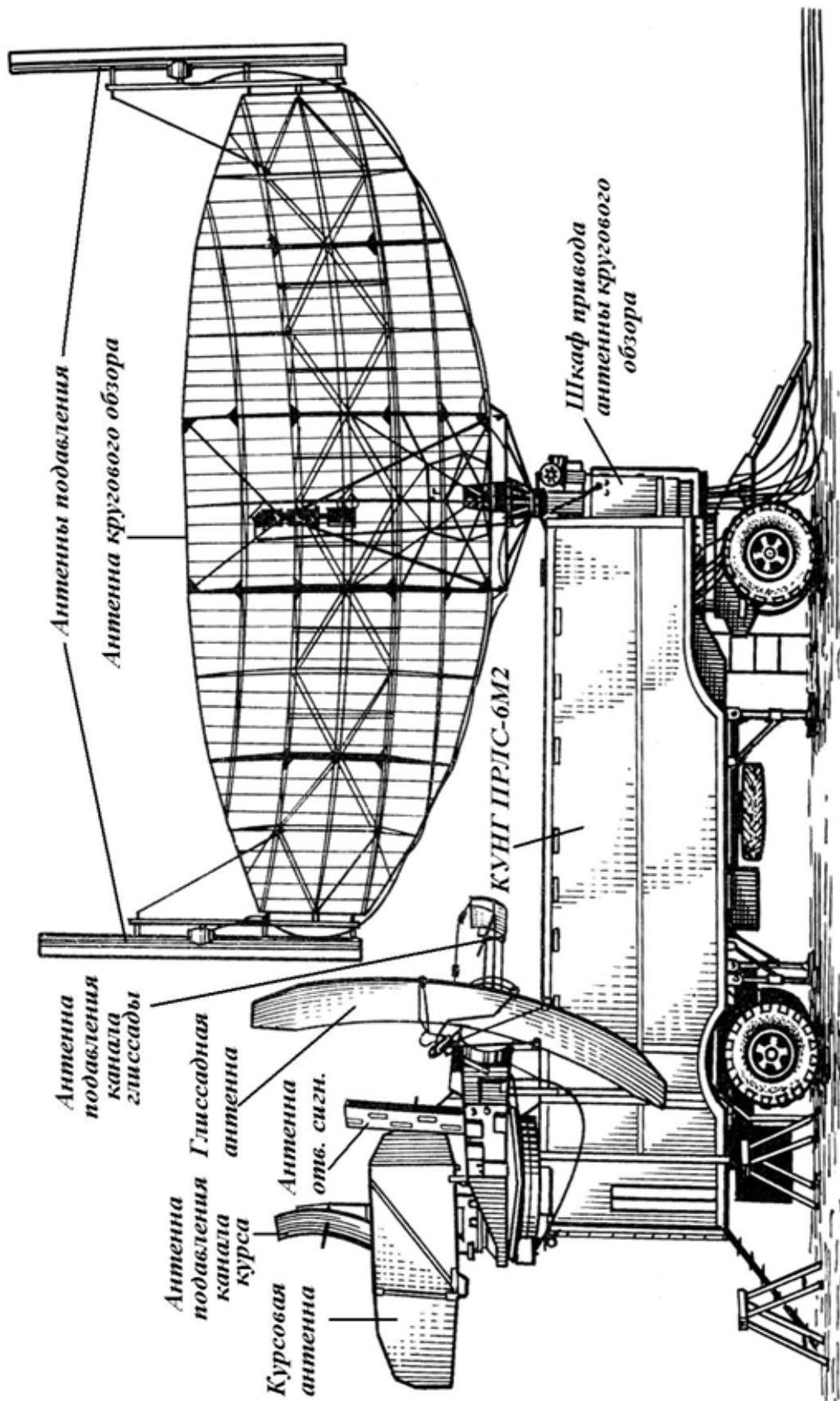


Рис. 1.5. Кунг с ПРДС-6М2 на позиции

ССФ-02	СКУ-02		СУП-022		СУП-022	СПр-02	СПр-02	СГ-02
БП-127	БЧВ-021	СП-02	БПрН-021	СП-02	БП-135	УВЧ	УВЧ	
БОП	БЧК-021		БУВ-021		БУВ-021	БПр-021	БПр-021	БГ-021
БСФ	БУ-021		БПМ-021		БПМ-021	БПАПЧ	БПАПЧ	БГ-021
БАК	БКИ-021		БВМ-021		БВМ-021	БФ-02	БФ-02	БРН-021

Рис. 1.6. Размещение блоков ПРЛ-6М2 в стойке ПРЛ

- антенная система канала глиссады – А_Г, А_{ПГ};
- антенная система канала курса – А_К, А_{ПК};
- антenna приема активного ответа – ААО;
- приемопередатчик обзора – ППП-1;
- приемопередатчик подавления – ППП-2;
- коммутатор антенн – КА;
- коммутатор передатчиков – КП;
- стойка синхронизации и формирования (ССФ-02), в состав которой входят: блок питания (БП-127); блок очистки от помех (БОП); блок синхронизации и формирования (БСФ); блок автоматического контроля (БАК);
- стойка компенсирующего устройства с аппаратурой КУ-02 (СКУ-02), включающая: блок череспериодного вычитания (БЧВ-021); блок череспериодной компенсации (БЧК-021); блок усреднения (БУ-021); блок компенсатора импульсный (БКИ-021);
- две стойки управления передатчиком, которая состоит из: наземного приемника активного канала (БПрН-021); блока управления выпрямителем (БУВ-021); блока подмодулятора (БПМ-021); блок выпрямителя модулятора (БВМ-021);
- две стойки приемников (СПр-02), содержащая: усилитель высокой частоты (УВЧ); блок приемника пассивного канала (БПр-021); блок питания и автоматической подстройки частоты

- (БП-АПЧ); блок фазовый (БФ-02);
- две стойки питания (СП-02);
 - стойка гетеродинов (СГ-02), включающая 2 блока гетеродинов (БГ-021) и блок развертывающих напряжений (БРН-021);
 - пульт контроля и управления (ПКУ), на котором расположены (рис.1.7):
 - индикатор курса и глиссады;
 - блок управления отображением (БУО-П);
 - блок технического управления (БТУ);
 - пульт оперативного управления антеннами (ПОУА);
 - пульт оперативного управления поляризационными решетками (ПОУ-П);
 - пульт управления фотoreгистрирующим устройством ПАУ-476 (ПУ ПАУ);
 - пульт управления радиосвязью.



Рис. 1.7. Блоки и пульты ПРЛ-6М2 в ПКУ

1.3. Аппаратура управления ПРЛ-6М2

В составе ПРЛ-6М2, как и в ДРЛ-6М2, имеются органы управления, позволяющие изменять функциональное состояние (режим работы) как всей РЛС, так и её отдельных каналов и блоков. Эти органы, как правило, располагаются непосредственно на лицевых панелях блоков. Управление режимами работы ПРЛ-6М2 осуществляется с БТУ (рис.1.7). Управление каждым передатчиком выполняется как с БТУ, так и БУВ-021; приёмниками первичного канала – с БПр-021; приёмником вторичного канала – с БПрН-021; аппаратурой отображения – с использованием органов управления на БУО-П, ИКГ; антеннами – с БТУ, ПОУ-П, ПОУА; КУ-02 – переключателями в блоках КУ-02 и т.д.

Контрольные вопросы к главе 1

1. Назовите основные ТТХ посадочного радиолокатора.
2. В каких режимах работает ПРЛ? В какой тактической ситуации используются эти режимы?
3. Какой режим управления ЛА используется в ПРЛ?
4. Какие блоки включает ПРЛ?
5. Поясните назначение отдельных элементов развертки на индикаторе курса и глиссады.
6. Каким образом организуется управление ПРЛ?

2. АНТЕННО-ВОЛНОВОДНОЕ УСТРОЙСТВО ПРЛ-6М2

2.1. Основные сведения об АВУ

Антенно-волноводное устройство (АВУ) ПРЛ-6М2 предназначено для излучения мощных и приема отраженных радиоимпульсов по каналам курса (К) и глиссады (Г), а также приема сигналов самолетного ответчика.

Прием и излучение сигналов по К и Г осуществляются в сантиметровом диапазоне волн, что позволяет получить узкие диаграммы направленности антенн по сравнению с диспетчер-

ским радиолокатором ДРЛ-6М2.

Благодаря узким диаграммам направленности обеспечивается хорошая разрешающая способность по угловым координатам и достигается высокая точность измерения К и Г. При этом вместо фидерных линий передачи (как в ДРЛ-6М2) используются волноводы прямоугольного сечения (волна H_{10}), а для построения вращающихся и качающихся переходов – волноводы круглого сечения (волна E_{01}).

Ширина диаграмм направленности антенн К и Г равна:

антенна курса –

$$\text{горизонтальная плоскость} \quad - \quad 2\Theta_{0.5\kappa}^{\Gamma} = 0,7^0;$$

$$\text{вертикальная плоскость} \quad - \quad 2\Theta_{0.5\kappa}^B = 3,0^0;$$

антенна глиссады –

$$\text{горизонтальная плоскость} \quad - \quad 2\Theta_{0.5\Gamma}^{\Gamma} = 4,0^0;$$

$$\text{вертикальная плоскость} \quad - \quad 2\Theta_{0.5\Gamma}^B = 0,5^0;$$

$$\text{антенна подавления канала курса} \quad - \quad 2\Theta_{0.5\text{пк}}^{\Gamma} = 5,0^0;$$

$$\text{антенна подавления канала глиссады} \quad - \quad 2\Theta_{0.5\text{пг}}^B = 3,5^0;$$

антенна приема активного ответа –

$$\text{горизонтальная плоскость} \quad - \quad 2\Theta_{0.5o}^{\Gamma} = (75 \dots 80)^0;$$

$$\text{вертикальная плоскость} \quad - \quad 2\Theta_{0.5o}^B = 19^0.$$

Скорость качания антенн – 30 качаний в минуту.

Конструктивно антенны основного канала по курсу и глиссаде представляют собой зеркальные антенны. Между каналами К и Г используется поляризационная развязка: в A_K – поляризация вертикальная; в A_G – горизонтальная. Перед раскрытием рупора устанавливается поляризационная решетка, предназначенная для преобразования электромагнитного поля с линейной поляризацией в поле с круговой или, преимущественно, с эллиптической поляризацией. Такое преобразование электромагнитной волны необходимо для решения задачи борьбы с отражениями от гидрометеоров.

Конструкция антенн подавления аналогична конструкции антенн основного канала. Они представляют собой зеркальные антенны меньших размеров.

Антenna приема активного ответа представляет собой волноводно-щелевую antennу решетку, состоящую из вертикального

ряда 5 продольных щелей, прорезанных в широкой стенке прямоугольного волновода.

Структурная схема антенно-волноводной системы (АВС) ПРЛ-6М2 приведена на рис.2.1. На схеме обозначены:

АК, АПК – антенны основного канала и канала подавления курса;

АГ, АПГ – антенны основного канала и канала подавления глиссады;

КС – качающееся сочленение;

ВП – вращающийся переход;

ЭА – эквивалент антенны;

НО – направленный ответвитель;

Ц – циркулятор;

КА – коммутатор антенн;

КП – коммутатор передатчиков;

АО – антенна приема активного ответа;

РЗП – разрядник защиты приемника.

2.2. Антенны и элементы СВЧ АВУ, их конструкция

Антенны канала глиссады

Антенны канала глиссады включают основную антенну глиссады и антенну подавления (рис.2.2).

Антenna глиссады относится к зеркальному типу и состоит из облучателя и металлического отражателя (зеркала). В качестве зеркала используется несимметричная вырезка параболоида вращения с фокусным расстоянием 1,32 м. Вертикальный размер зеркала составляет 5 м, горизонтальный – 0,5 м. Облучатель антенны глиссады – двухрупорный. Он состоит из двух одинаковых рупоров, питаемых из общего прямоугольного волновода. Перед раскрытием облучателя установлена поляризационная решетка, предназначенная для преобразования электромагнитного поля с линейной поляризацией в поле с круговой или эллиптической поляризацией для подавления пассивных помех, создаваемых метеорологическими образованиями в атмосфере.

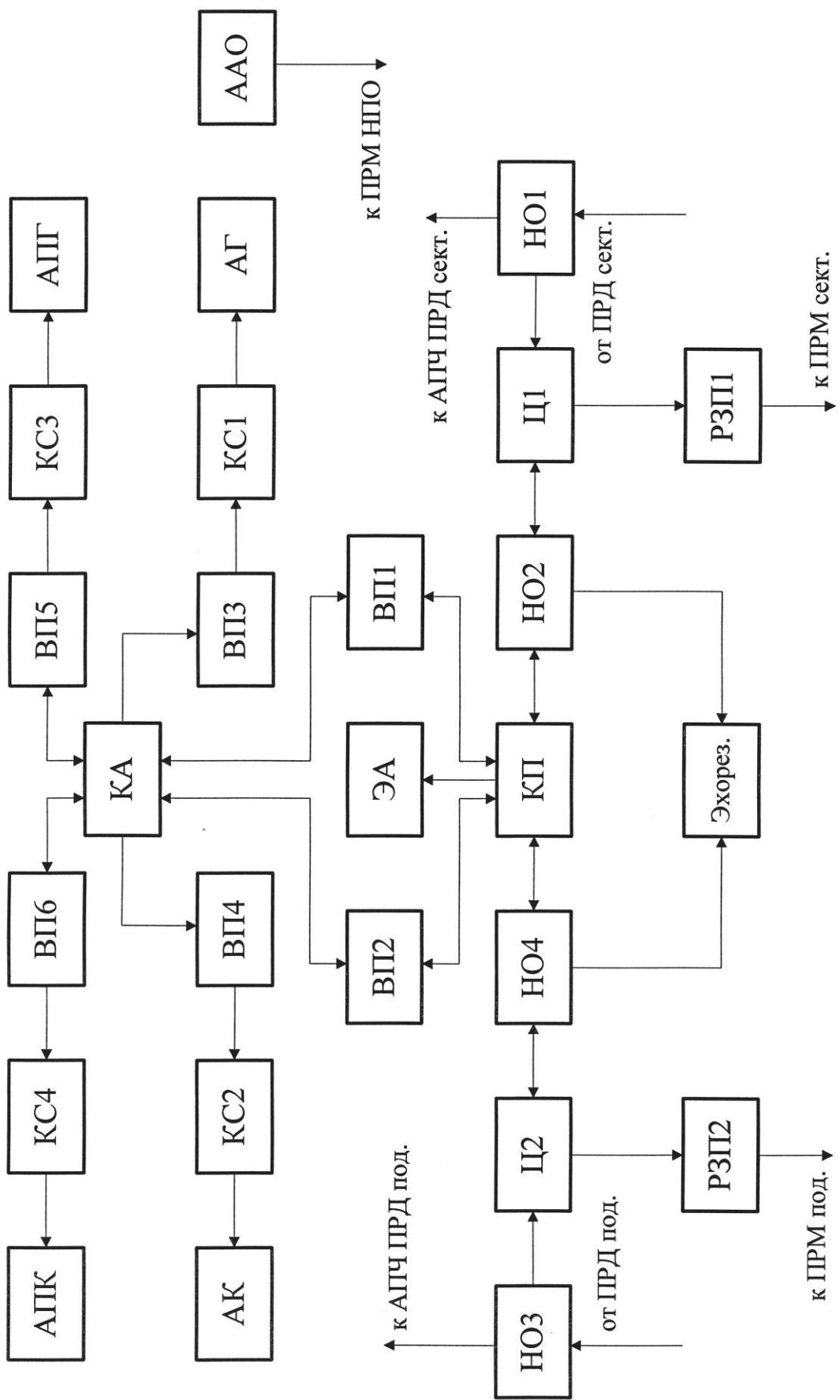


Рис. 2.1. Структурная схема АВС



Рис. 2.2. Антенны канала глиссады

Поляризационная решетка позволяет улучшить отношение мощности сигнала от цели к сигналу от метеообразований на 8...25 дБ (рис.2.3). Величина 8 дБ соответствует таким осадкам, как, например, мокрый снег. Улучшение на 25 дБ возможно, когда дождевые капли по форме близки к сферическим, а отражениями от земной поверхности можно пренебречь. В основу подавления положен принцип, заключающийся в следующем: излучаемое антенной электромагнитное поле круговой или эллиптической поляризации после отражения не будет пропущено поляризационной решеткой в волноводный тракт, если направление вращения векторов электрических полей излучаемой и отраженной волн будет противоположным. Это имеет место при отражении от метеообразований, представляющих собой мелкие частицы сферической формы. При отражении от самолета (в силу сложности его конфигурации) данный эффект выражен слабо, однако полезный сигнал ослабляется на 6...8 дБ. Поэтому в отсутствии метеообразований следует пользоваться линейной поляризацией (угол поворота решетки 0^0). Конструктивно поляри-

зационная решетка представляет собой ряд параллельных пластин, заключенных в обойму, которая соединяется с электроприводом вращения решетки, входящим в блок облучателя. Управление вращением решетки дистанционное с панели оперативного управления приводом антенн (ПОУ-П). Поворот осуществляется от 0^0 до 60^0 . При этом поляризация меняется от линейной через эллиптическую к круговой (в положении 45^0) и вновь в эллиптическую. В общем случае оператор, наблюдая за радиолокационной обстановкой на ИКГ, устанавливает такой угол поворота решетки, при котором интенсивность помеховых засветок будет минимальной.

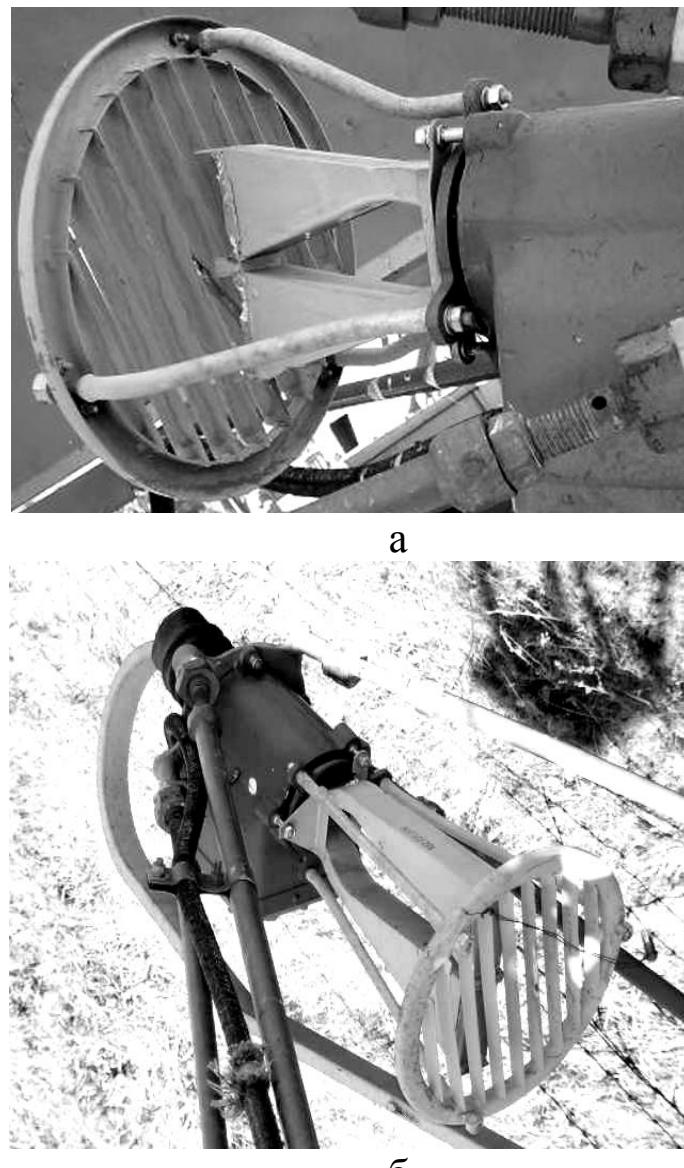


Рис. 2.3. Поляризационная решетка с двухрупорным облучателем

Антенна подавления глиссады предназначена для направленного излучения в пространство мощных одиночных СВЧ импульсов подавления ($\tau_i = 0,9$ мкс). Антенна представляет собой систему, состоящую из облучателя и зеркала. В качестве зеркала используется несимметричная вырезка параболоида вращения с фокусным расстоянием 0,35 м. Вертикальный размер зеркала составляет 0,4 м, горизонтальный – 0,5 м. По центру зеркала установлена горизонтально металлическая пластина шириной 70 мм, предназначенная для расширения диаграммы направленности антенны по углу места. В качестве облучателя используется пирамидальный рупор.

Антенны канала курса

Антенны канала курса включают основную антенну курса и антенну подавления (рис.2.4). В качестве зеркала основной антенны курса используется несимметричная вырезка параболоида вращения с фокусным расстоянием 1,05 м. Вертикальный размер зеркала составляет 1,1 м, горизонтальный – 3,5 м. Двухрупорный облучатель антенны курса аналогичен облучателю антенны глиссады, с той лишь разницей, что деление мощности между рупорами осуществляется в отношении 5:1, при этом большая часть мощности подводится к верхнему рупору.

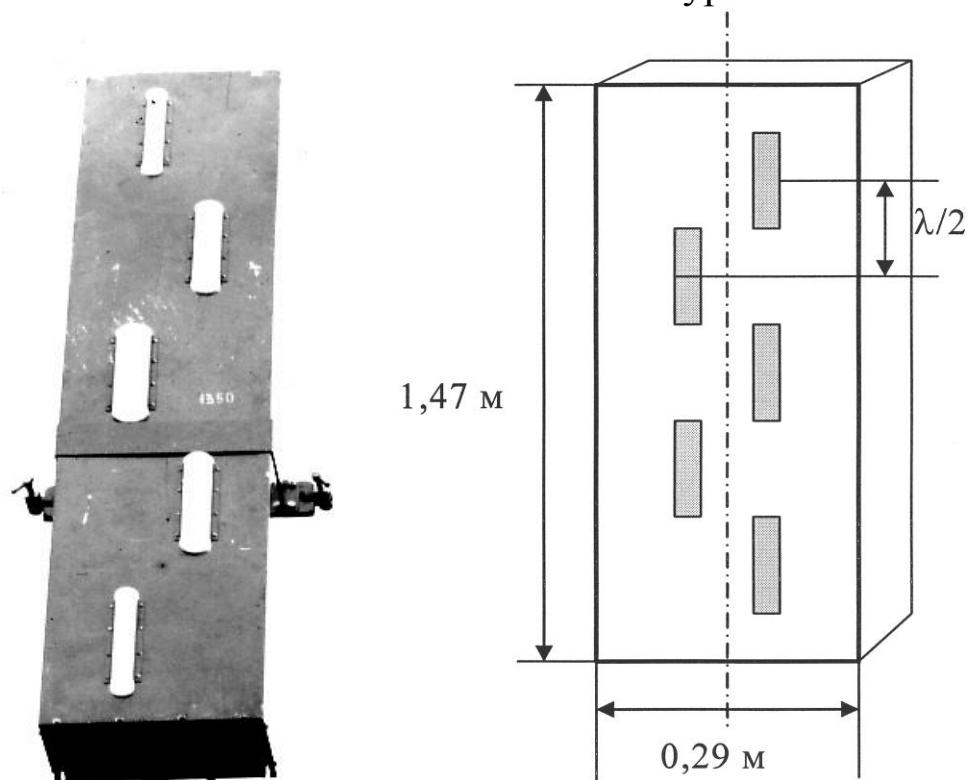
Антенна подавления курса аналогична антенне подавления глиссады. Вертикальный размер зеркала составляет 1,1 м, горизонтальный – 0,4 м. Фокусное расстояние – 0,35 м. Облучатель – рупорный.

Антenna приема ответных сигналов

Антenna приема ответных сигналов предназначена для приема ответных сигналов самолетного ответчика. Она представляет собой щелевую antennную решетку (ЩАР), выполненную из отрезка прямоугольного волновода (рис.2.5). Щели располагаются относительно друг друга на расстоянии, равном половине длины волны в волноводе. Для того чтобы все щели возбуждались синфазно, они прорезаны симметрично слева и справа относительно средней линии широкой стенки волновода. Торцы волно-



Рис. 2.4. Антенные каналы курса



а) внешний вид

б) схема антенны

Рис. 2.5. Антenna приема ответных сигналов

вода наглухо закрыты металлическими стенками. Антenna возбуждается в центре с помощью штыря, выведенного в середину задней широкой стенки волновода.

Коммутатор антенн

Коммутатор антенн предназначен для поочередного подключения курсовой и глиссадной антенн к приемопередатчику секторного обзора и антенне подавления – к приемопередатчику подавления.

Коммутатор состоит (рис. 2.6) из двух Н-тройников 1, четырех прямых отрезков волноводов 2 и двух заслонок 3 и 4 с прорезями. К средним плечам тройников 1 подходят волноводные тракты от передатчиков секторного обзора и подавления. Волноводные тракты курсовых и глиссадных антенн присоединены к соответствующим боковым плечам коммутатора.

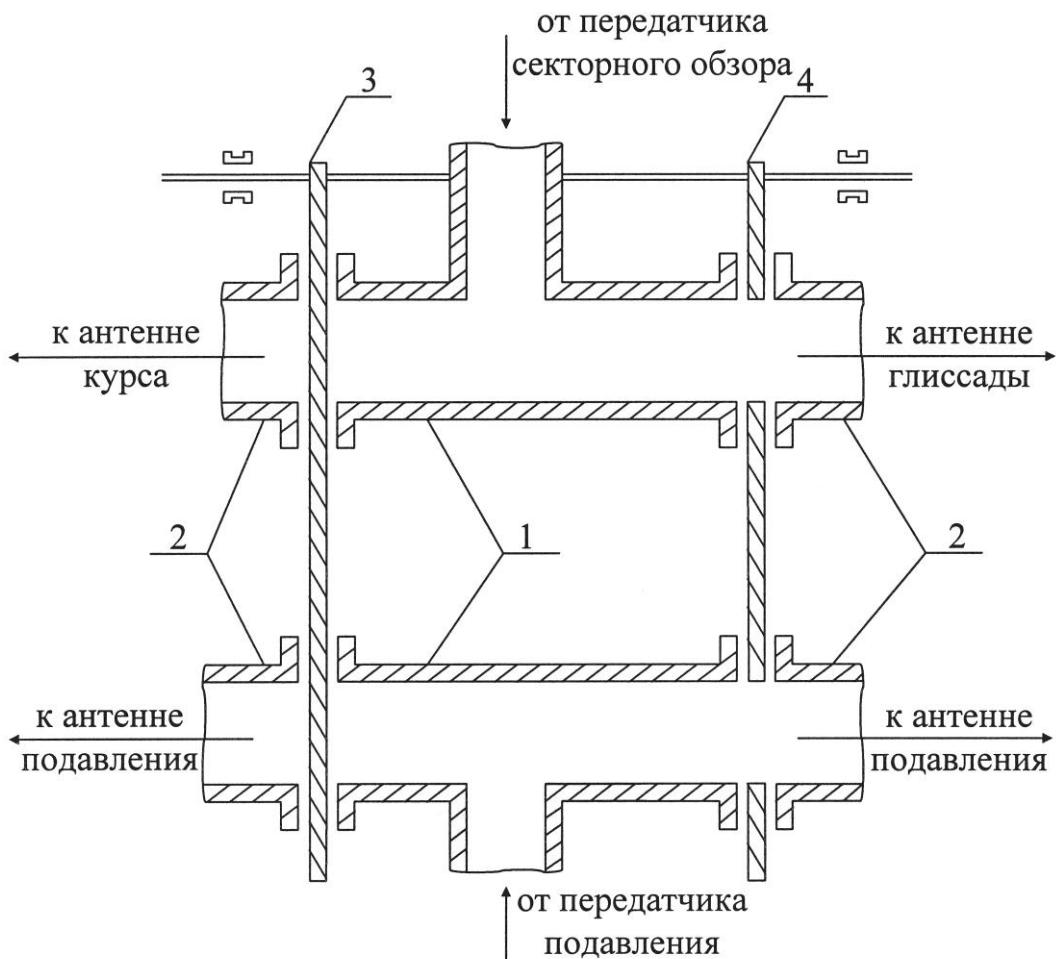


Рис. 2.6. Коммутатор антенн

Коммутация осуществляется с помощью заслонок 3 и 4. При работе курсового блока антенн заслонка 4 перекрывает каналы волноводных трактов глиссадного блока. При работе глиссадного блока антенн заслонка 3 перекрывает каналы волноводных трактов курсовых антенн. Обе заслонки закреплены на общей оси, которые с помощью конических шестерен сочленяются с валом привода антенн, благодаря чему осуществляется необходимая коммутация волноводных трактов антенн синхронно с движением антенн. Все элементы коммутатора расположены в корпусе блока привода антенн (в антенной балке). Для устранения искрения в момент коммутации и утечки СВЧ энергии в местах перекрытий каналов заслонками в волноводных фланцах предусмотрены специальные дроссельные канавки.

Переключатель передатчиков

Переключатель передатчиков предназначен для подключения передатчика подавления к антеннам основного канала при выходе из строя передатчика секторного обзора (рис.2.7). Переключатель датчиков состоит из электропривода и двух частей: вращающейся и неподвижной.

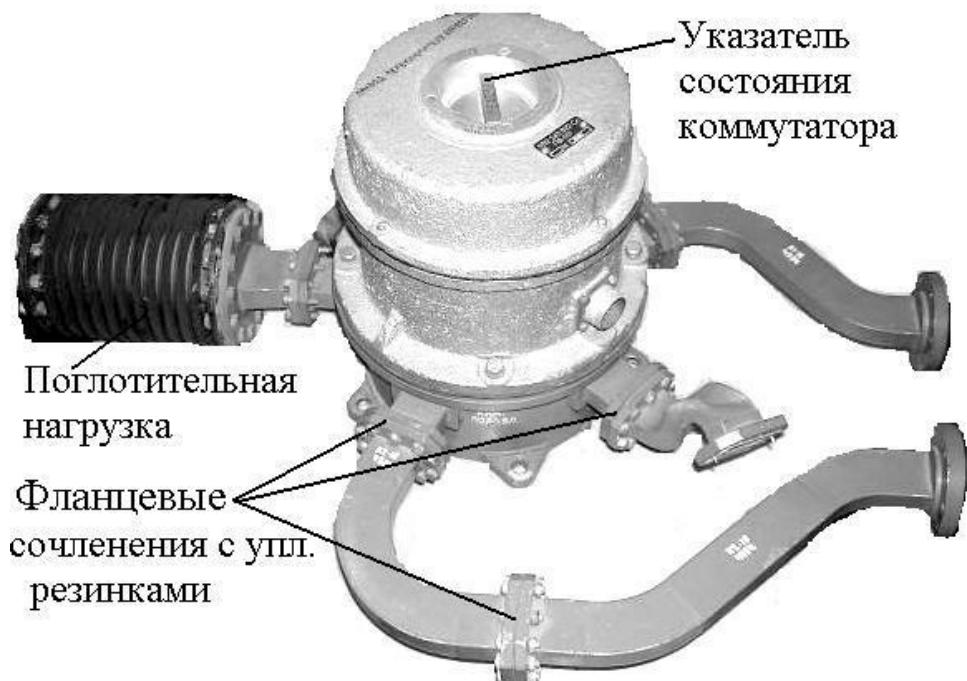


Рис. 2.7. Переключатель передатчиков

Схематическое изображение переключателя передатчиков в зависимости от выбранного режима использования ППД2 показано на рис. 2.8.

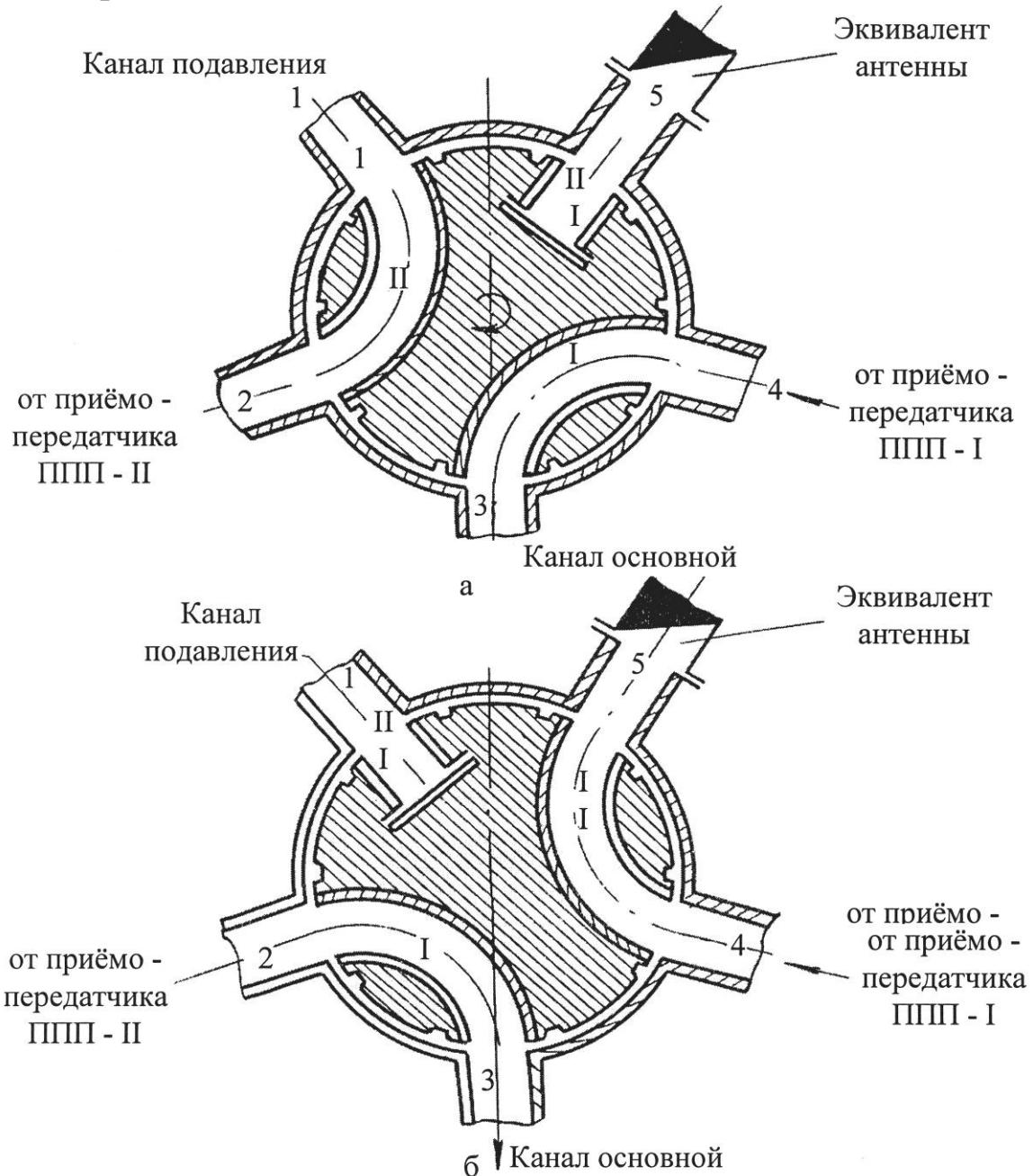


Рис. 2.8. Переключатель передатчиков (схема состояний)

Как видно из рис.2.8а, входы волноводов подвижной части I и II подсоединяются к передатчикам секторного обзора и подавления. К волноводному отрезку III подсоединен эквивалент антенны. Выходы волноводов I и II подсоединяются к основной

антенне и антенне подавления. При работе передатчиков секторного обзора и подавления СВЧ энергия от этих передатчиков по волноводам I и II проходит к антеннам секторного обзора и антеннам подавления (положение (а)). При выходе из строя передатчика секторного обзора вращающаяся часть переключателя передатчиков поворачивается таким образом, что энергия от передатчика подавления по волноводу I (положение (б)) проходит к антеннам курса и глиссады (основной канал). Передатчик секторного обзора через волновод II подсоединяется к эквиваленту антенны. Антенны подавления в этом случае не используются. Изменение положения волноводов I и II переключателя передатчиков осуществляется при снятом высоком напряжении с анодов магнетронов.

Все волноводы переключателя передатчиков выполнены из стандартных отрезков волновода прямоугольного сечения. Для устранения возможности искрения и утечки СВЧ энергии в местах разъемов применены прямоугольные дроссельные пазы. Коммутация переключателя осуществляется с БТУ.

Вентиль-циркулятор и эквивалент антенны

Вентиль-циркулятор выполняет функцию антенного переключателя и предназначен для подключения передатчика к антеннам в момент генерирования мощных зондирующих импульсов и антенн к приемникам – в режиме приема отраженных от целей сигналов. Циркулятор (рис.2.9) состоит из трех основных частей: двойного волноводного тройника I, сдвоенного волновода II с магнитной системой и помещенными в него ферритовыми стрелками V, щелевого моста III с поглощающей нагрузкой.

Циркулятор обеспечивает развязку входа приемника от мощных сигналов магнетрона не менее чем на 20 дБ. Потери, вносимые вентилем-циркулятором, не превышают 0,4 дБ.

Принцип работы циркулятора состоит в том, что поданная на вход 1 двойного волноводного тройника I СВЧ энергия от магнетрона делится пополам и в одинаковой фазе поступает в сдвоенный волновод II. СВЧ энергия, проходящая по нижнему волно-

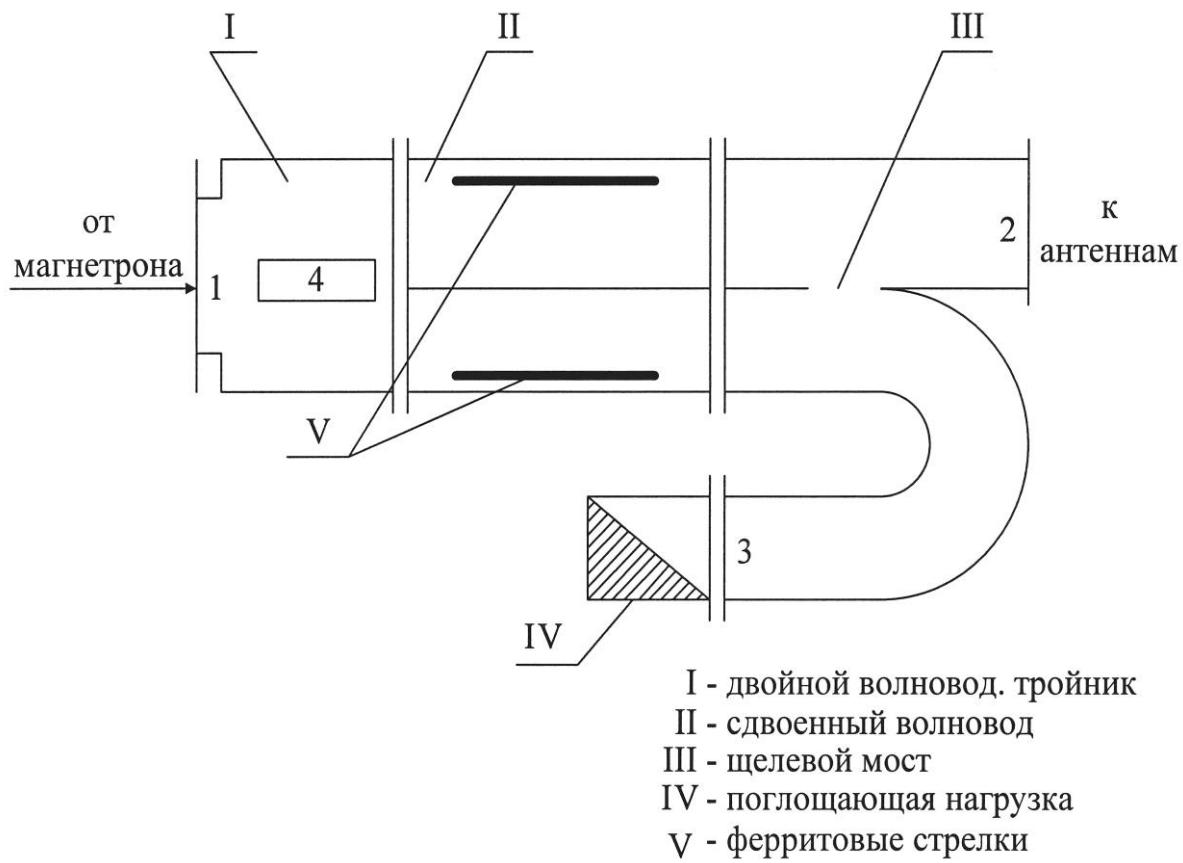


Рис. 2.9. Вентиль-циркулятор и эквивалент антенны

воду, за счет свойства ферритов, помещенных в поле постоянного магнита, получает сдвиг фазы $+90^0$ относительно СВЧ энергии, проходящей по верхнему волноводу. СВЧ энергия из нижнего волновода поступает в щелевой мост III, где делится пополам. Половина ее попадает в плечо 3, сохраняя сдвиг фазы $+90^0$, другая половина СВЧ энергии проходит через окно щелевого моста, получая при этом дополнительный сдвиг фазы -90^0 , и поступает в плечо 2. Таким образом, из нижнего волновода в плечо 2 поступает СВЧ энергия с нулевым сдвигом фазы. СВЧ энергия, поступающая из верхнего волновода, также делится в щелевом мосте пополам и одна половина ее с нулевым сдвигом фазы поступает в плечо 2, а вторая половина, получая сдвиг фазы -90^0 , проходит в плечо 3. В плече 2 складывается СВЧ энергия, поступившая из верхнего и нижнего волноводов с одинаковой фазой. В плече 3 СВЧ энергия не проходит, так как она поступает из верхнего и нижнего волноводов в противофазе. Таким образом, в момент из-

лучения зондирующего импульса СВЧ энергия проходит в плечо 2 и далее к антеннам.

При коммутации антенн курса и глиссады происходит рассогласование волноводного тракта, при котором около 30% мощности зондирующего импульса отражается обратно и поступает в плечо 2 циркулятора. Пройдя через щелевой мост III, сдвоенный волновод II, СВЧ энергия поступает в двойной тройник I, поделившись пополам с фазами 0^0 и 180^0 . Благодаря этому энергия проходит в плечо 4, не попадая в плечо 1, зажигает разрядник защиты приемника и отражается от него. Двойной тройник I обладает таким свойством, что СВЧ энергия, поданная из плеча 4, не попадает в плечо 1 (к магнетрону), а идет на вход сдвоенного волновода II и затем в поглощающую нагрузку IV.

В моменты приема отраженные сигналы от антенн поступают на вход 2 циркулятора и аналогичным образом попадают на вход двойного тройника I и затем в плечо 4. Так как мощность эхосигналов мала, то разрядник не зажигается, эхосигналы из плеча 4 поступают через разрядник к приемнику.

Для предотвращения утечки воздуха и попадания внутрь воды и пыли циркулятор герметизирован резиновыми прокладками в дроссельных пазах волноводных сочленений. Вход циркулятора имеет специальный фланец со слюдяной прокладкой, которая является границей герметизированного участка волноводного тракта. Установлены циркуляторы в стойках передатчиков.

Эквивалент антennы обеспечивает постоянство сопротивления нагрузки на выходе магнетрона при переключении передатчиков, а также при возникновении рассогласований волноводного тракта (рис.2.10). Он представляет собой нагрузочное сопротивление, размеры которого выбраны так, чтобы обеспечить хорошее согласование в диапазоне рабочих частот радиолокатора. Максимально допустимая поглощаемая импульсная мощность - 250 кВт. Конструктивно эквивалент антennы представляет собой отрезок волновода, закороченного на конце и заполненного поглощающим материалом. Для уменьшения нагрева при поглощении СВЧ мощности наружная поверхность эквивалента выполнена в виде радиатора. Максимальная температура нагрева

эквивалента антенны при отсутствии обдува не превышает $+200^{\circ}\text{C}$, а при наличии обдува температура ниже $+100^{\circ}\text{C}$.

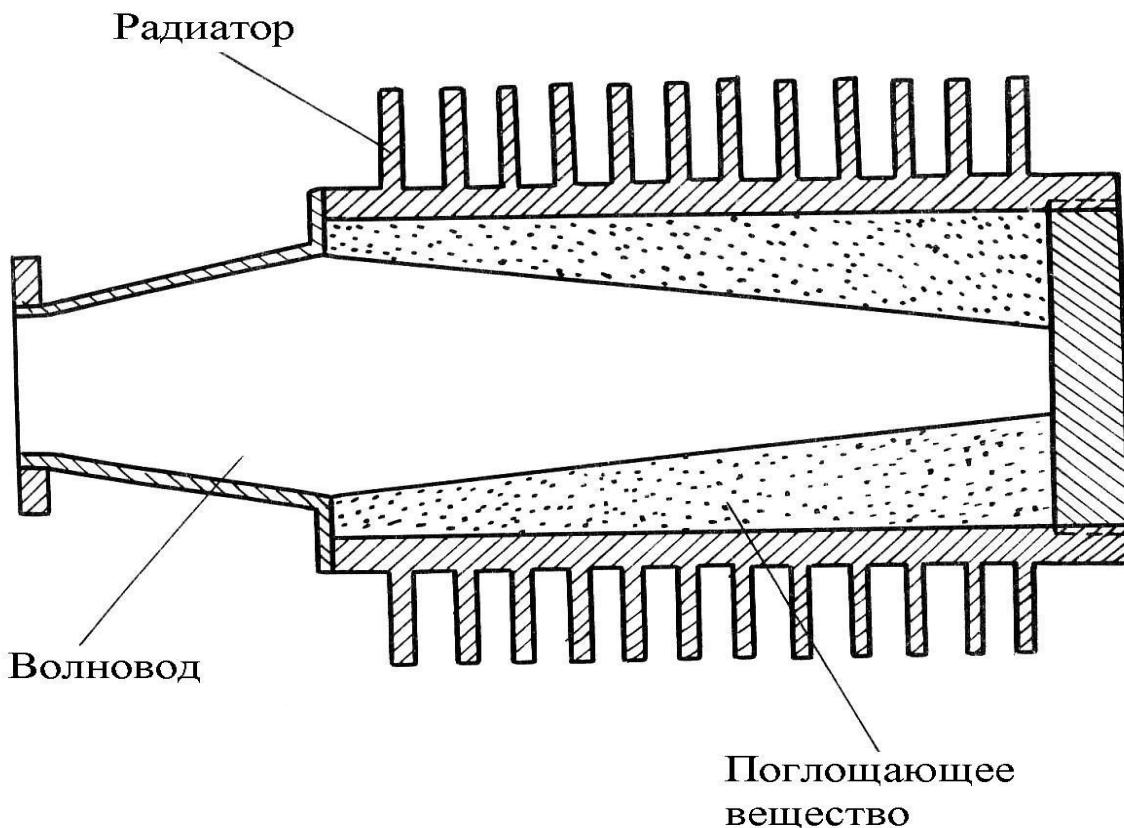


Рис. 2.10. Эквивалент антенны

2.3. Система наддува волноводного тракта

Для увеличения электрической прочности волноводного тракта он заполняется осущенным воздухом с помощью системы наддува до давления 1,2...1,4 атмосферы. Повышенное давление внутри тракта увеличивает электрическую прочность в 4...5 раз и предохраняет тракт также от попадания влаги и пыли. Резиновые прокладки между фланцами предотвращают утечку воздуха в атмосферу. Герметизированные участки тракта отделены слюдяными перегородками от остального тракта. Слюдяные перегородки установлены в дроссельных фланцах специальной конструкции. Осущенный воздух подается к герметизированным участкам тракта через дюритовые шланги от подкачивающей помпы.

В АВС применены две системы наддува. Одна из систем осуществляет наддув внутреннего волноводного тракта, состоящего из волноводных узлов в стойках передатчиков, и переключателя передатчиков. Эта система наддува расположена в аппаратной. Вторая система наддува осуществляет наддув наружного волноводного тракта антенной балки, состоящего из вращающихся переходов поворотного устройства, соединительных волноводов и коммутатора антенн. Расположена эта система наддува снаружи аппаратной на задней стенке КУНГа.

2.4. Электроприводы антенн ПРЛ-6М2

2.4.1 Электропривод качания антенн

Электропривод качания предназначен для качания антенн курса в азимутальной плоскости и антенных глиссад в вертикальной плоскости.

В состав его входят следующие элементы (рис.2.11):

- асинхронный двигатель М привода ПРЛ;
- автоматический выключатель В1 и контактор Р4, расположенные в блоке привода антенн ПРЛ;
- тумблер дистанционного включения привода качания антенн ПРЛ АНТЕНЫ (В11), размещенный на передней панели блока БТУ (рис.1.7);
- устройство звуковой сигнализации – сирена;
- блок блокировки привода (БП).

При включении тумблера В11 замыкается цепь звуковой сигнализации, предупреждающей о включении привода, замыкается цепь питания реле времени Р4 в БТУ. Длительность звукового сигнала определяется временем срабатывания реле Р4 и составляет около 20 с. При срабатывании реле Р4 звуковая сигнализация отключается. Напряжение +27 В через контакты реле Р4 подается на обмотку контактора Р4, на мощные контакты которого с автомата защиты В1 подведено трехфазное напряжение 220 В 400 Гц. После включения контактора напряжение 220 В 400 Гц подается на двигатель привода М.

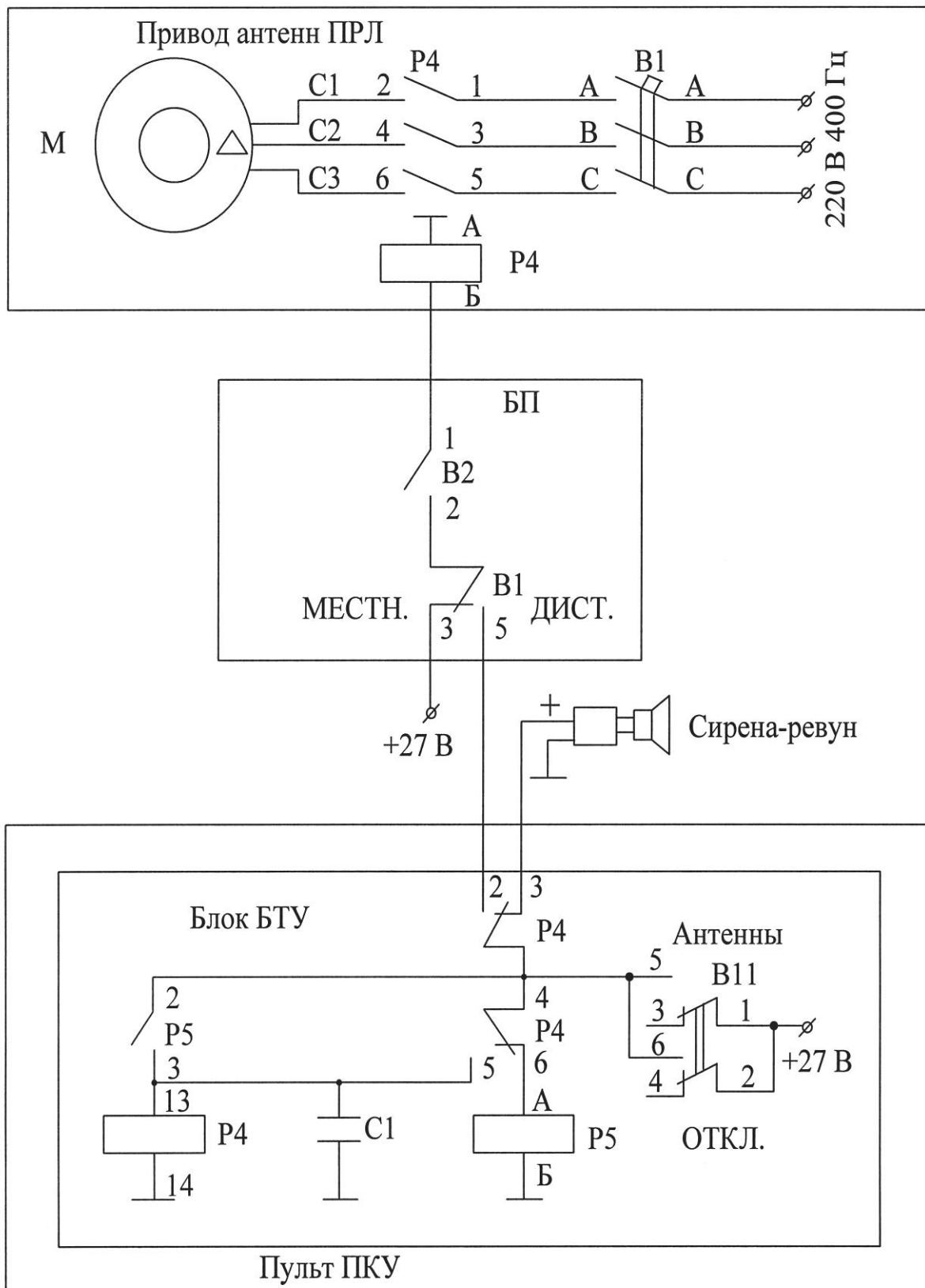


Рис. 2.11. Схема электропривода качания антенн

2.4.2. Электропривод наклона антенны курса

Электропривод наклона антенны курса предназначен для наклона антенны курса по углу места в пределах от -1^0 до $+8^0$.

В состав электропривода входят следующие устройства (рис.2.12):

- асинхронный двигатель М (типа АОП-21-12) с редуктором (РД) и электротормозом (ЭТ);
- контакторы Р3 и Р5 с блокировочными реле Р1 и Р2, установленные в приводе антенн ПРЛ;
- кнопки Кн1 и Кн2, ручка панели оперативного управления антеннами ПРЛ на БТУ;
- микровыключатели ограничения наклона В1 и В2, размещенные в блоке датчика индикации положения антенны.

При нажатии ручки панели оперативного управления антенн (рис.1.7) в положение ВЫШЕ срабатывает кнопка Кн1. Напряжение +27В с Кн1 поступает через замкнутые контакты микровыключателя В1 блока датчика индикации на обмотку реле Р2 привода антенн ПРЛ. Реле Р2 контактами 7-6 замыкает цепь подачи напряжения +27 В на электротормоз. Наклон антенны осуществляется все время, пока нажата ручка на панели оперативного управления антеннами.

При нажатии ручки панели оперативного управления антенн в положение НИЖЕ работа схемы аналогична, но с использованием кнопки Кн2, микровыключателя В2, реле Р1 и контактора Р5. При этом переключаются две фазы питающего двигатель М1 напряжения и двигатель вращается в обратную сторону.

Контроль и визуальное наблюдение за положением антенн курса обеспечивает система потенциометрической передачи угла наклона, содержащая:

- потенциометрический датчик индикации угла наклона антенны курса Р1А, установленный в блоке датчика индикации положения антенны;
- прибор стрелочной индикации положения антенны курса ИП1, установленный на передней панели пульта оперативного управления (ПОУ-П) (рис.1.7).

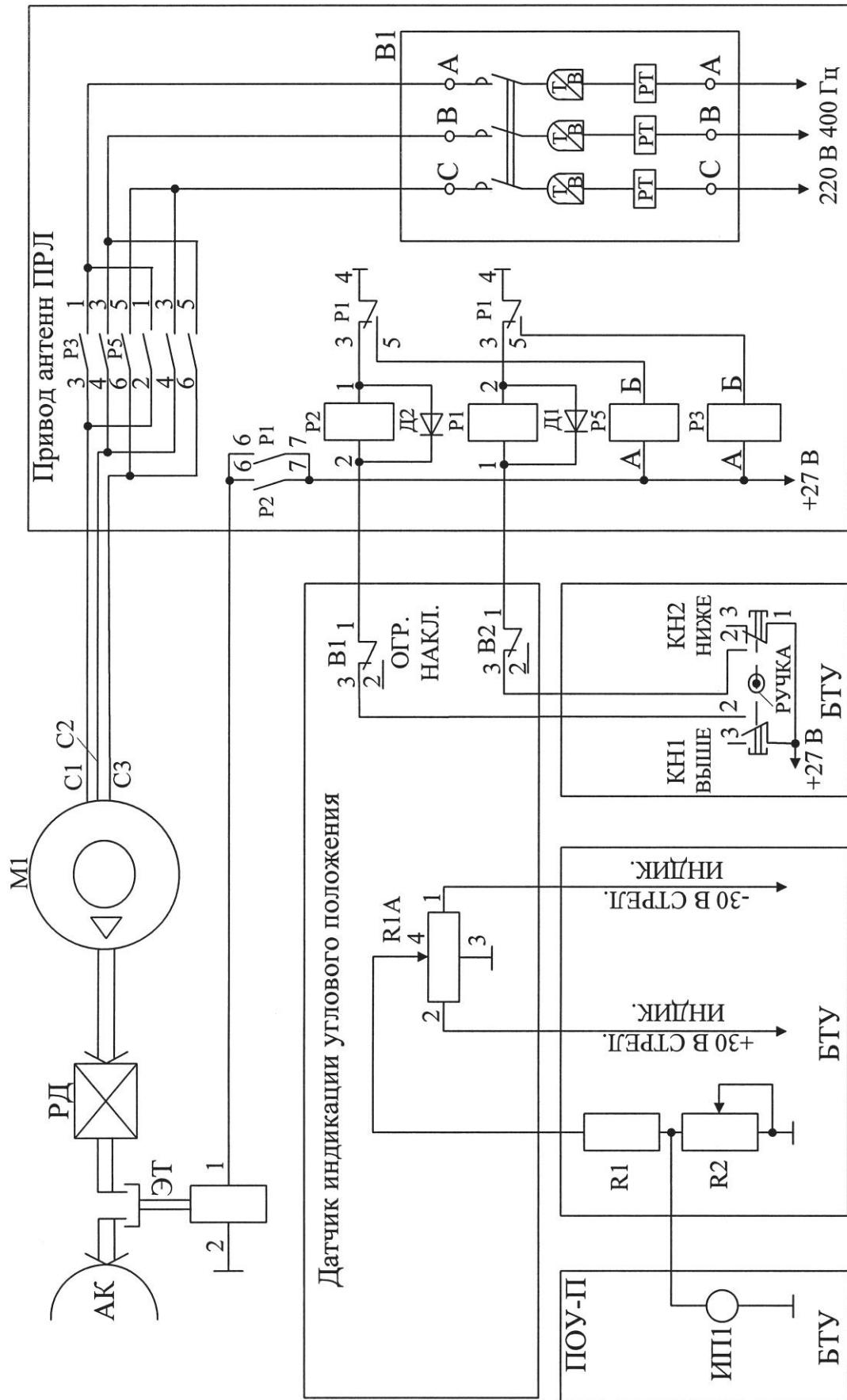


Рис. 2.12. Электропривод поворота антенны курса

От стабилизированного выпрямителя на потенциометр R1A подается питание +30 В. Средняя точка потенциометра заземлена. Движок потенциометра связан с осью наклона антенны курса. Таким образом, при наклоне антенны с движка снимается напряжение пропорциональное углу наклона. Измерительный прибор отградуирован в градусах угла наклона (от -1^0 до $+9^0$).

Электропривод поворота антенн глиссады аналогичен рассмотренному выше приводу наклона антенн курса (рис.2.13).

2.4.3. Электроприводы поворота поляризационных решеток антенн курса и глиссады

Электроприводы поворота поляризационных решеток предназначены для поворота решеток относительно облучателей антенн на угол от 0^0 до 60^0 . В состав электропривода поляризационных решеток входят (рис.2.14):

- электродвигатель постоянного тока M1;
- два концевых микровыключателя B1, B2, служащих для ограничения угла поворота от 0^0 до 60^0 ;
- цепи коммутации.

Управление приводом поворота осуществляется переключателем B7, расположенным на панели ПОУ-П (рис.1.7). При установке переключателя B7 в положение ЛИНЕЙНАЯ напряжение +27 В через контакты 1,2 B2 подводится к реле P2. Сработав, P2 контактами 6,8 подключает +27 В к обмотке возбуждения (OB) двигателя M1, а контактами 5,4 – к якорной обмотке (вывод Я2). Двигатель начинает поворачивать поляризационную решетку. При достижении заданного угла поворота срабатывает микровыключатель B2. Контактами 1,2 он разрывает цепь питания двигателя M1, а контактами 3,4 подключает корпус к лампочке L1, сигнализирующей о виде поляризации (ЛИНЕЙНАЯ). При установке B7 в положение КРУГОВАЯ схема срабатывает аналогично, но по другой цепи: +27 В через контакты B7, 1,2 B1 поступает на реле P1, оно срабатывает и подключает обмотку возбуждения и якорную обмотку (вывод Я1). Двигатель начинает вращаться в противоположную сторону. Далее протекают процессы, аналогичные описанным выше.

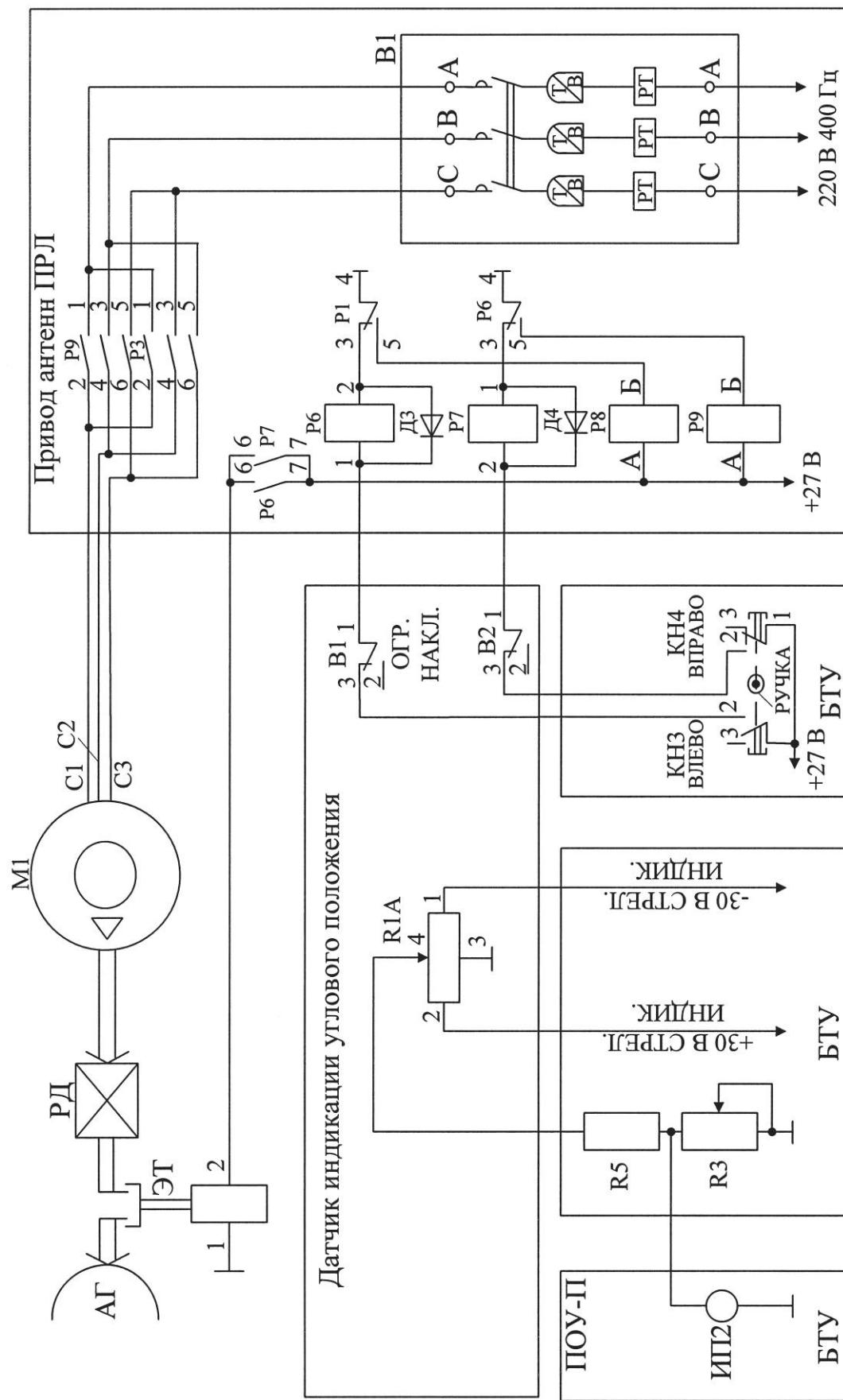


Рис. 2.13. Электропривод доворота антенны глиссады курса

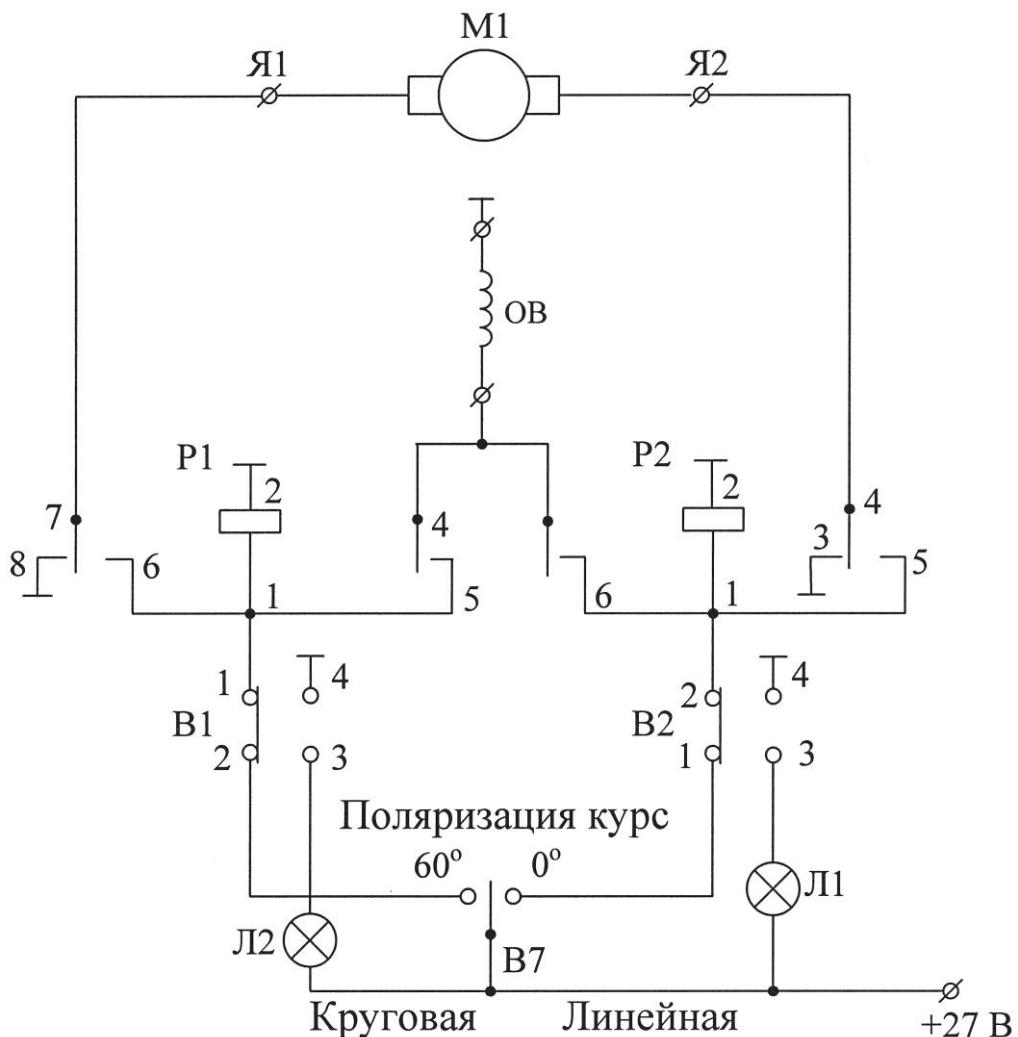


Рис. 2.14. Электропривод поворота поляризационной решетки антенны курса

Контрольные вопросы к главе 2

1. Назначение АВУ.
2. Основные технические данные антенн ПРЛ-6М2.
3. Каково назначение антенн подавления? Какой метод подавления используется в ПРЛ-6М2?
4. Какие тактические характеристики ПРЛ улучшились, по сравнению с ДРЛ, при использовании СМ диапазона волн?
5. Почему в ПРЛ используются для передачи энергии волноводы, а не фидеры?
6. Объясните назначение основных элементов АВС по структурной схеме.

7. Поясните необходимость и принцип качания антенн ПРЛ.
8. Объясните назначение поляризационных решеток и поясните порядок их использования.
9. Поясните принцип действия вентиля-циркулятора.

3. ПЕРЕДАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ПРЛ-6М2

3.1. Основные сведения о передающем устройстве ПРЛ-6М2

Передатчик современной радиолокационной станции – один из ответственных и сложных элементов станции. От характеристик передатчика (мощности, частоты повторения, нестабильности частоты, несущей частоты, параметров элементной базы) во многом зависят тактические возможности РЛС: дальность действия, точность измерения координат, эксплуатационные характеристики [6]. В посадочном радиолокаторе ПРЛ-6М2 применяется передатчик некогерентного импульсного типа (рис.3.1). Главное достоинство такого передатчика – простота исполнения, высокая надежность, невысокая стоимость, недостаток – низкая стабильность частоты.



Рис. 3.1. Упрощенная структурная схема некогерентного передатчика

Подмодулятор (ПМ) обеспечивает формирование запускающих видеоимпульсов по длительности, определяемой режимом работы ПРЛ-6М2, и амплитуде, необходимой для работы модулятора ($U_{зи} = 600\dots800$ В). Модулятор (М) формирует высоковольтный видеоимпульс с амплитудой $U_m=26$ кВ, обеспечивающий возникновение в магнетронном генераторе (МГ) незатухающих высокочастотных колебаний.

Передающее устройство ПРЛ-6М2 включает 2 передатчика (ПРД-1, ПРД-2), каждый из которых предназначен для форми-

рования мощных радиоимпульсов, параметры которых приведены в табл.3.1.

Таблица 3.1

Комплект	Режим работы	λ , см	τ_i , мкс	T_i , мкс	P_i , кВт	Резервный режим
ПРД-1	ПАСС	3	0,45	458	80	
	СДЦ		0,45	416/500		
	СОВМ		0,45	416/500		
	АКТ		2×0,45	916		
ПРД-2	АКТ	3	0,9	916	80	ПАСС, СДЦ, СДЦ+ПАСС, АКТ без подавления

Как следует из табл.3.1, каждый из передатчиков может работать в режимах ПАСС, СДЦ, СДЦ+ПАСС, АКТ. Однако ПРД-2 в активном режиме (с подавлением) формирует одиночный импульс подавления длительностью $\tau_i = 0,9$ мкс.

При выходе из строя первого передатчика вместо него может использоваться ПРД-2. Низкая частота повторения (НЧП) и соотношение длительности τ_i и периода повторения T_i в различных режимах работы посадочного радиолокатора ПРЛ-6М2 обеспечивает выполнение равенства

$$P_{CP} = \frac{P_i}{Q} = \frac{P_i \cdot \tau_i}{T_i} = \text{const}, \quad (3.1)$$

где Q - скважность.

В состав каждого из передатчиков входят следующие блоки:

БПМ-021 - блок подмодулятора;

БУВ-021 - блок управления высоковольтным выпрямителем;

БВМ-021 - блок выпрямителя модулятора;

СП-01 - стойка передатчика.

Первые три блока образуют стойку управления передатчиком – СУП-021.

3.2. Функциональная схема передающего устройства ПРЛ-6М2

Функциональная схема передающего устройства ПРЛ-6М2 приведена на рис.3.2. Подмодулятор запускается импульсами с блока БСФ. В режимах ПАСС, СДЦ, СДЦ+ПАСС подмодулятор формирует одиночные ЗИ длительностью 0,45 мкс для запуска модулятора. В активном режиме ПМ ПРД-1 формирует кодированную пару импульсов в зависимости от режима запроса: РСП-1, РСП-2. Их временная структура приведена на рис.3.3. В режиме УВД запросные импульсы формируются с чередованием по курсу (РСП-1) и глиссаде (РСП-2), соответственно.

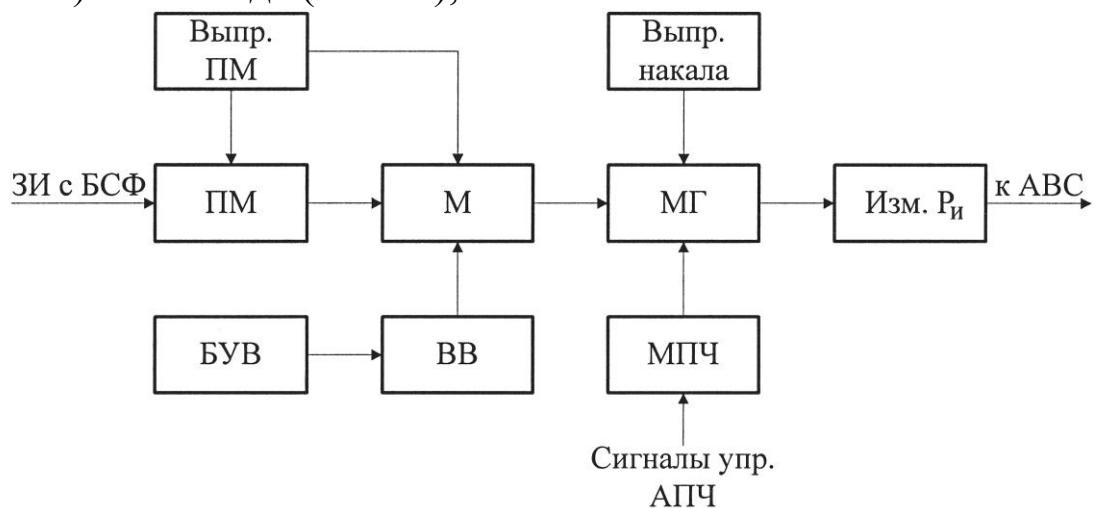


Рис. 3.2. Функциональная схема передающего устройства ПРЛ-6М2

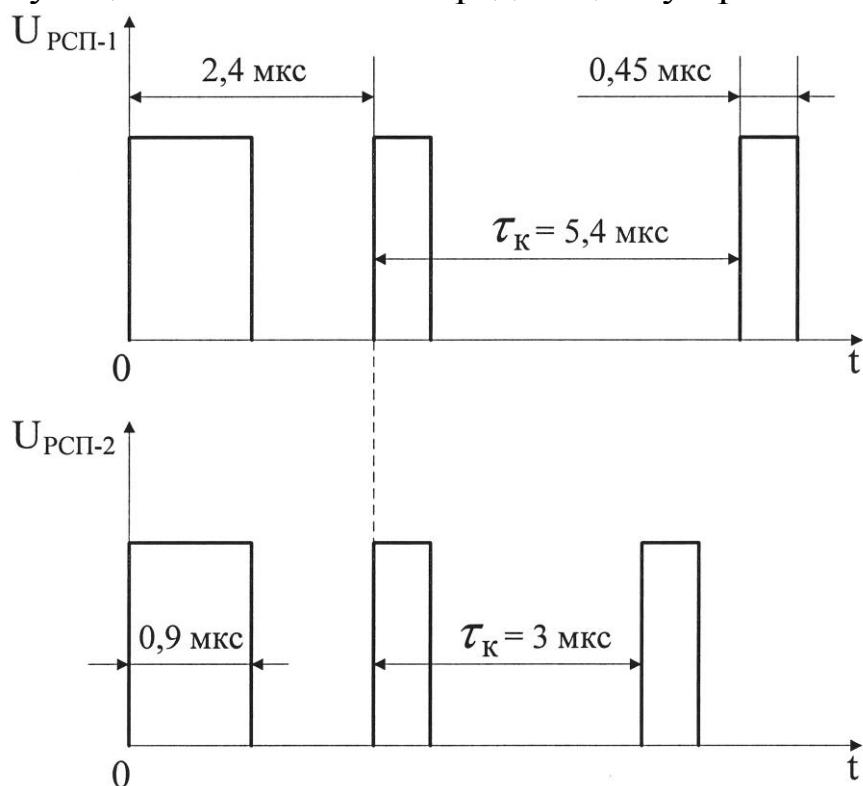


Рис. 3.3. Структура запросных сигналов в ПРЛ-6М2

Первым запускается ПРД-2, который формирует одиночный импульс длительностью 0,9 мкс – импульс подавления, вторым – передатчик секторного обзора. Задачу формирования запросных сигналов с различными кодовыми интервалами в передатчике ПРЛ-6М2 решает шифратор. Шифратор функционально размещается в ПМ. Принцип работы шифратора ПМ поясняется рис.3.4.

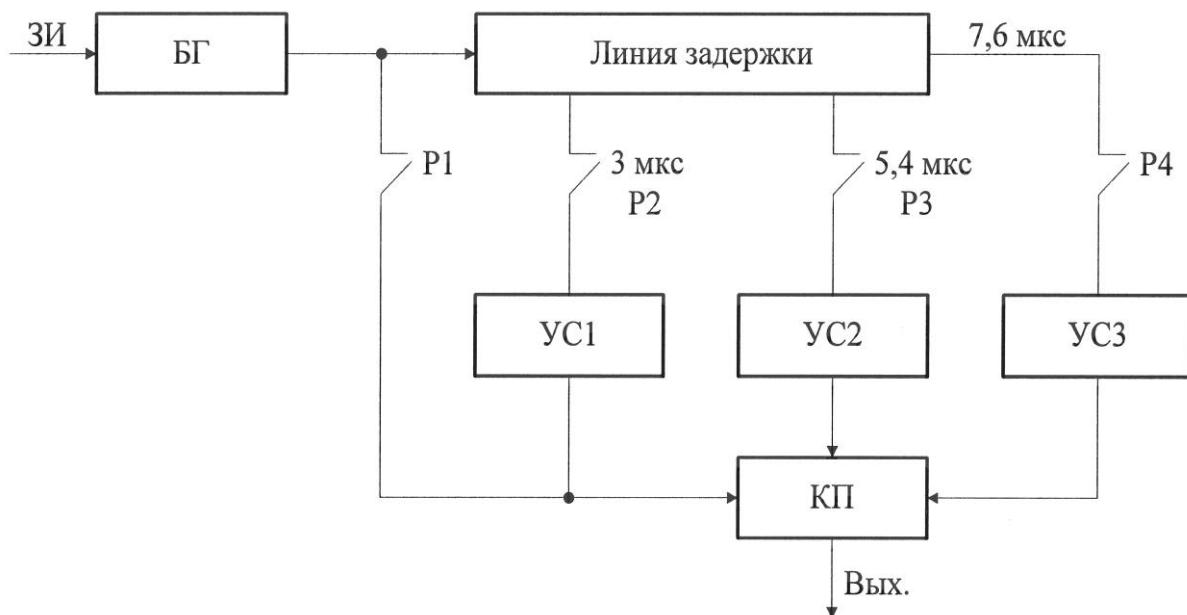


Рис. 3.4. Функциональная схема шифратора подмодулятора передатчика ПРЛ-6М2

В АКТ режиме в шифраторе запускается блокинг-генератор (БГ), который формирует импульс длительностью 0,45 мкс. Включение режимов РСП-1, РСП-2 приведет к срабатыванию реле Р2 или Р3. В режиме УВД реле Р2 и Р3 срабатывают поочередно. Совместная работа ПРД-1 и ПРД-2 в режиме АКТ с подавлением позволяет в самолетном ответчике осуществить эффективное подавление ложных ответных сигналов, которые могут быть приняты по боковым лепесткам основной диаграммы направленности АК и АГ. Кроме того, возможно формирование подгружочного кода с базой 7,6 мкс, который используется в интервале времени коммутации антенн курса и глиссады. Реле Р1 служит для отключения шифратора при работе ПРД-2 вместо ПРД-1 в режимах ПАСС, СДЦ, СОВМ. Включение режимов РСП-1,

РСП-2, УВД производится на передней панели блока БМП-021.

Модулятор собран по схеме с частичным разрядом емкостного накопителя, аналогичной передатчику ДРЛ-6М2 [7]. Это позволяет реализовать режим кодированного запроса без изменения параметров каждого из пары импульсов. Кроме того, практическое постоянство амплитуд высоковольтных импульсов модулятора позволяет обеспечить неизменность частоты магнетронного генератора (рис.3.5).

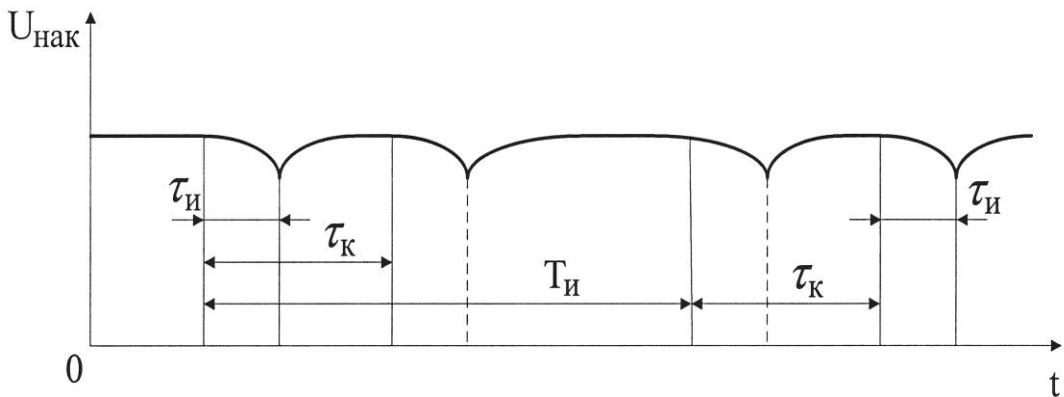


Рис. 3.5. Принцип работы емкостного накопителя

Магнетронный генератор (МГ) типа МИ-99 пакетированного типа, т.е. магнитная система и магнетрон конструктивно выполнены в виде единой конструкции. Для перестройки магнетронного генератора могут использоваться грубая ручная схема перестройки на одну из 6 фиксированных частот в диапазоне 400 МГц, а также схема автоматической подстройки частоты (АПЧ). Точность ручной перестройки $\sigma_{f_{\text{МГ}}} = \pm 5$ МГц, автоматической - $\sigma_{f_{\text{АПЧ}}} = \pm 100$ кГц.

Достаточно высокая точность автоподстройки частоты позволяет в приемнике уменьшить потери на несогласованность полосы пропускания УПЧ и ширины спектра обрабатываемого сигнала [6]:

$$\alpha_{\text{упч}} = \frac{\Delta f_{\text{упч}}}{\Delta f_c} \geq 1. \quad (3.2)$$

В системах с низкой $\sigma_{f_{\text{АПЧ}}}$ потери в приемнике $\alpha_{\text{упч}} \gg 1$, так как необходимо расширять полосу пропускания УПЧ.

Напряжение накала в магнетронном генераторе может изменяться в диапазоне от 0 до 15 В в зависимости от подводимой к

нему мощности. Так как ток высоковольтного выпрямителя связан с подводимой к МГ мощностью, то по среднему значению этого тока можно судить о генерируемой мощности МГ. По мере роста тока I_M напряжение накала U_H уменьшается (рис.3.6).

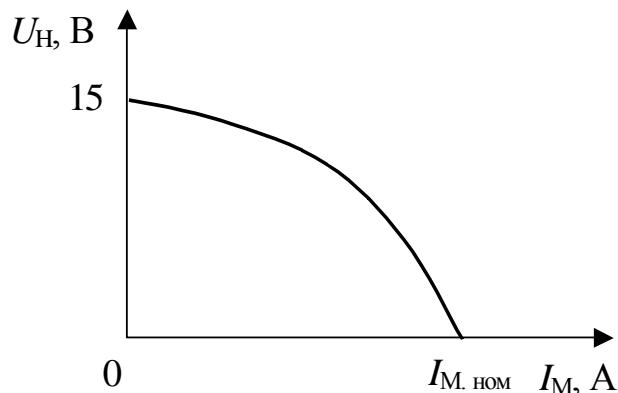


Рис. 3.6. Накальная характеристика ПРД ПРЛ-6М2

БУВ-21 обеспечивает стабилизацию переменного напряжения запитки высоковольтного выпрямителя при пульсациях напряжения в сети (от АД-30, ВПЛ-30), а также защиту высоковольтного выпрямителя при возникновении перегрузок в МГ (например, высоковольтный разряд). При этом высокое напряжение с МГ снимается. При исчезновении перегрузки подача высокого напряжения с высоковольтного выпрямителя на МГ возобновляется.

Как и ДРЛ-6М2, в ПРД ПРЛ-6М2 для контроля проходящей мощности используется датчик на основе термопар, выходной ток которого пропорционален P_{CP} , а значит, и P_i , т.к. $P_i = P_{CP} \cdot Q$. Поэтому стрелочный прибор (индикатор мощности) на двери СП-02 проградуирован в единицах импульсной мощности.

3.3. Конструкция и размещение элементов передающего устройства ПРЛ

Передающее устройство ПРЛ-6М2 состоит из стойки передатчика СП-02 (рис.3.7, 3.8) и трех блоков, находящихся в стойке управления передатчиком: БПМ-021, БУВ-021, БВМ-021. Таких

передающих устройств в радиолокаторе два.

БУВ-021 представляет собой блок, собранный на типовом шасси (рис.3.9). На передней панели установлены измерительные приборы: ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ, ТОК ВЫПРЯМИТЕЛЯ, НАПРЯЖЕНИЕ НАКАЛА МАГНЕТРОНА, а также предохранители 5 А, 10А, сигнальная лампа БЛОКИРОВКА ЗАМКНУТА, тумблеры включения и подъема высокого напряжения, сигнальная лампочка включения высокого напряжения. На этой же панели под крышкой, выступающей за габариты блока, установлен механизм блока коммутации. Внутри блока с левой стороны установлены тиристоры на радиаторах и две платы управления высоким напряжением ПУ-2 и ПВ-8. Остальные элементы схемы расположены справа на двух откидных панелях.

БПМ-021 собран также на типовом шасси (рис.3.10). На передней панели установлены два высокочастотных разъема с гравировкой: КОНТРОЛЬ ЗАП. ИМПУЛЬСА и КОНТРОЛЬ ВЫХ. ПОДМОДУЛ., переключатель с гравировкой: РСП-1 – УВД – РСП-2. Внутри блока слева установлена субпанель, на которой расположена часть схемы блока подмодулятора. Справа установлена субпанель с откидывающейся рамой. Подключение блока к стойке выполняется 30-ножевой колодкой и высокочастотным разъемом.

Конструкция БВМ-021 (рис.3.11) и стойки передатчика были описаны ранее при описании конструкции блоков передающего устройства диспетчерского радиолокатора ДРЛ-6М2 [7].

Контрольные вопросы к главе 3

1. Назовите технические характеристики передатчика ПРЛ-6М2. Как они влияют на тактические характеристики ПРЛ?
2. Почему в ПРЛ используются два передатчика?
3. Поясните назначение второго передатчика ПРЛ-6М2.
4. В каком элементе передатчика выполняется изменение длительности импульса ПРЛ-6М2? Каким образом оно осуществляется?
5. Назначение органов управления на лицевых панелях бло-

ков передатчика?

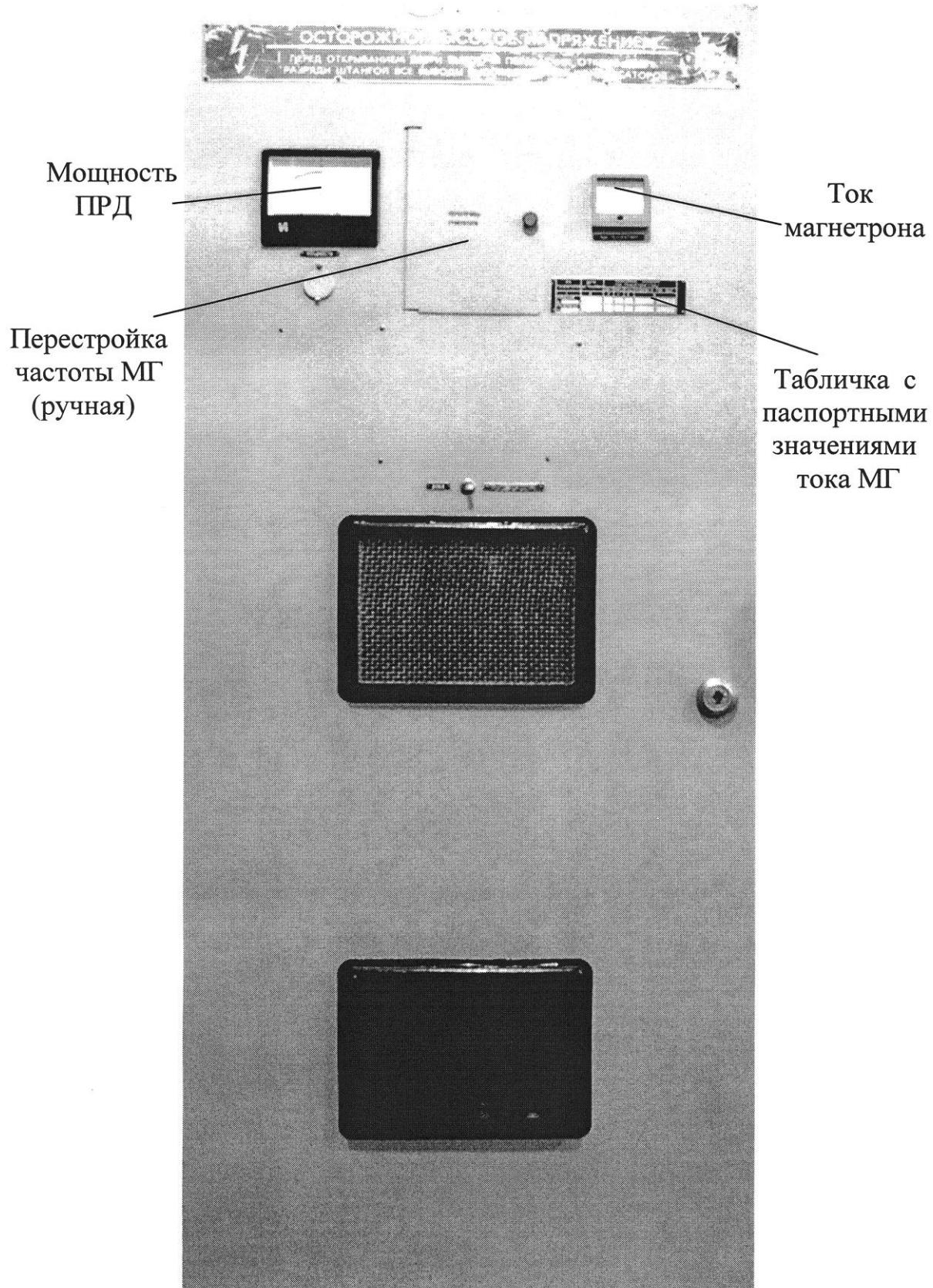


Рис. 3.7. Стойка передатчика СП-02



Рис. 3.8. Стойка передатчика СП-02 в развернутом виде

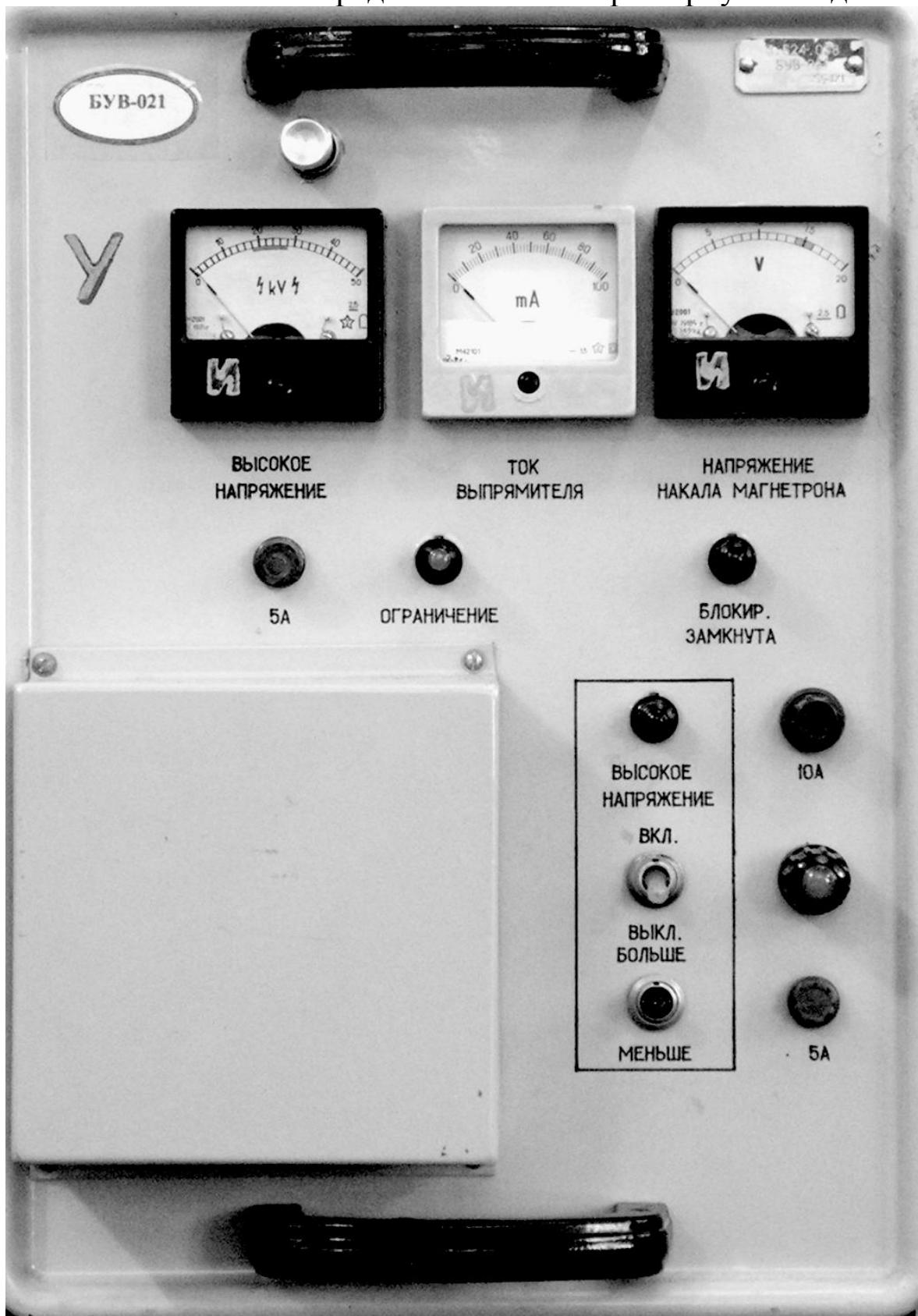


Рис. 3.9. Передняя панель БУВ-021



Рис. 3.10. Передняя панель БПМ-021

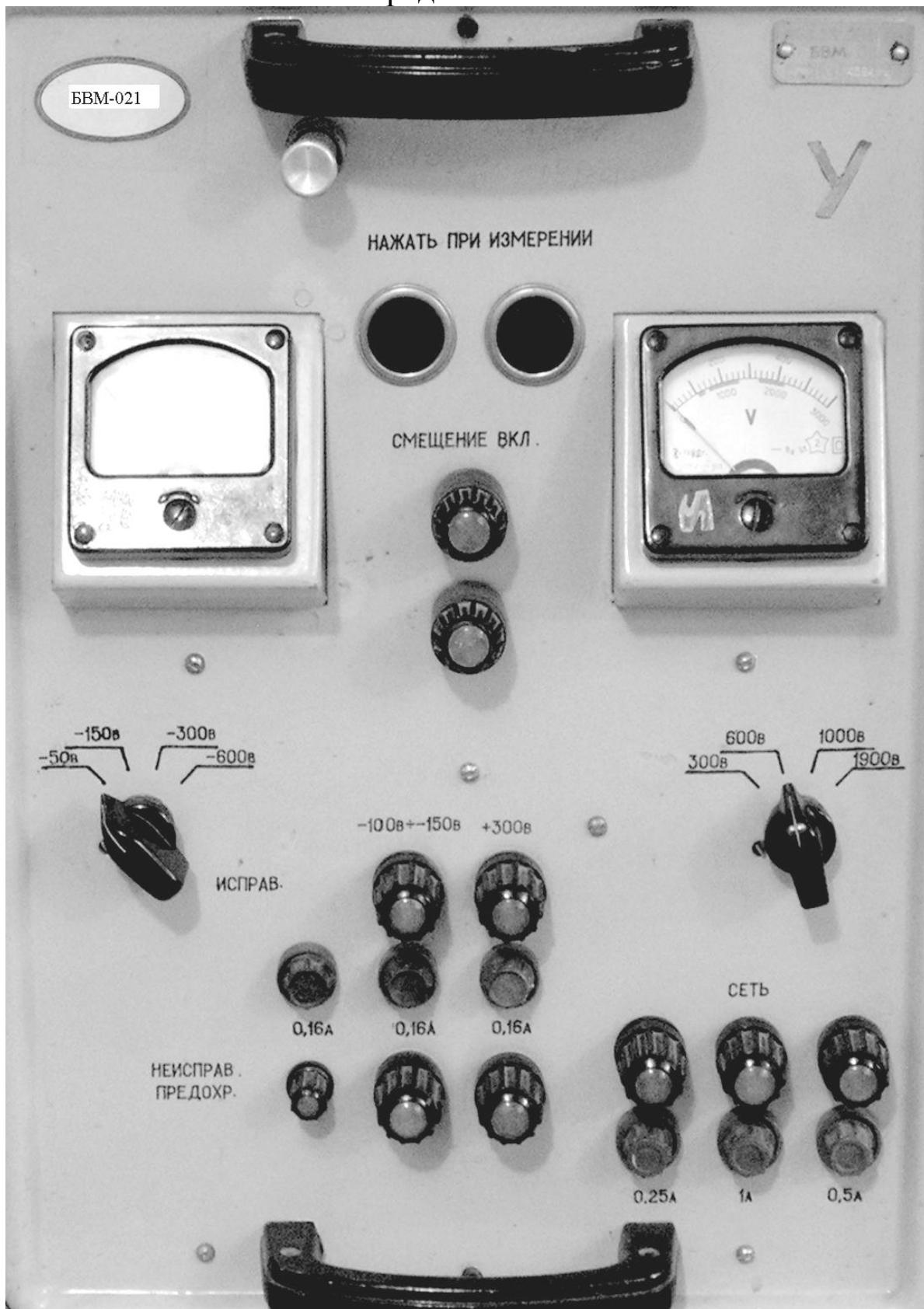


Рис. 3.11. Передняя панель БВМ-021

4. ПРИЁМНЫЕ УСТРОЙСТВА ПРЛ-6М2

4.1. Основные сведения о приёмных устройствах ПРЛ-6М2

В состав ПРЛ-6М2 входят два идентичных приемника (ПРМ) первичного канала, которые выполняют обработку отраженных сигналов, и один приемник вторичного канала, обрабатывающий ответные сигналы самолетного ответчика (СО).

Как и в ДРЛ-6М2, основные функциональные элементы канала АПЧ магнетронного генератора конструктивно расположены в блоках приемников.

Для ПРЛ, в отличие от ДРЛ, особенностями отраженных от ЛА сигналов являются:

- 1) более детерминированный характер изменения мощности отраженных от ЛА сигналов по дальности;
- 2) больший динамический диапазон изменения мощности входного сигнала (более 60 дБ);
- 3) сильное маскирующее влияние полезных сигналов сигналами, отраженными от земли, местных предметов и метеообразований.

Перечисленные особенности связаны с сантиметровым диапазоном работы ПРЛ, фиксированной линией посадки самолета, существенно меньшим значением минимальной дальности действия ПРЛ-6М2 – $D_{\min} \approx 1,5 \dots 2$ км.

Структурная схема ПРМ первичного канала приведена на рис.4.1. Особенности построения приемника первичного канала:

- 1) УВЧ широкополосный ($\Delta f_{\text{УВЧ}} = 400$ МГц), малошумящий;
- 2) УВЧ способен выдерживать мощные входные сигналы в течение достаточного времени, т.к. обладает свойствами АРУ;
- 3) приемник не вводится в режим насыщения мощными сигналами от пассивных помех из-за применения:
 - схемы ВАРУ в ПУПЧ;
 - УПЧ-Л с логарифмической амплитудной характеристикой (схема МАРУ);
- 4) фазирование когерентного гетеродина в режиме СДЦ вы-

полняется сигналами от магнетронного генератора;

5) подавление помех по зеркальному каналу выполняется в перестраиваемом преселекторе.

Функциональная схема приемника вторичного канала с каналом дешифрации ответных сигналов (ДШОС) приведена на рис. 4.2.

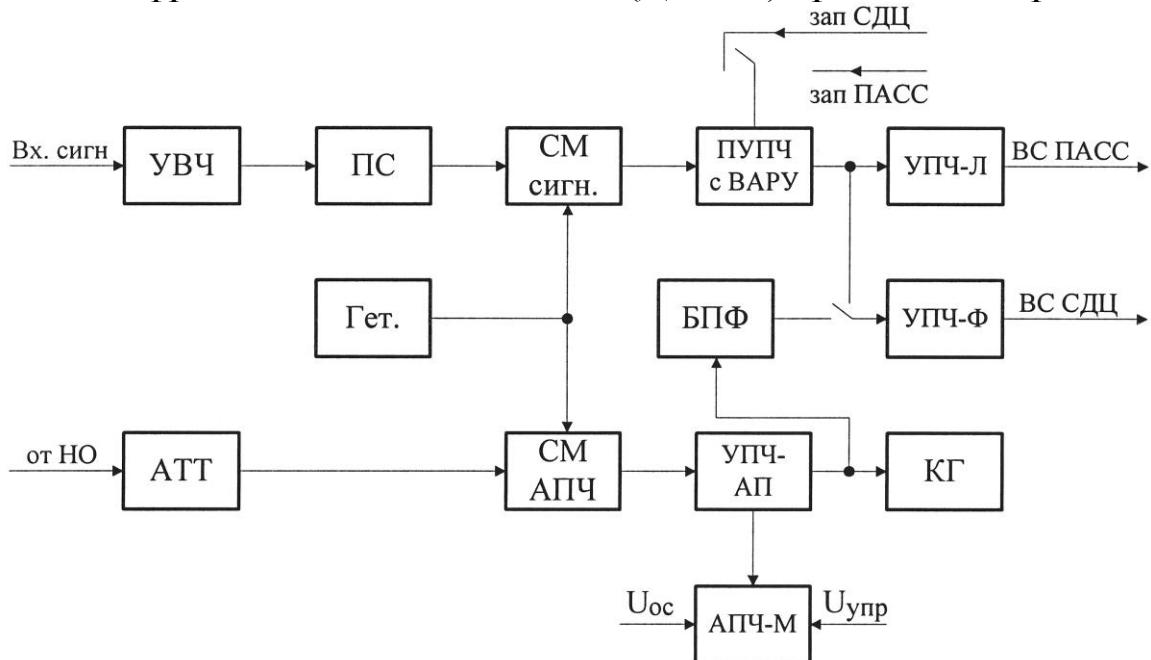


Рис. 4.1. Структурная схема ПРМ первичного канала ПРЛ-6М2

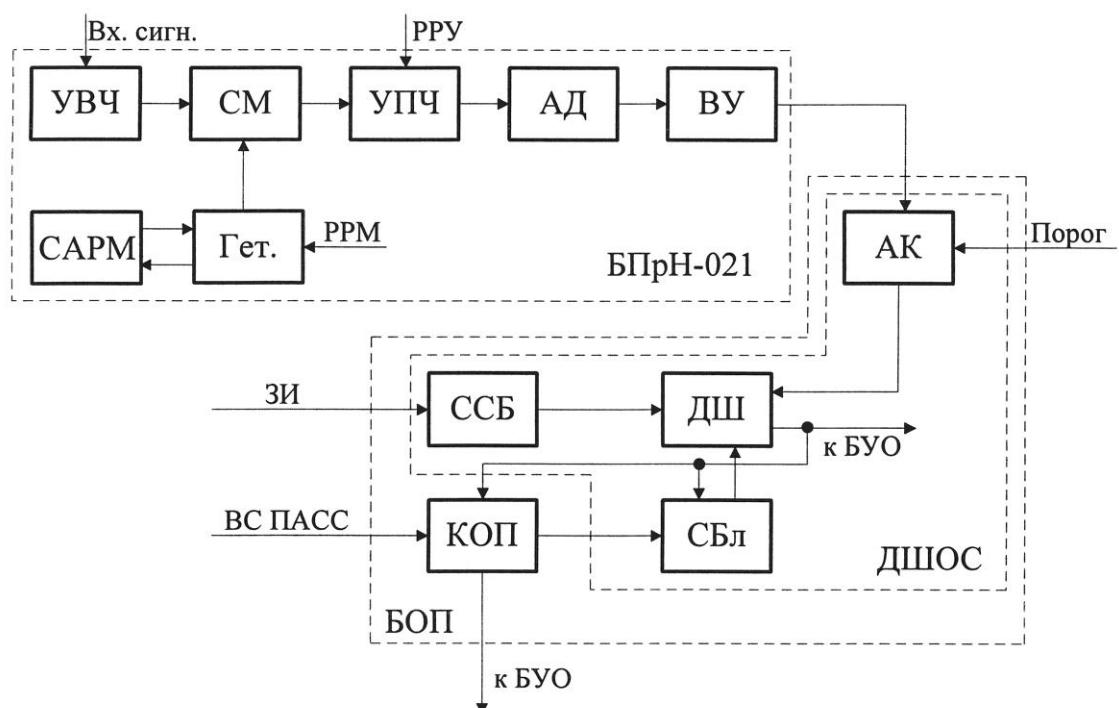


Рис. 4.2. Функциональная схема приемника вторичного

канала с ДШОС

4.2. Принципиальная схема приемника пассивного канала

4.2.1. Блок УВЧ

Блок УВЧ предназначен для усиления принятых антенной отраженных сигналов высокой частоты.

В состав блока входят:

- выпрямитель +400 В;
- выпрямитель накала;
- лампа бегущей волны (ЛБВ).

Принципиальная схема блока УВЧ приведена в альбоме схем.

В блоке УВЧ применена пакетированная ЛБВ типа УВ-75Б.

Принцип работы ЛБВ заключается в следующем. Под воздействием СВЧ колебаний, подаваемых на вход ЛБВ и распространяющихся вдоль замедляющей системы, происходит группировка электронов в сгустки. Скорость электронных сгустков v_0 несколько больше фазовой скорости v_ϕ гармоник сигнала, поэтому сгустки движутся в тормозящем поле бегущей волны. В результате этого амплитуда высокочастотных колебаний увеличивается. В конце замедляющей системы амплитуда высокочастотных колебаний оказывается значительно больше амплитуды колебаний, подаваемых на вход ЛБВ.

Подача напряжений на электроды ЛБВ происходит только после подачи на нее напряжения накала и прогрева ЛБВ в течение 2...4 мин.

Напряжение с выхода выпрямителя накала, собранного на модуле УЗ, поступает на обмотку реле Р6, при этом замыкаются контакты 3-5 реле Р6 и напряжение +27 В с контакта 0с разъема Ш2 поступает на обмотки реле Р3 и Р4. Термореле Р3 срабатывает через 2...4 мин., после срабатывания реле Р6, обеспечивая тем самым задержку подачи питающих напряжений на электроды ЛБВ на время прогрева лампы. Через контакты 3-4 реле Р3 замыкается цепь запитки реле Р2. Реле Р2 срабатывает, если данный приемник используется в качестве основного путем подачи напряжения +27 В на контакт 0а разъ-

ема Ш2 в виде команды «+27 В КОМ». После срабатывания реле Р2 напряжение сети 220 В 400 Гц подается на выпрямитель 400 В, выполненный на модуле У2 (контакты 2, 3 разъема модуля). После срабатывания реле Р4 замыкается цепь сигнала «Сеть». Сигнализация выведена на лицевую панель блока УВЧ (лампочка СЕТЬ). Диоды Д2 и Д3 служат для развязки цепей запитки реле Р2 и Р4.

В случае необходимости включения блока УВЧ без задержки на 2...4 минуты имеется возможность блокировки реле времени Р3 нажатием кнопки Кн2, при этом срабатывают реле Р2 и Р4, обеспечивая подачу питающего напряжения на выпрямитель 400 В и замыкание цепи сигнала «Сеть».

На лицевую панель блока выведены два волновода, к которым присоединены вход и выход ЛБВ (рис.4.3). Кроме того, на лицевой панели расположены измерительные приборы, предохранители, сигнальные лампы, контрольные гнезда и резисторы для регулировки питающих напряжений.

Достоинства УВЧ на ЛБВ:

- 1) УВЧ является широкополосным, поэтому не требуется его перестройки при переходе с одного частотного канала на другой;
- 2) большой динамический диапазон входных сигналов (60...90 дБ);
- 3) УВЧ может выполнять роль автоматической регулировки усиления (АРУ);
- 4) приемное устройство, построенное с использованием УВЧ на ЛБВ, способно длительно выдерживать большие входные мощности при малом времени восстановления после воздействия сигнала, что позволяет обеспечить защиту кристаллических диодов смесителя приемника от «выгорания» за счет воздействия сигнала передатчика, просачивающегося через антенный переключатель.

К существенным недостаткам ЛБВ можно отнести:

- 1) низкую стабильность фазовой характеристики ЛБВ, что нежелательно для режима СДЦ;
- 2) относительно высокий коэффициент шума 3...7 дБ;
- 3) громоздкость конструкции УВЧ и необходимость ста-

бильного источника питания.

4.2.2. Преселектор

Преселектор предназначен для ограничения спектра шумов, поступающих с блока УВЧ, и ослабления сигналов зеркального канала на f_3 (рис.4.3). Полоса пропускания преселектора – 35 МГц, затухание – не более 3 дБ. Преселектор представляет собой перестраиваемый волноводный объемный резонатор, настраиваемый на рабочую частоту (f_c) и связанный с блоком УВЧ и смесителем через отверстия связи.

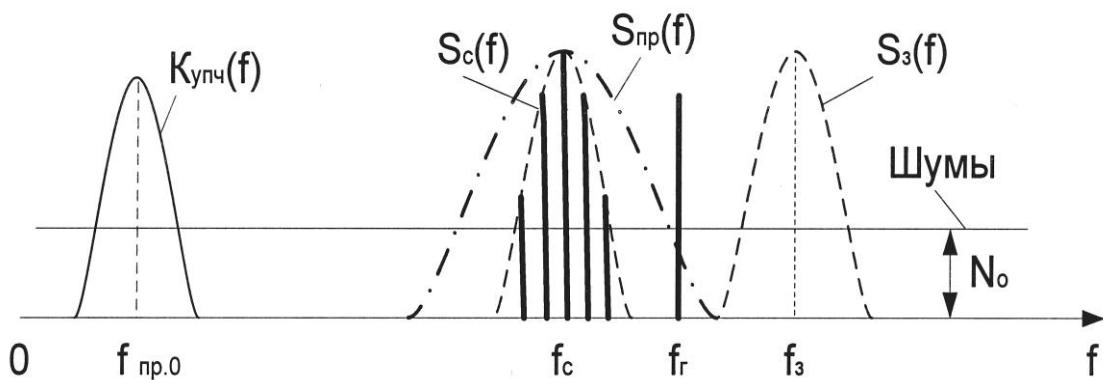


Рис. 4.3. Спектры сигналов, шумов и помех на входе приёмника

Перестройка преселектора на рабочие частоты производится путем введения фарфорового стержня в резонатор. Введение стержня в преселектор эквивалентно изменению емкости колебательного контура, а следовательно, и частоты его настройки. Перемещение стержня преселектора производится вручную с помощью микрометрического винта, снабженного шкалой малых перемещений и стопорным устройством.

4.2.3. Блок БПр-021

В состав блока входят:

- смеситель сигналов;
- смеситель АПЧ;
- субблок ПУПЧ с ВАРУ;
- субблок УПЧ-АП.

Функциональная схема блока приемника приведена на рис. 4.4.

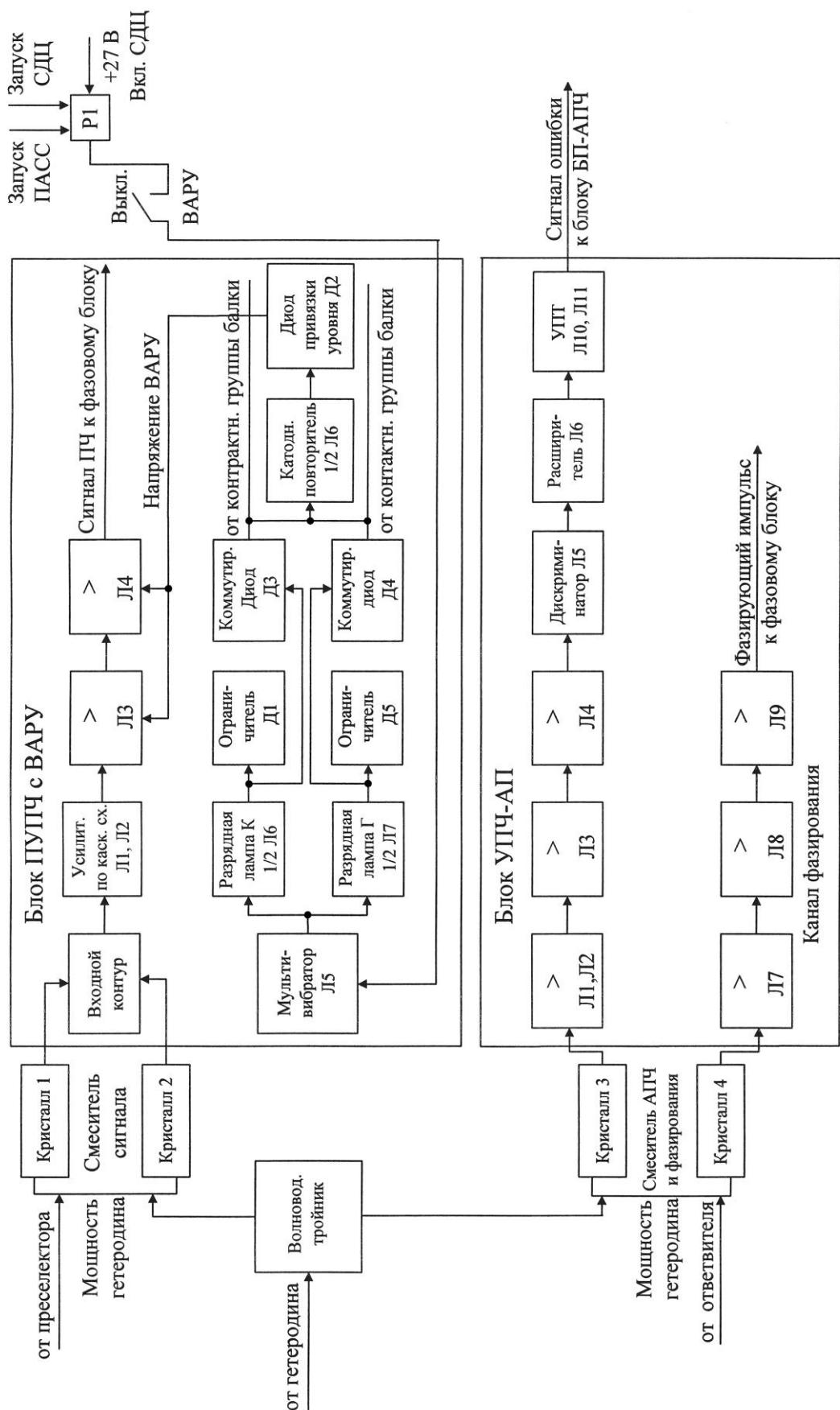


Рис. 4.4. Функциональная схема БПр-021

В блоке приемника имеются два канала: канал предварительного усиления сигналов промежуточной частоты и канал автоматической подстройки частоты, в котором, кроме сигнала ошибки для подстройки частоты магнетронного генератора, формируется фазирующий импульс для когерентного гетеродина.

Каждый канал имеет собственный смеситель, на который по даются непрерывные колебания с блока гетеродина БГ-02 через волноводный тройник. Волноводный тройник служит для деления мощности гетеродина пополам. На вторые входы смесителей поступают импульсные радиосигналы: на смеситель сигнала – отраженные радиоимпульсы с преселектора, на смеситель АПЧ – ослабленные зондирующие импульсы магнетронного генератора.

С выхода смесителя сигнала радиоимпульсы промежуточной частоты поступают в канал предварительного усиления промежуточной частоты, включающей в себя четырехкаскадный УПЧ с ВАРУ. С выхода ПУПЧ сигналы промежуточной частоты подаются на фазовый блок для дальнейшей обработки. С выхода смесителя АПЧ импульсные сигналы промежуточной частоты поступают на субблок УПЧ-АП, состоящий из двух каналов: канала фазирования и канала АПЧ.

Смесители сигналов и АПЧ

Смесители сигналов и АПЧ идентичны по конструкции и служат для преобразования сигналов СВЧ в сигналы промежуточной частоты 30 МГц.

Эквивалентная схема смесителя изображена на рис.4.5.

Балансная схема построения смесителя сигналов позволяет исключить прохождение шумов гетеродина на его выход. Это связано с тем, что сигнал гетеродина, в отличие от отраженного сигнала, подается на смесительные диоды в фазе, и поэтому вызванные сигналом гетеродина токи в катушках L1 и L2 будут встречными и одинаковыми. Эти токи компенсируют друг друга, не увеличивая результирующий коэффициент шума приемника.

С целью унификации приемника смеситель АПЧ выполнен также, как и смеситель сигнала, но не является балансным. С одного из диодов снимается сигнал для канала АПЧ, а с другого –

для фазирования когерентного гетеродина.

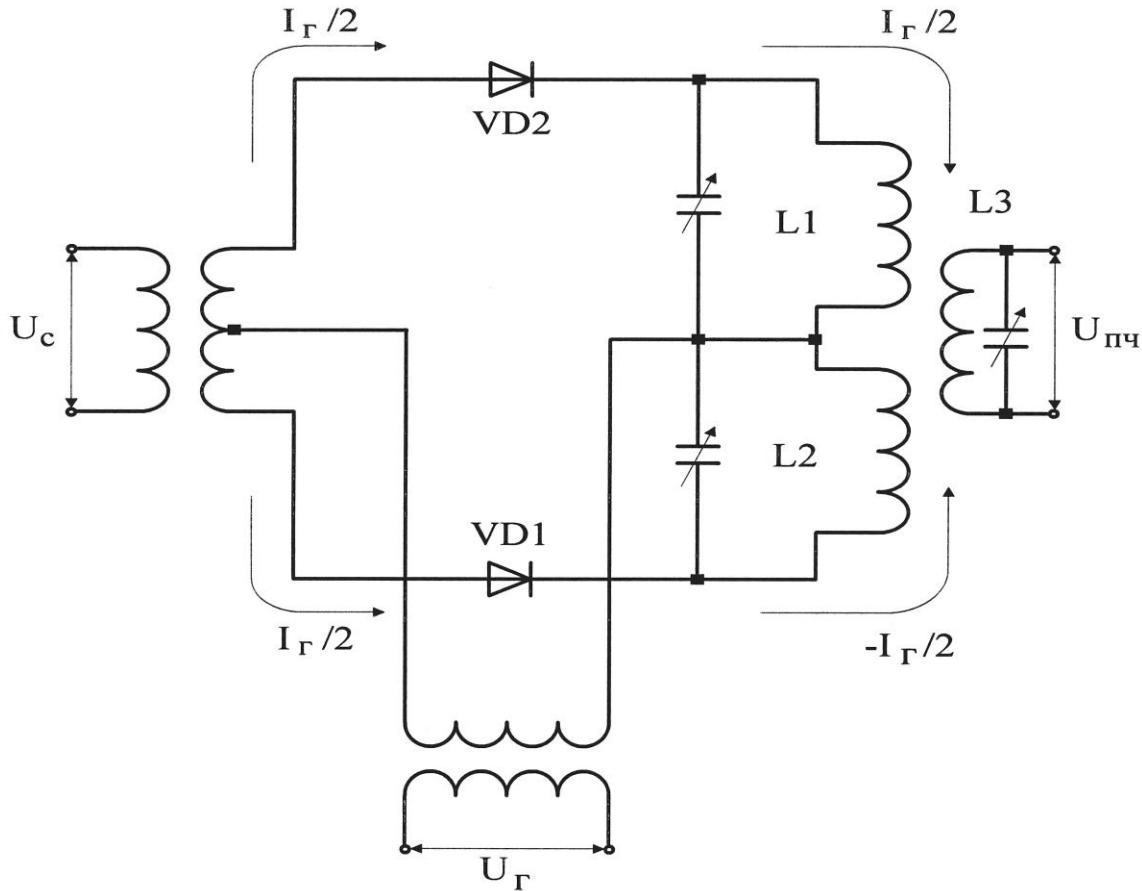


Рис. 4.5. Эквивалентная схема смесителя

ПУПЧ с ВАРУ

Субблок ПУПЧ с ВАРУ предназначен для предварительного усиления сигнала промежуточной частоты и автоматической регулировки коэффициента усиления приемника во времени для обеспечения постоянства амплитуды сигнала от цели на разных дальностях. Это способствует также ослаблению мощных сигналов от пассивных помех, предотвращая ввод приемника в режим насыщения.

Основные технические характеристики субблока ПУПЧ с ВАРУ:

коэффициент усиления на частоте 30 МГц – не менее 30;
полоса пропускания на уровне 0,7 – не менее 7 МГц.

Принципиальная схема предварительного усилителя промежуточной частоты с ВАРУ приведена в альбоме схем.

Субблок состоит из четырех каскадов усиления промежуточной частоты (лампы Л1 - Л4) и схемы ВАРУ (лампы Л5 - Л7). Сигнал промежуточной частоты, поступающий с выхода балансного смесителя, выделяется в настроенном на 30 МГц входном контуре и поступает на управляющую сетку лампы. Входной контур состоит из индуктивностей L1, L2, L3, намотанных на одном каркасе в одном направлении, и конденсаторов C7, C8, C11. Полоса пропускания контура выбрана равной 12...15 МГц для исключения влияния на полосу пропускания ПУПЧ. Такая полоса пропускания обеспечивается за счет шунтирующего действия внутренних сопротивлений кристаллических диодов балансного смесителя.

Для контроля работоспособности кристаллических диодов балансного смесителя производится измерение постоянной составляющей тока, протекающей через диоды. Чтобы напряжение сигнала промежуточной частоты не попадало на измерительный прибор, используются развязывающие цепочки, состоящие из дросселей Др1 - Др4 и конденсаторов С1 - С4.

Для уменьшения коэффициента шума ПУПЧ первые два каскада настроены по каскодной схеме («заземленный катод – заземленная сетка»). Достоинством такой схемы является низкий коэффициент шума. В качестве ламп каскодной схемы применены высокочастотные пентоды в триодном соединении. Применение в данной схеме триодов обусловлено тем, что триоды имеют в 3...5 раз меньший уровень шумов, чем пентоды. Недостатком триодов является относительно большая величина емкости сетка – анод, что может приводить к самовозбуждению усилителей. Конденсатор С15 изолирует управляющую сетку лампы Л1 от постоянного анодного напряжения и в то же время для напряжения высокой частоты представляет малое сопротивление, то есть по высокой частоте индуктивность L5 включена между анодом и катодом лампы Л2. Индуктивности L4 и L5 вместе с паразитными емкостями сетка – анод лампы Л1 и анод – катод лампы Л2 настраиваются на частоту 30 МГц и тем самым образуют фильтры – пробки для частоты 30 МГц, значительно уменьшающие обратную связь через паразитные емкости.

Предварительный усилитель промежуточной частоты выполнен по схеме «тройки» расстроенных контуров. Контуры в цепях анодов ламп Л2, Л3, Л4 образованы индуктивностями фильтров L6, L7, L8, паразитными емкостями монтажа и выходными и входными емкостями ламп. Ширина полосы пропускания 7 МГц достигается за счет настройки контуров: в цепи анода лампы Л2 – на 33 МГц, в цепи анода лампы Л3 – на 27 МГц и в цепи анода лампы Л4 – на 30 МГц.

Требуемая полоса пропускания каждого контура достигается шунтированием этих контуров резисторами R5, R9 и R14, согласованием их с сопротивлениями соединительных кабелей. С нагрузки лампы Л4 сигнал поступает на высокочастотный разъем Ш3 и далее по соединительному кабелю на фазовый блок.

Регулировка усиления ПУПЧ осуществляется схемой ВАРУ. Схема ВАРУ состоит из ждущего мультивибратора – лампа Л5, разрядных ламп – левые половины ламп Л6 и Л7 и катодного повторителя – правая половина лампы Л6.

Запускающие импульсы положительной полярности амплитудой 40 В и длительностью 1 мкс с контакта Зб разъема Ш5 подаются на делитель, состоящий из резисторов R18 и R16, а с него – на запуск мультивибратора. В исходном состоянии левая половина лампы Л5 заперта за счет протекания тока правой половины лампы Л5 через общую катодную нагрузку R22, потенциал управляющей сетки правой половины лампы Л5 выше, чем потенциал управляющей сетки левой половины лампы Л5. Запускающий импульс отпирает левую половину лампы Л5, при этом мультивибратор формирует прямоугольный импульс, длительность которого определяется постоянной времени RC-цепи: R20, C38 – 200 мкс в режимах ПАСС, СДЦ или R20, C38, C36 – 400 мкс в режиме работы АКТ. При работе в активном режиме контактами реле Р1 параллельно конденсатору С38 подключается конденсатор С36.

С приходом отрицательного импульса мультивибратора на управляющие сетки разрядных ламп Л6а и Л7а они запираются, и конденсаторы С40 и С46 заряжаются через резисторы R25, R2 при работе антенны курса или R35, R13 – при работе антенны

глиссады (R2, R13 расположены в блоке приемника). Величина сопротивления резисторов R2 и R13 определяет скорость заряда конденсаторов C40 и C46. Шлизы потенциометров R2 и R13 выведены на лицевую панель блока приемника и называются КРУТИЗНА К и КРУТИЗНА Г. Аноды разрядных ламп Л6а и Л7а поочередно, в такт работе антенны курса и глиссады, через резисторы R37 и R38 подключаются к корпусу, что определяет очередьность заряда конденсаторов C40 и C46. Амплитуда напряжения заряда конденсаторов C40 и C46 ограничивается на определенном уровне с помощью диодов Д1 и Д5. На катоды диодов подается запирающее положительное напряжение, снимаемое с переменных резисторов R5 АМПЛИТУДА К или АМПЛИТУДА Г, расположенных в блоке приемника. При достижении пилообразным напряжением значения, равного напряжению запирания диода, последний открывается и дальнейший заряд конденсатора прекращается. По окончании импульса мультивибратора разрядные лампы отпираются и конденсаторы C40, C46 быстро разряжаются через разрядные лампы. Пилообразные напряжения с конденсаторов C40, C46 поступают на управляющую сетку лампы Л6б, работающей в качестве катодного повторителя.

Выходное пилообразное напряжение с R33 подается на управляющие сетки ламп Л3 и Л4, в результате чего усиление ПУПЧ плавно изменяется от минимального (на малой дальности) до максимального (на максимальной дальности).

Как видно из описания схемы, напряжение ВАРУ формируется неодинаково для каналов курса и глиссады. Это объясняется тем, что диаграммы направленности антенны курса и глиссады расположены в пространстве взаимно перпендикулярно и отражения от земной поверхности имеют преобладающее значение в канале глиссады. Закон изменения напряжения ВАРУ по глиссаде устанавливают по результатам облета радиолокационной системы посадки с помощью переменных резисторов R1 – АМПЛИТУДА Г и R13 – КРУТИЗНА Г.

Выключение ВАРУ производится путем размыкания цепи запуска тумблером В1 ВАРУ–ВЫКЛ.

УПЧ-АП

Субблок УПЧ-АП предназначен:

для усиления фазирующих импульсов, подаваемых на когерентный гетеродин;

для получения сигнала ошибки схемы автоматической подстройки частоты МГ.

Технические данные субблока:

- полоса пропускания канала фазирования – не менее 3 МГц;
- коэффициент усиления канала фазирования на частоте 30 МГц – не менее 25;
- несущая частота всех каналов – 30 МГц.

Принципиальная схема субблока УПЧ-АП приведена в альбоме схем.

Усилитель промежуточной частоты канала фазирования состоит из трех каскадов (Л7 - Л9), представляющих собой расстроенную тройку контуров. Входной контур (индуктивность L12) настроен на частоту 30 МГц.

На выходной разъем Ш3 подается только часть сигнала (с резистора R33) во избежание шунтирования выходного контура 50-омным коаксиальным кабелем, по которому фазирующий импульс подается на вход когерентного гетеродина.

Канал АПЧ состоит из УПЧ, дискриминатора, схемы расширения импульсов и усилителя постоянного тока (УПТ). Усилитель промежуточной частоты канала АПЧ состоит из четырех каскадов усиления (Л1 - Л4). Для получения полосы пропускания усилителя не менее 30 МГц при средней частоте 30 МГц применена специальная система настройки контуров. Индуктивности L2, L4, L5 образуют систему связанных контуров. Резонансная кривая этой системы имеет максимумы на частотах порядка 15 МГц и 45 МГц и минимум на частоте 30 МГц. Такую же систему связанных контуров образуют индуктивности L6, L7, L8. Контуры, образованные индуктивностями L1, L3, L9, настроены на частоту 30 МГц и шунтированы резисторами R1, R8, R14 для расширения полосы пропускания. Благодаря этим контурам устраняется провал на частоте 30 МГц в общей полосе пропускания усилителя (рис.4.6).

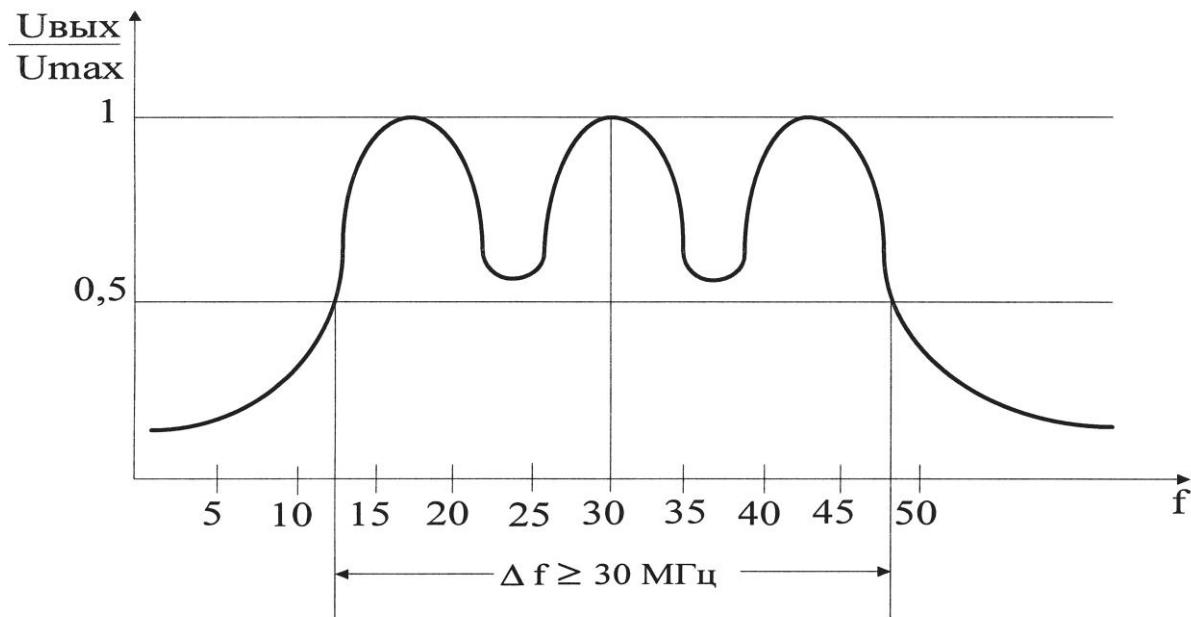


Рис. 4.6. АЧХ широкополосного УПЧ субблока УПЧ-АП

С выхода широкополосного УПЧ напряжение поступает на частотный дискриминатор. В ПРЛ-6М2, в отличие от ДРЛ-6М2, где применен дискриминатор с фазовым детектированием, используется балансный частотный дискриминатор с двумя расстроеными контурами. Величина расстройки контуров дискриминатора относительно средней частоты ($f_{пр.0} = 30$ МГц) порядка 15 МГц (рис.4.7).

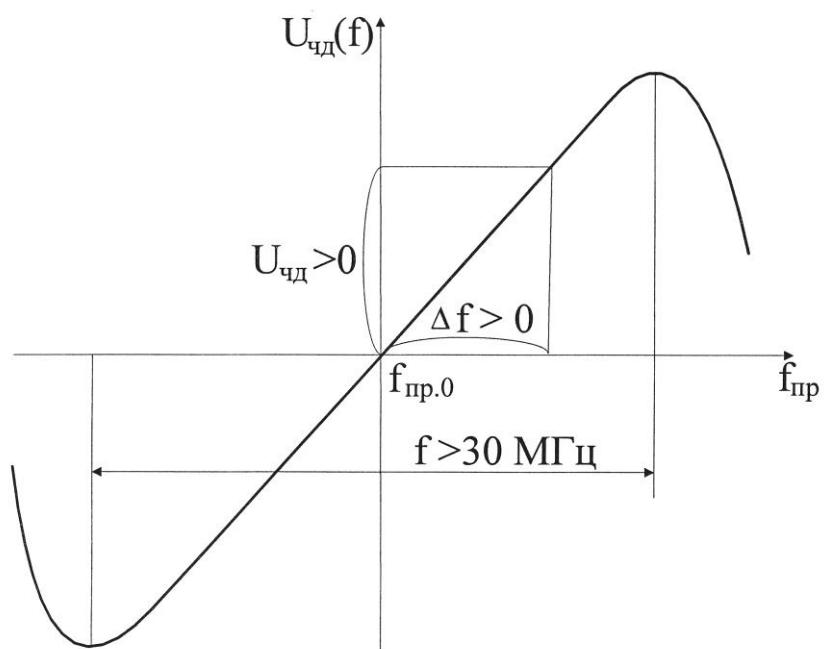


Рис. 4.7. АЧХ частотного дискриминатора

С выхода дискриминатора импульсы сигнала ошибки поступают на схему расширения импульсов (Л6). Постоянные времена цепочек R21, C32 и R22, C34 выбраны порядка 1700 мкс. Благодаря этому на выходе схемы расширения получают растянутые импульсы, близкие по форме к постоянному напряжению. Напряжение с плеч схемы расширения импульсов подается на сеточный вход УПТ. На рис. 4.8 изображена эквивалентная упрощенная схема УПТ.

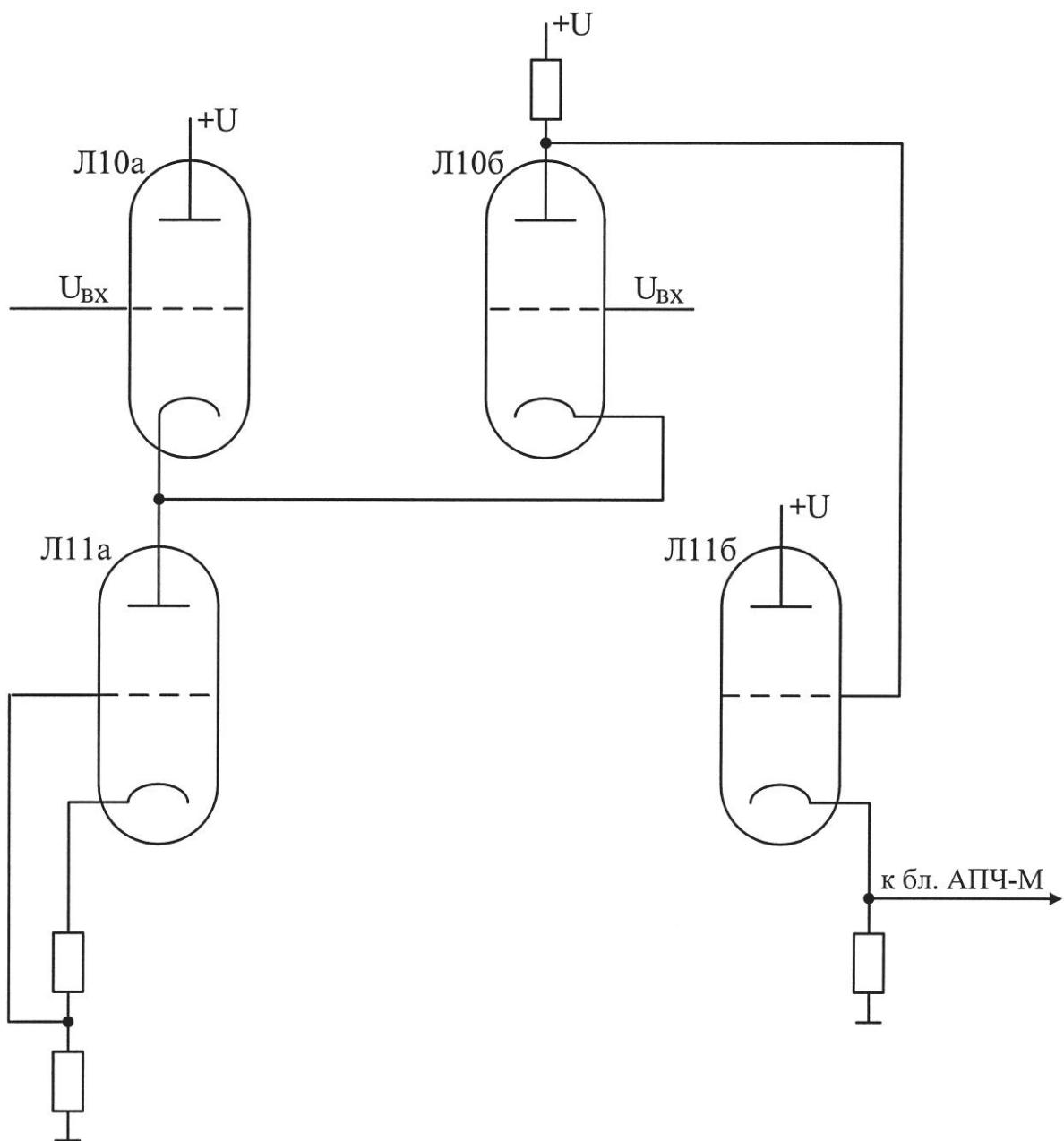


Рис. 4.8. Упрощенная схема УПТ

Применение в качестве нагрузки катодного повторителя триода Л11 (левая половина) позволяет получить катодный повторитель с хорошей линейностью во всем диапазоне входных сигналов. С выхода УПТ снимается разность двух напряжений. Использование в качестве входных клемм Л11б одновременно и сетки и катода позволяет повысить чувствительность УПТ.

Катодный повторитель, правая половина лампы Л11, позволяет привязать выходное напряжение УПТ к нулевому потенциалу. Резистор R40 КРУТИЗНА используется при настройке субблока для выбора одинакового уровня ограничения обеих ветвей дискриминационной характеристики и одинаковой крутизны ветвей (рис. 4.7).

Начальным уровнем служит нулевой потенциал относительно корпуса, который устанавливается с помощью переменного резистора R46 УРОВЕНЬ. Для регулировки величины выходного сигнала служит переменный резистор R1 УСИЛЕНИЕ АПЧ, установленный на лицевой панели блока приемника за дверцей. Сигнал ошибки с выхода УПТ через контакт 6б разъема Ш5 подается на блок АПЧ-М.

Конденсаторы С1, С2, С3 и С36, С37, С38, дроссели Др1, Др2 и Др4, Др5 служат для фильтрации переменной составляющей тока кристалла. Постоянная составляющая тока кристалла через дроссели Др1, Др2 и Др4, Др5 подается на измерительный прибор, расположенный на лицевой панели блока приемника.

4.2.4. Фазовый блок БФ-02

Фазовый блок предназначен для усиления по промежуточной частоте отраженных сигналов, поступающих с ПУПЧ, и преобразования их в видеоимпульсы.

Технические данные блока:

- промежуточная частота – 30 МГц;
- полоса пропускания не менее – 4,5 МГц;
- коэффициент усиления по амплитудному и фазовому каналам – не менее 500;
- частота колебаний когерентного гетеродина – 30 МГц.

В состав фазового блока входят:

- субблок УПЧ-Л;
- субблок УПЧ-Ф;
- когерентный гетеродин;
- блок проверки фазирования (БПФ).

Функциональная схема фазового блока приведена на рис. 4.9.

УПЧ-Л

Субблок УПЧ-Л предназначен для усиления и амплитудного детектирования сигналов промежуточной частоты в режимах ПАСС и АКТ.

Амплитудная характеристика субблока УПЧ-Л является логарифмической (рис.4.10). Динамический диапазон сигналов на входе приемника порядка 50...70 дБ (по мощности). Применяемый в данном случае УПЧ с логарифмической характеристикой ограничивает только достаточно большие сигналы, превышающие уровень собственных шумов на 50...60 дБ. Таким образом, сигнал от самолета, находящегося на фоне местного предмета или гидрометеора, не будет ограничен. В случае применения линейного УПЧ полезный сигнал будет ограничен.

УПЧ-Л построен по схеме сложения напряжений видеоимпульсов с выходов усилительных каскадов, имеющих отдельные амплитудные детекторы. Принципиальная схема УПЧ-Л приведена в альбоме схем.

Усилитель промежуточной частоты состоит из 6 каскадов, выполненных на пентодах с двумя анодами (Л9 - Л14). С одного из анодов сигнал подается на следующий каскад усиления, со второго анода – на амплитудный детектор. После детектирования видеосигналы поступают на каскады видеоусилителя и сложения (Л1 - Л6). В качестве сумматоров используется линия задержки, реализованная на Др1 - Др14 и междуэлектродных емкостях ламп.

Каждый в отдельности каскад УПЧ является линейным усилителем. С ростом напряжения на входе он входит в режим насыщения. Если рассматривать УПЧ в целом, то с ростом входного напряжения на управляемой сетке лампы Л9 вначале войдет в режим насыщения последний каскад УПЧ (Л14). При дальней-

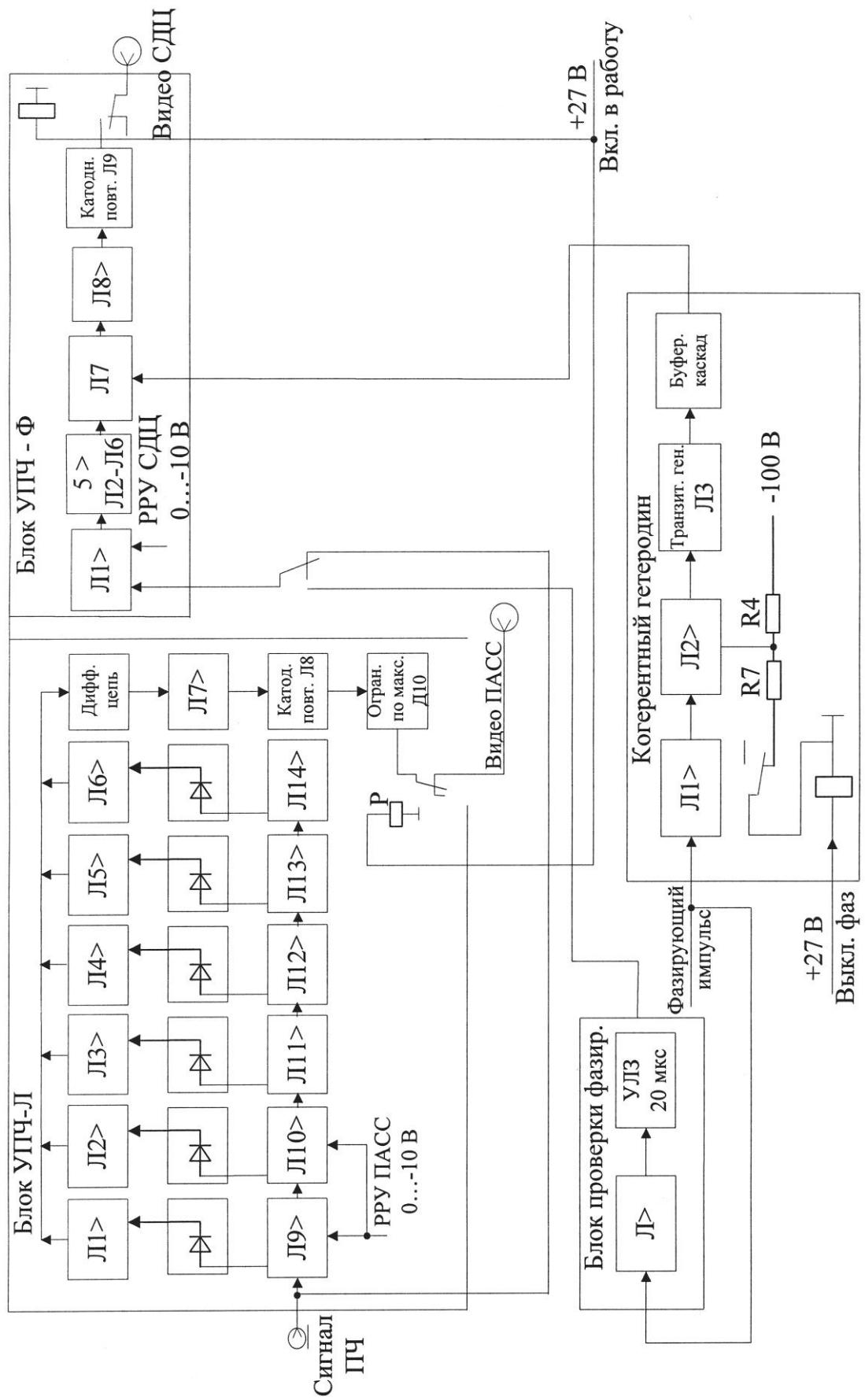


Рис. 4.9. Функциональная схема фазового блока

шем росте входного напряжения будут поочередно входить в режим насыщения все предыдущие каскады – Л13, Л12, Л11, Л10 и, наконец, Л9. При этом выходное напряжение в канале видеоусиления и сложения будет возрастать до тех пор, пока не войдет в режим насыщения каскад, построенный на лампе Л9. Дальнейший рост входного напряжения не приведет к увеличению сигнала на выходе УПЧ.

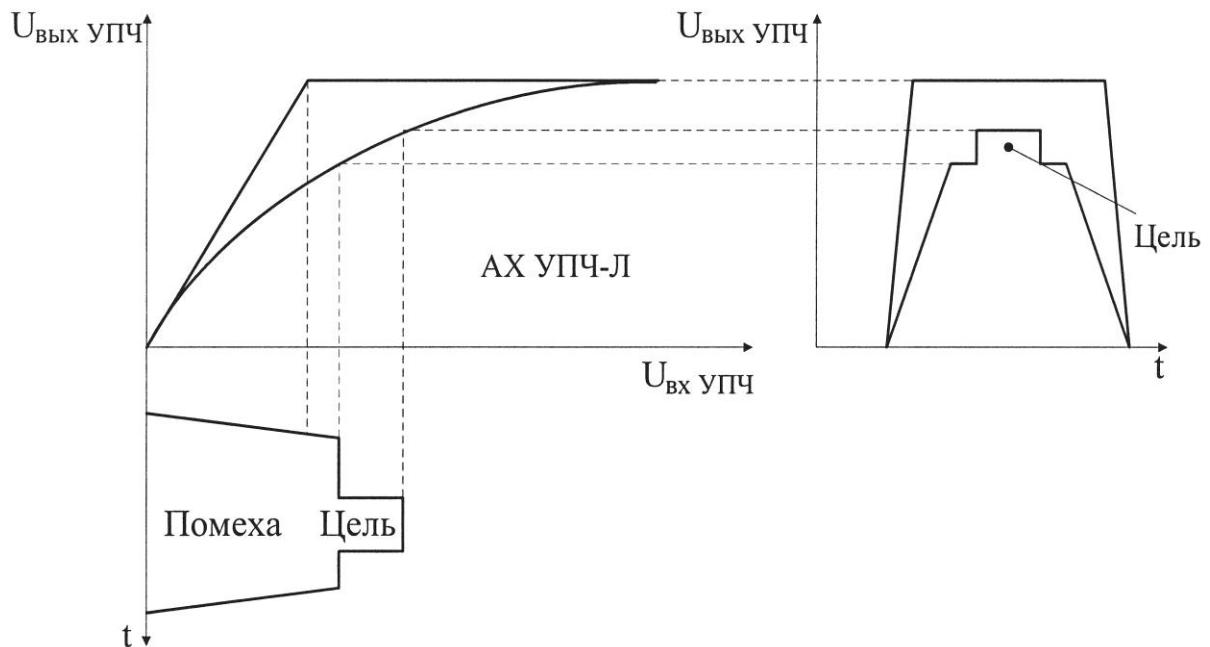


Рис. 4.10. Временные диаграммы в УПЧ-Л

Процесс формирования логарифмической амплитудной характеристики УПЧ-Л поясняется на рис.4.11.

Результирующая амплитудная характеристика усилителя, получаемая в результате сложения напряжений, снимаемых с анодов ламп видеоусилителей Л1 - Л6, близка к логарифмической. Между каскадами видеоусилителей включены звенья линии задержки. Время задержки каждого звена линии выбрано равным времени задержки сигнала при прохождении им одного каскада УПЧ. Это необходимо для совмещения видеоимпульсов при сложении их на общей нагрузке R1, R21.

Полоса пропускания каждого каскада УПЧ равна 4...5 МГц и определяется полосой пропускания контуров, образованных индуктивностями L1, L3, L5, L7, L9, L11. Контуры L2, L4, L6, L8, L10

имеют широкую полосу пропускания (не менее 7 МГц), что достигается подбором величины связи между обмотками контуров.

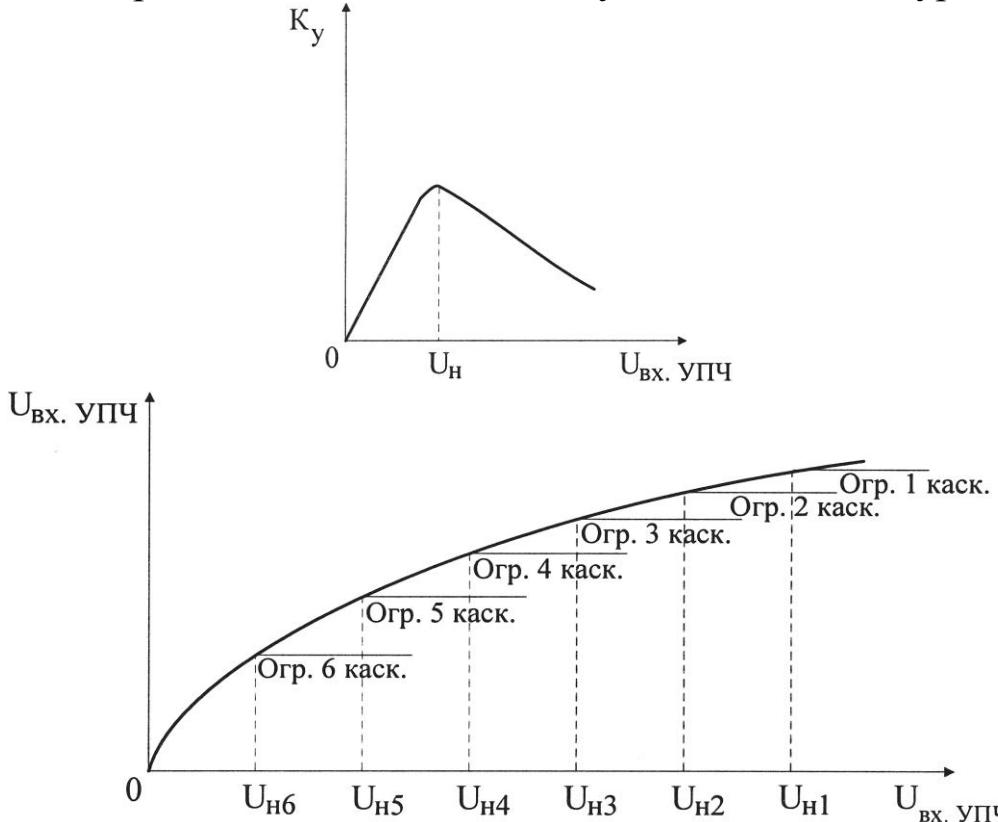


Рис. 4.11. Принцип получения логарифмической амплитудной характеристики

Сигнал с анодов ламп канала видеоусиления и сложения проходит через дифференцирующую цепочку R20, C14, постоянная времени которой меньше длительности сигнала, отраженного от самолета. Сигналы, отраженные от целей, протяженных местных предметов и гидрометеоров, имеющие большую длительность, дифференцируются. Получаемые в результате дифференцирования отрицательные выбросы ограничиваются диодом Д7. Таким образом, от местных предметов и гидрометеоров на экране индикатора остается только лишь передняя кромка, что позволяет выделять метку цели на «шумовом» фоне пассивных отражений (рис.4.12).

После усиления в каскадах видеоусилителя (два каскада на лампе Л7) сигналы положительной полярности поступают на катодный повторитель (Л8) и с его нагрузки R30 на выход субблока. Резисторы R27, R29 являются антипаразитными и служат для предот-

вращения возможности самовозбуждения катодного повторителя. Чтобы амплитуды выходных сигналов не превышали значения 8,5 В (необходимо для работы индикаторных устройств), на выходе катодного повторителя включен ограничитель на кремниевом стабилитроне Д814А (диод Д10).

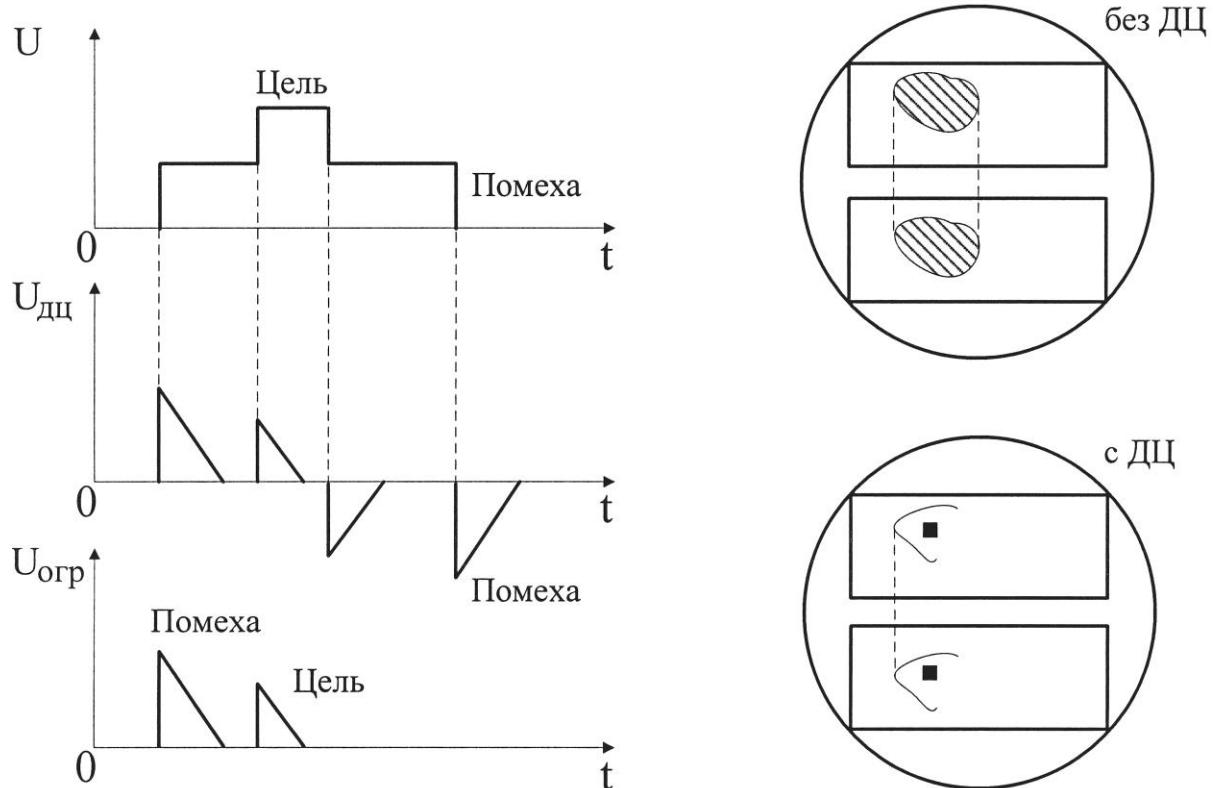


Рис. 4.12. Принцип работы дифференцирующей цепочки и вид ИКГ

УПЧ-Ф

Субблок УПЧ-Ф предназначен для усиления сигналов промежуточной частоты, поступающих с ПУПЧ в режиме селекции движущихся целей. На фазовом детекторе субблока производится сравнение фаз отраженного и зондирующего сигналов, в результате чего на его выходе формируются видеоимпульсы определенной амплитуды и полярности, зависящие от разности фаз этих сигналов. Видеоимпульсы с выхода УПЧ-Ф подаются на компенсирующее устройство.

Принципиальная схема УПЧ-Ф приведена в альбоме схем.

Субблок УПЧ-Ф состоит из 6 каскадов усиления промежуточной частоты (лампы Л1 - Л6), фазового детектора (лампа Л7),

видеоусилителя (лампа Л8) и катодного повторителя (лампа Л9). Смещение на сетках всех ламп усилителя автоматическое. Ручная регулировка усиления производится путем подачи отрицательного напряжения на управляющую сетку лампы Л1.

Два первых каскада усиления являются усилителями с линейной амплитудной характеристикой, четыре последующих каскада образуют усилитель с ограничением. Ограничение необходимо для того, чтобы исключить зависимость напряжения на выходе фазового детектора от величины входного сигнала. Ограничение в усилителе осуществляется за счет подачи пониженного до 75 В экранного напряжения на лампы Л3 - Л5. В качестве анодной нагрузки каскадов используются связанные контуры. Средние частоты настройки контуров следующие: L1 – 32 МГц; L2 – 28 МГц; L3 – 32 МГц; L4 – 28 МГц; L5, L6 – 30 МГц.

На фазовый детектор, построенный на лампе Л7, подаются одновременно два напряжения: напряжение с последнего каскада УПЧ и опорное напряжение с когерентного гетеродина, сфазированное зондирующими импульсами магнетронного генератора.

Резистор R33 служит для согласования со входом фазового детектора волнового сопротивления коаксиального кабеля, по которому подается опорное напряжение от когерентного гетеродина.

При настройке субблока УПЧ-Ф и проверке полосы пропускания необходимо переключать фазовый детектор в режим амплитудного детектирования. Для этого анод правой половины лампы Л7 заземляется с помощью контактов реле Р1 при установке тумблера В2 «ФД-АД» на лицевой панели блока БФ-02 в положение «АД».

Вideoимпульсы обеих полярностей с выхода фазового детектора подаются на вход видеоусилителя (Л8) с отрицательной обратной связью. Видеоусилитель должен усиливать в линейном режиме видеоимпульсы как положительной, так и отрицательной полярности. Коэффициент усиления регулируется с помощью переменного резистора R41. Усиленные видеоимпульсы поступают на катодный повторитель (Л9), основное назначение которого состоит в согласовании высокоомного выхода видеоусилителя с волновым сопротивлением (150 Ом) кабеля, по которому видеосигнал подается на компенсирующее устройство.

Когерентный гетеродин

Когерентный гетеродин предназначен для генерирования непрерывных колебаний промежуточной частоты, фазируемых зондирующими импульсами магнетронного генератора. Принципиальная схема гетеродина приведена в альбоме схем.

Когерентный гетеродин состоит из двух каскадов усиления фазирующих импульсов (лампы Л1, Л2), транзитронного генератора (лампа Л3) и буферного усилительного каскада (лампа Л4).

Фазирующий импульс с блока приемника поступает по коаксиальному кабелю на управляющую сетку лампы Л1. Смещение 1-го и 4-го каскадов автоматическое, 2-го – фиксированное. Напряжение смещения на управляющую сетку лампы Л2 подается с делителя напряжения R4, R7 и выбрано таким образом, чтобы произвести отсечку паразитных сигналов и шумов в целях предотвращения несанкционированного фазирования гетеродина. Усиленный двухкаскадным усилителем фазирующий импульс поступает на колебательный контур генератора. Генератор собран на транзитронной схеме. Колебательный контур, состоящий из индуктивности L2 и конденсаторов C11, C12, C14, включен между антидинатронной сеткой и катодом лампы Л3 за счет наличия конденсатора C21.

Генерация в транзитронной схеме возникает за счет того, что при определенных напряжениях на антидинатронной и экранирующей сетках пентода промежуток катод – экранирующая сетка имеет отрицательное сопротивление. Это сопротивление компенсирует потери в контуре, в результате чего обеспечивается возникновение в контуре незатухающих колебаний. Передача изменения напряжения экранирующей сетки на антидинатронную осуществляется через конденсатор C20. Подстройка генератора по частоте осуществляется с помощью подстроечного конденсатора C14. Колебания, вырабатываемые генератором, усиливаются буферным усилителем на лампе Л4 и подаются на вход фазового детектора субблока УПЧ-Ф.

В субблоке когерентного гетеродина предусмотрена возможность выключения фазирования при помощи реле Р, на которое подается напряжение +27 В с блока технического управления

при установке тумблера ФАЗИРОВАНИЕ-ВЫКЛ. в положение «ВЫКЛ». С помощью реле Р делитель на резисторах R4, R7 отключается от корпуса и на сетку лампы Л2 поступает напряжение минус 105 В. В этом случае фаза зондирующего импульса когерентному гетеродину не навязывается, и он генерирует колебания со случайной фазой.

4.2.5. Блок гетеродина БГ-02

Блок гетеродина предназначен для генерирования непрерывных стабилизированных кварцем колебаний, подаваемых на смесители сигналов и АПЧ.

Технические данные блока:

количество фиксированных рабочих частот – 6;

время перестройки с одной фиксированной частоты на другую – не более 30 мин;

выходная мощность на любой из частот – не менее 6 мВт.

В состав блока гетеродина входят:

- гетеродин;
- субблок автоматической регулировки мощности (САРМ);
- выпрямители: -125 В 75 мА, +150 В 70 мА; +250 В 190 мА.

Гетеродин

Гетеродин построен по схеме Шембеля – последовательного умножения частоты кварцевого генератора в шести каскадах. Схема Шембеля обеспечивает минимальную зависимость частоты генератора от нагрузки. Функциональная схема гетеродина представлена на рис. 4.13.

Общий коэффициент умножения равен произведению коэффициентов умножения отдельных каскадов $K_{\text{УМН}} = K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 = 2 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 4 = 192$. Первые три каскада выполнены в виде отдельного субблока (предварительный умножитель). В предварительном умножителе происходит возбуждение высокочастотных колебаний и умножение их частоты в 12 раз. Принципиальная схема гетеродина приведена в альбоме схем.

Первый каскад предварительного умножителя (кварцевый

генератор) выполнен на лампе Л1 и представляет собой одну из разновидностей схем с электронной связью. В таких схемах различают внутреннюю часть, в которой непосредственно возбуждаются колебания, и внешнюю, которая передает эти колебания в нагрузку. Связь между обеими частями схемы осуществляется через электронный поток лампы.



Рис. 4.13. Функциональная схема гетеродина

Внутренняя часть схемы выполнена с кварцем в контуре. С целью исключения возникновения помех от гетеродина применены кварцы с более высокой частотой, чем промежуточная. Такие кварцы возбуждаются на третьей гармонике. Индуктивное сопротивление кварцев при этом мало и не всегда достаточно для выполнения условий самовозбуждения. Чтобы увеличить индуктивное сопротивление ветви контура с кварцем и надежно обеспечить возбуждение кварцев на требуемых частотах, в схему включена индуктивность L1. Резистор R1 шунтирует кварц для исключения возможных паразитных колебаний. Конденсаторы C2 и C4 являются конденсаторами обратной связи.

Во внешней части схемы включен контур, состоящий из элементов L2, C5, настраиваемый на вторую гармонику генерируемой частоты, в результате чего происходит умножение частоты задающего генератора в 2 раза в первом же каскаде.

Второй каскад собран на лампе Л2. Напряжение смещения

на управляющей сетке – комбинированное. Часть напряжения смещения образуется за счет катодного тока (автосмещение). Другая часть напряжения смещения вводится в цепь сетки в виде управляющего напряжения. Этим достигается регулирование уровня мощности гетеродина.

В режиме автоматического регулирования мощности управляющее напряжение вырабатывается схемой АРМ, а в режиме ручной регулировки поступает от источника питания минус 125 В через делитель R1, R2. Регулирующий резистор R2 РРМ вынесен на лицевую панель блока гетеродина. Переключение из режима АРМ в режим РРМ осуществляется с помощью переключателя В3, вынесенного также на лицевую панель блока гетеродина.

Колебательная система второго каскада состоит из коротко-замкнутого коаксиального резонатора У1 и подстроичного конденсатора С14. Она настроена на четвертую гармонику генерируемого колебания. Передача мощности из второго каскада в третий происходит через конденсатор связи С15.

Третий каскад работает в режиме утроения частоты. Анодная нагрузка представляет собой коаксиальный резонатор. Подстройка резонатора осуществляется с помощью двух конструктивных емкостей С17 и С18. Вывод энергии индуктивный - с помощью петли связи, закрепленной на конце коаксиального кабеля. Падение напряжения на резисторе R10 измеряется контрольным прибором ИП-1 КОНТРОЛЬ РЕЖИМОВ, размещенным на лицевой панели блока гетеродина (в положении «ТОК ПР. УМН.» переключателя В1).

Четвертый и пятый каскады выполнены на лампах Л1, Л2. Оба каскада работают в режиме удвоения частоты, что обеспечивается настройкой их контуров на соответствующую частоту. Подстройка анодно-сеточного контура 4-го каскада ёмкостная, вывод энергии индуктивный с помощью петли связи. Подстройка анодно-сеточного контура 5-го каскада ёмкостная, вывод энергии осуществляется ёмкостным зондом.

Шестой (выходной) каскад работает в режиме утверждения частоты. Катодно-сеточная часть каскада выполнена в виде настраиваемого конструктивной емкостью коаксиального резонатора. Вывод энергии осуществляется ёмкостным зондом. Анодно-

сеточный резонатор представляет собой отрезок волновода стандартного сечения. Настройка осуществляется короткозамыкающим контактным поршнем, а согласование с нагрузкой – с помощью двух реактивных штырей.

Падение напряжения на резисторах R2, R4 и R6 измеряется контрольным прибором ИП-1 КОНТРОЛЬ РЕЖИМОВ в положениях переключателя В1 «ТОК II УМН.», «ТОК III УМН.» и «ТОК ОУ» соответственно.

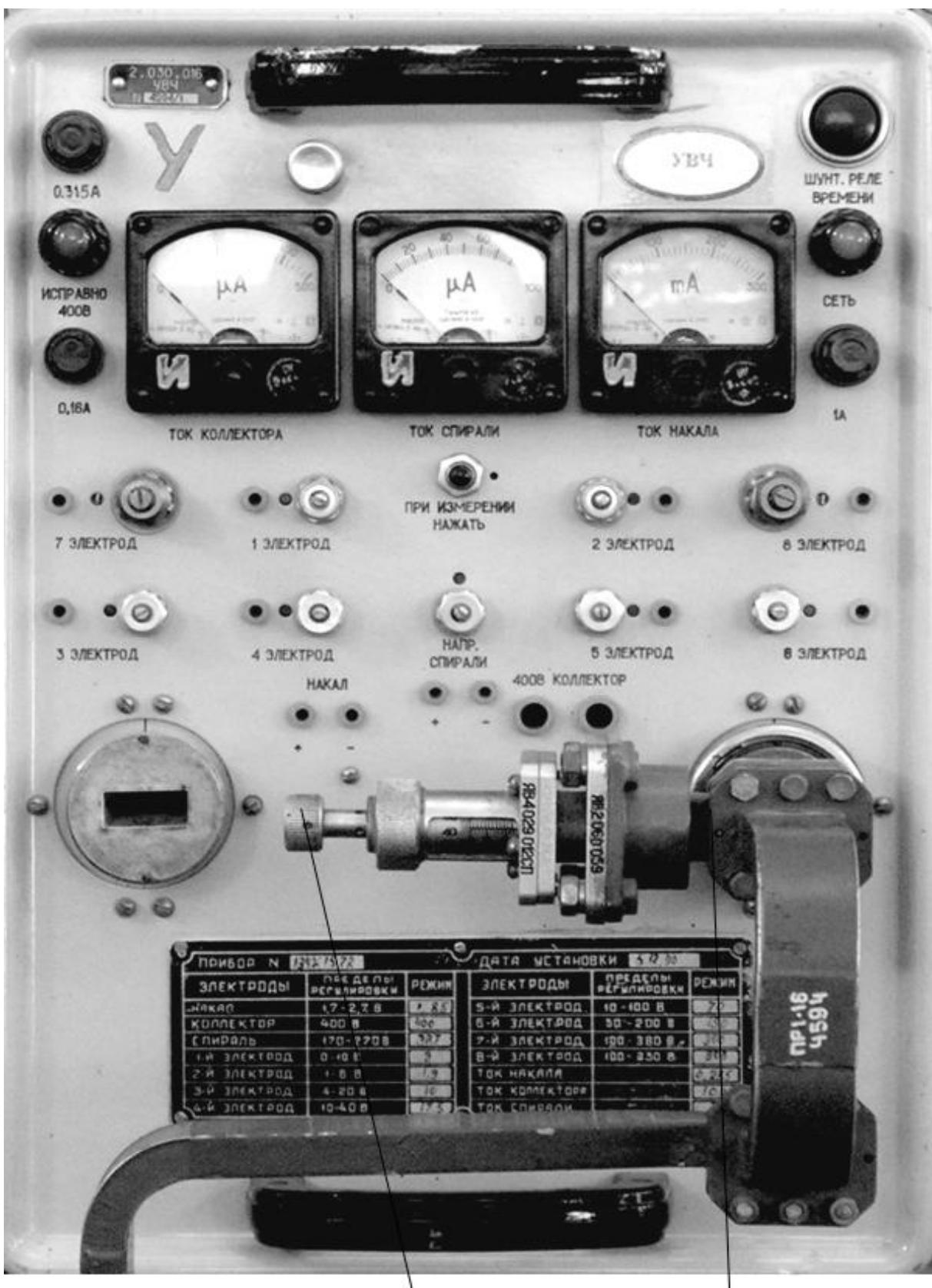
Для перестройки гетеродина на другую фиксированную частоту необходимо произвести замену кварца в задающем генераторе и подстройку объемных высокочастотных контуров согласно инструкции по эксплуатации.

4.2. Конструкция приемника первичного канала

Блоки обоих приемников первого канала размещены в трех стойках: две стойки СПр-02 и СГ-02. В каждой из стоек СПр-02 расположены блоки в следующем порядке: УВЧ (рис.4.14), БПр-021 (рис.4.15), БП АПЧ (рис.4.16), БФ-02 (рис.4.17). На верхней раме каждой из двух стоек находятся распределительные коробки, от которых отходят высокочастотные кабели. Стойки приемников выполнены на базе типовых стоек.

Справа расположена стойка СГ-02 с тремя блоками: два блока гетеродина БГ-021 (рис.4.18) и один блок развертывающих напряжений БРН-021. С лицевой стороны стоек проходит волноводный тракт, соединяющий отдельные блоки волноводами. При необходимости выдвижения блоков из стоек волноводы могут быть сняты.

Конструктивно блок гетеродина с габаритными размерами 270x380x572 мм представляют собой типовую конструкцию. В основу блока заложена литая рама, к которой спереди крепится лицевая панель, а сзади – механизм удержания блока. Справа в верхней части рамы закреплен кронштейн, на котором установлен субблок АРМ и отдельные радиоэлементы. В нижней части рамы закреплено амортизационное устройство, на котором установлен гетеродин. Слева на раме расположены три выпрямителя.



Микрометрический винт перестройки частоты

Преселектор

Рис. 4.14. Передняя панель блока УВЧ с преселектором

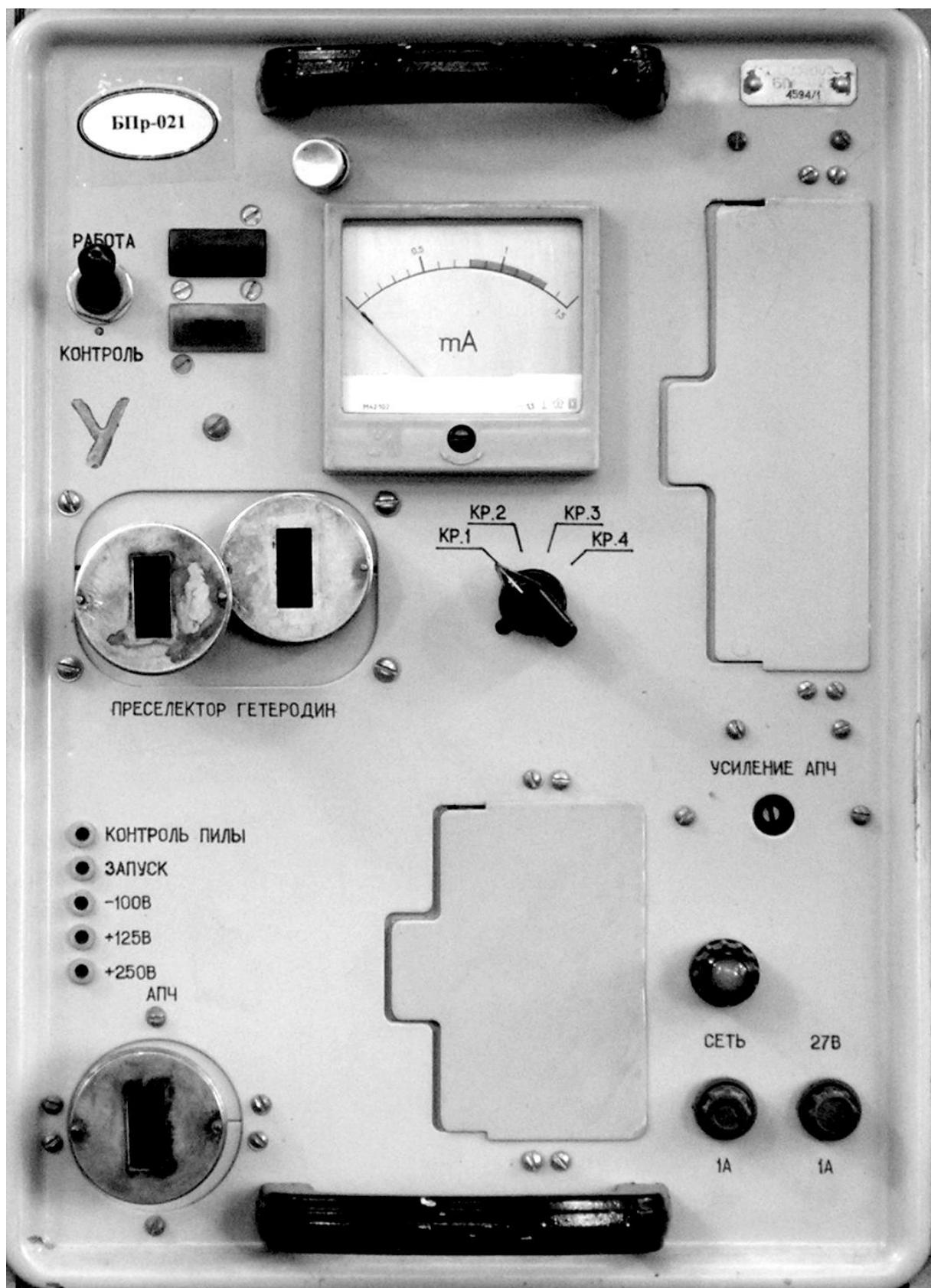


Рис. 4.15. Передняя панель блока БПр-021

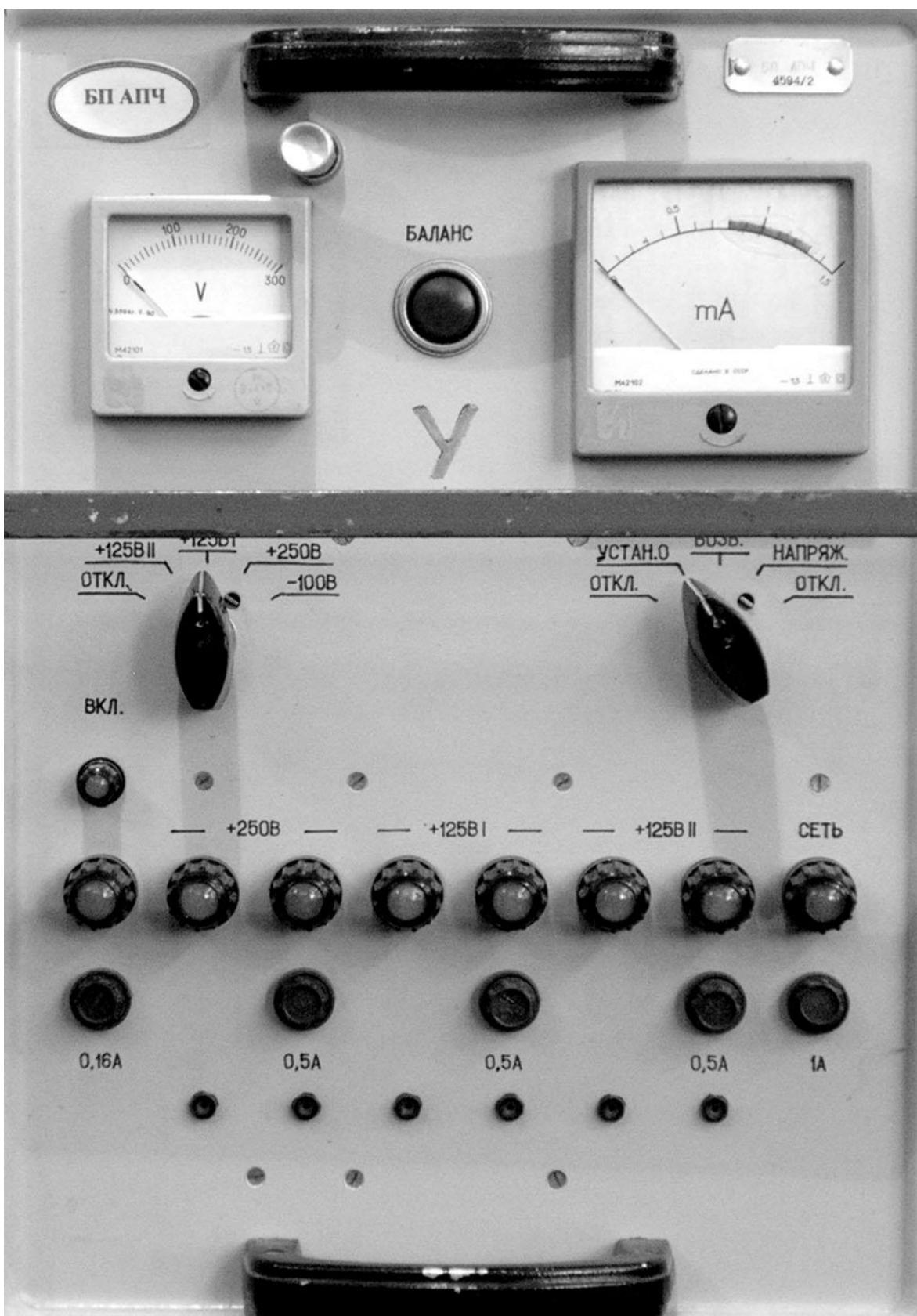


Рис. 4.16. Передняя панель блока БП АПЧ

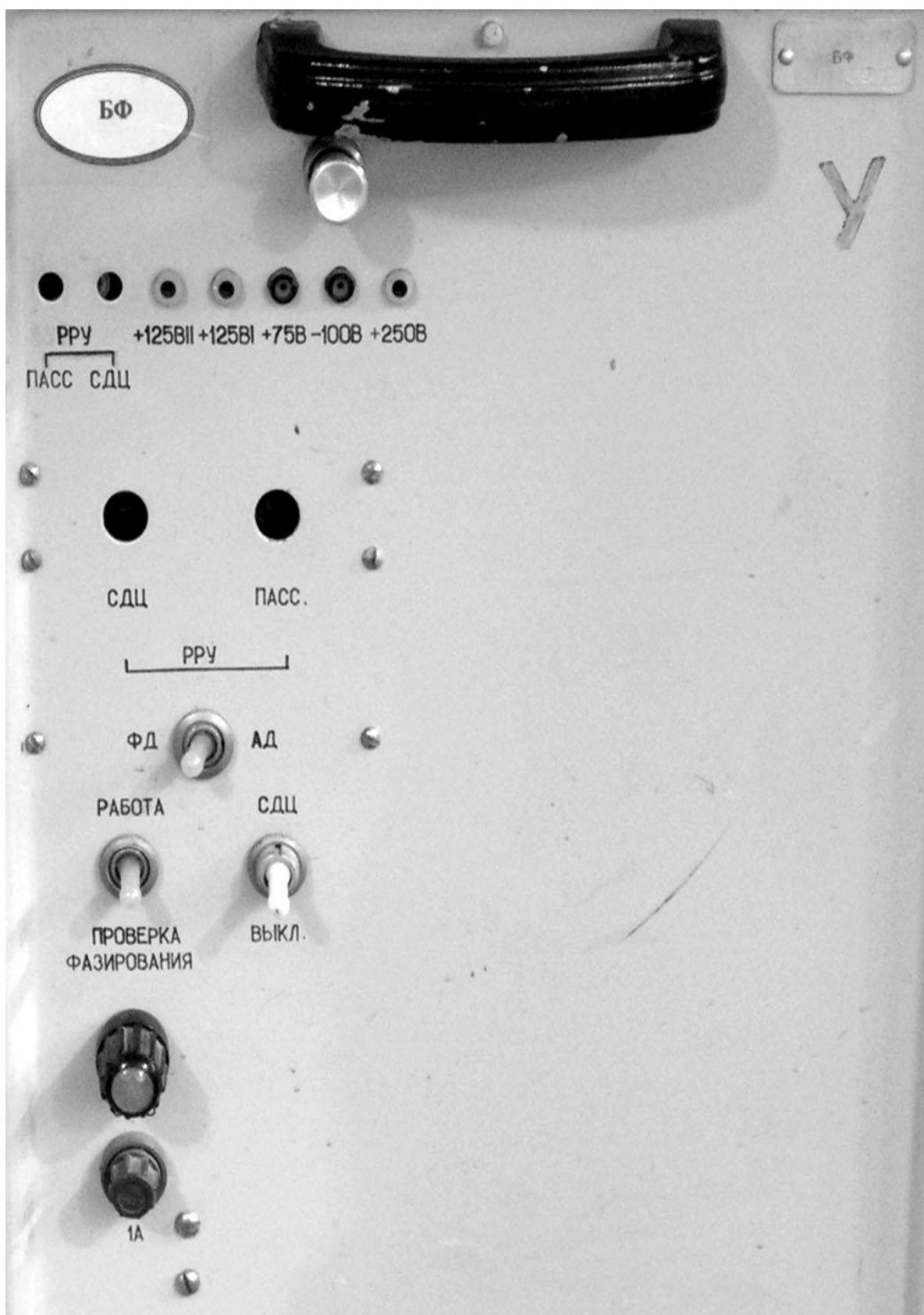


Рис.4.17. Передняя панель блока БФ-02

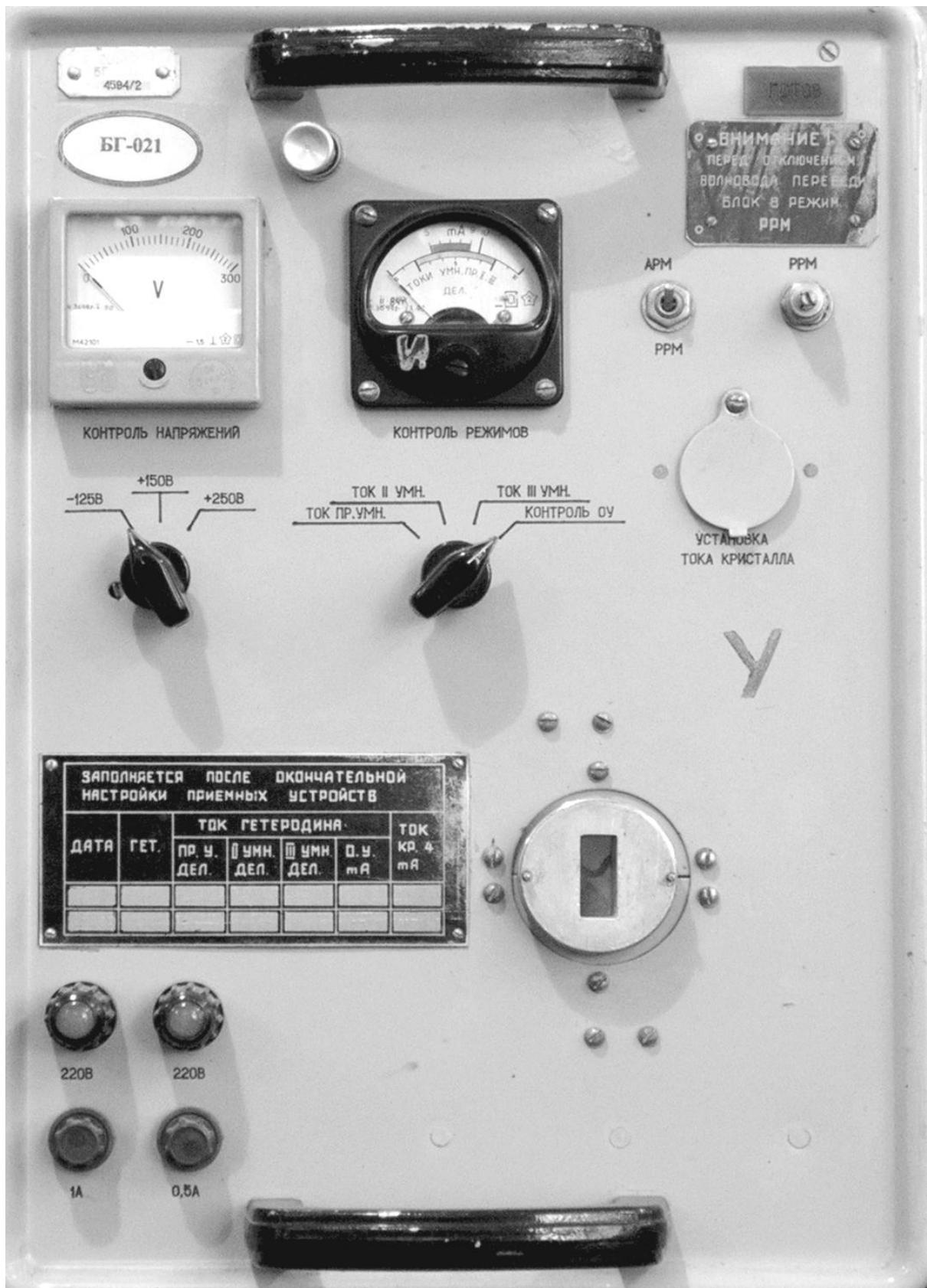


Рис.4.18. Передняя панель блока БГ-021

На лицевой панели блока размещаются электроизмерительные приборы, переключатели, переменные резисторы, лампы и предохранители. На лицевую панель выводится через отверстие фланец волноводно-кабельного перехода от гетеродина.

На лицевой панели имеются две ручки и замок. Сзади на раме установлены штыри - ловители и вилка типа РП14-30.

4.4. Конструкция приемника вторичного канала

Блок приемника БПрН-021 размещен в стойке управления передатчиками СУП-022 (рис.4.19). Он смонтирован на типовом шасси.

Слева (со стороны лицевой панели) размещены: усилитель высокой частоты, гетеродин, УПЧ, плата видеоусилителя и переключатель частот. Справа размещены линейки выпрямителей и стабилизаторов, а также панель с реле. На лицевой панели сверху установлены сигнальные лампы ГОТОВ и РАБОТА, ниже установлены контрольно-измерительные приборы, переключатели рода измерений. Под переключателями расположены сигнальные лампы выбранной частоты, контрольные гнезда ВИДЕО 1, ВИДЕО 2, КОРПУС, потенциометры регулировок мощности и усиления, кнопки контроля отработки механизмов перестройки гетеродина и УВЧ.

На нижней части панели расположены предохранители и соответствующие им лампы контроля исправности. В правом нижнем углу расположены переключатели выбора режимов РРМ-АРМ, МЕСТН.-ДИСТАНЦ. Высокочастотный разъем ВЫХОД расположен на задней части рамы. Там же расположен разъем питания и низкочастотных сигналов.

Схема коммутации блока БПрН-021 дает возможность осуществить:

сигнализацию наличия напряжения накала и –125 В (по наличию сигнала «Готов»);

местное и дистанционное включение с помощью переключателя В2 МЕСТН.- ДИСТАНЦ.;

сигнализацию местного включения (сигнал «+27 В»);

местное переключение фиксированных частот с помощью переключателя В2 ЧАСТОТА, при этом на лицевой панели блока загорается лампа выбранной частоты настройки;

сигнализацию работоспособности блока БПрН-021 и отработку механизмов перестройки гетеродина и УВЧ (сигнал «Работа»).

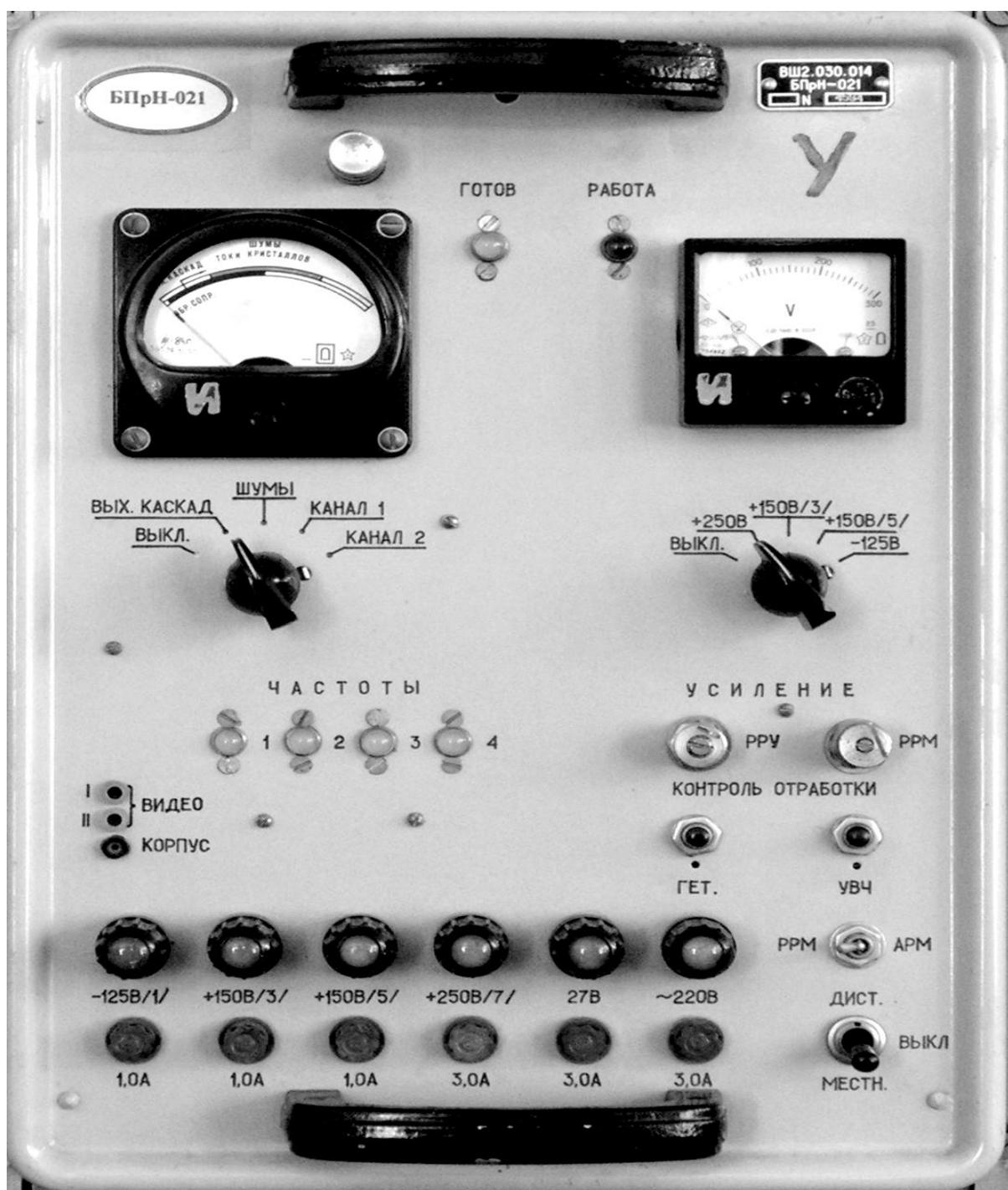


Рис. 4.19. Передняя панель блока БПрН-021

Контрольные вопросы к главе 4

1. Назовите основные технические характеристики приемников первичного и вторичного каналов.
2. Какие меры приняты в приемнике первичного канала для исключения ввода его в режим насыщения?
3. Какое преимущество дает использование ЛБВ с широкой полосой пропускания?
4. Какое изображение от целей на ИКГ дает применение ВАРУ?
5. Где в приемнике первичного канала схема МАРУ?
6. Как в приемнике первичного канала подавляется помеха по зеркальному каналу?
7. Как в приемнике активного канала подавляется помеха по зеркальному каналу?
8. Назовите назначение органов управления на блоке приемника активного канала.
9. Назовите назначение органов управления на блоках приемника первичного канала.

5. УСТРОЙСТВО СИНХРОНИЗАЦИИ ПРЛ-6М2

5.1. Основные сведения об устройстве синхронизации ПРЛ-6М2

Устройство синхронизации в ПРЛ реализовано в блоке синхронизации и формирования (БСФ). Блок обеспечивает формирование следующих управляющих импульсов для основных каналов радиолокатора:

- ЗИ ПАСС с $F_I=2180$ Гц ($T_I=458$ мкс);
- ЗИ АКТ с $F_I=1090$ Гц ($T_I=916$ мкс);
- ЗИ СДЦ с переменным периодом повторения $T_{I1}=416$ мкс, $T_{I2}=500$ мкс.

В режиме СДЦ блок БСФ выполняет только функции ретранслятора импульсов ЗИ СДЦ с компенсирующего устройства, запускающих импульсов БОП, БУО-П, на КДП, в СПр-021 (на схеме

му ВАРУ). Кроме того, в блоке БСФ выполняется дешифрация отраженных от цели сигналов в АКТ режиме работы ПРЛ.

На рис.5.1 приведены временные диаграммы синхроимпульсов БСФ для всех режимов работы ПРЛ.

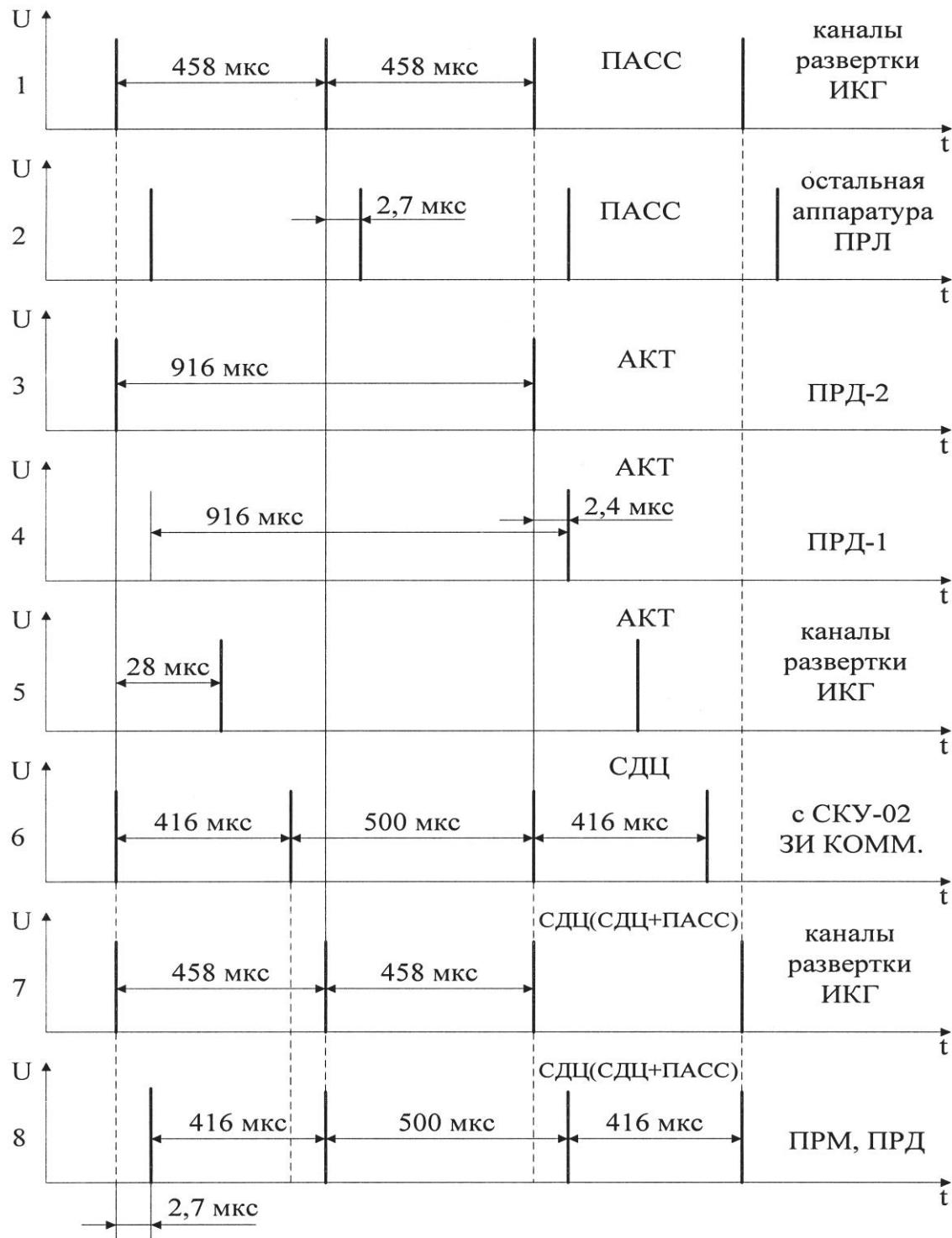


Рис. 5.1. Временные диаграммы синхроимпульсов БСФ

В ПАСС режиме работы посадочного радиолокатора индикатор курса и глиссады запускается на 2,7 мкс раньше, чем передатчики, что необходимо для компенсации нелинейного начального участка развертки (эпюра 1). В АКТ режиме период повторения ЗИ составляет 916 мкс, что обеспечивает однозначное определение дальности в зоне не менее 40 км. При этом в АКТ режиме с подавлением используются оба передатчика ПРЛ: первым запускается (эпюра 3) второй передатчик (ПРД-2), формирующий радиоимпульс подавления длительностью $\tau_i=0,9$ мкс, а через 2,4 мкс – ПРД-1 (эпюра 4), который формирует кодовую пару импульсов длительностью $\tau_i=0,45$ мкс каждый. Так как на декодирование запросных импульсов в самолетном ответчике и ответных сигналов ответчика в БОП необходимо дополнительное время, то для получения соответствия положения на временной оси декодированного ответного сигнала истинной дальности до самолета ИКГ запускается в АКТ режиме с задержкой на 28 мкс (эпюра 5). В режиме СДЦ запускающие импульсы в БСФ поступают с компенсирующего устройства КУ-02 с вобуляцией периода повторения (эпюра 6).

Как и в ПАСС режиме, ЗИ ПРД в режиме СДЦ задерживаются на 2,7 мкс (эпюра 8). Так как при обработке отраженных сигналов в КУ-02 период повторения усредняется, то для запуска каналов развертки используются синхроимпульсы с постоянным периодом повторения $T_i=458$ мкс (эпюра 7). В совмещенном режиме (СДЦ+ПАСС) используются такие же запускающие импульсы, что и в режиме СДЦ.

5.2. Структурная схема блока синхронизации и формирования

По своей структуре БСФ состоит из двух идентичных каналов, один из которых находится в работе, а другой в – «горячем резерве» (рис.5.2).

Входные сигналы подаются на оба канала, а выходные сигналы поступают к потребителям от того канала, который задействован в работу. Каждый из каналов включает плату формирователей (ПФ), плату синхронизации (ПС), плату дешифратора (ПДШ). Плата фор-

мирователей обеспечивает усиление входных и выходных сигналов блока. Основным элементом БСФ является плата синхронизации, в которой формируются все запускающие импульсы. В режиме СДЦ запускающие импульсы формируются из последовательностей ЗИ 2180 и ЗИ КОММ, поступающих из КУ-02, а в АКТ и ПАСС режимах формируются автономно в БСФ. В плате дешифратора выполняется декодирование и задержка отраженных сигналов с выхода приемника в АКТ режиме работы посадочного радиолокатора. Кроме того, плата дешифратора обеспечивает формирование угловых меток курса и глиссады, юстировочных угловых меток по сигналам от фотодатчиков, расположенных в антенных приводах по курсу и глиссаде.

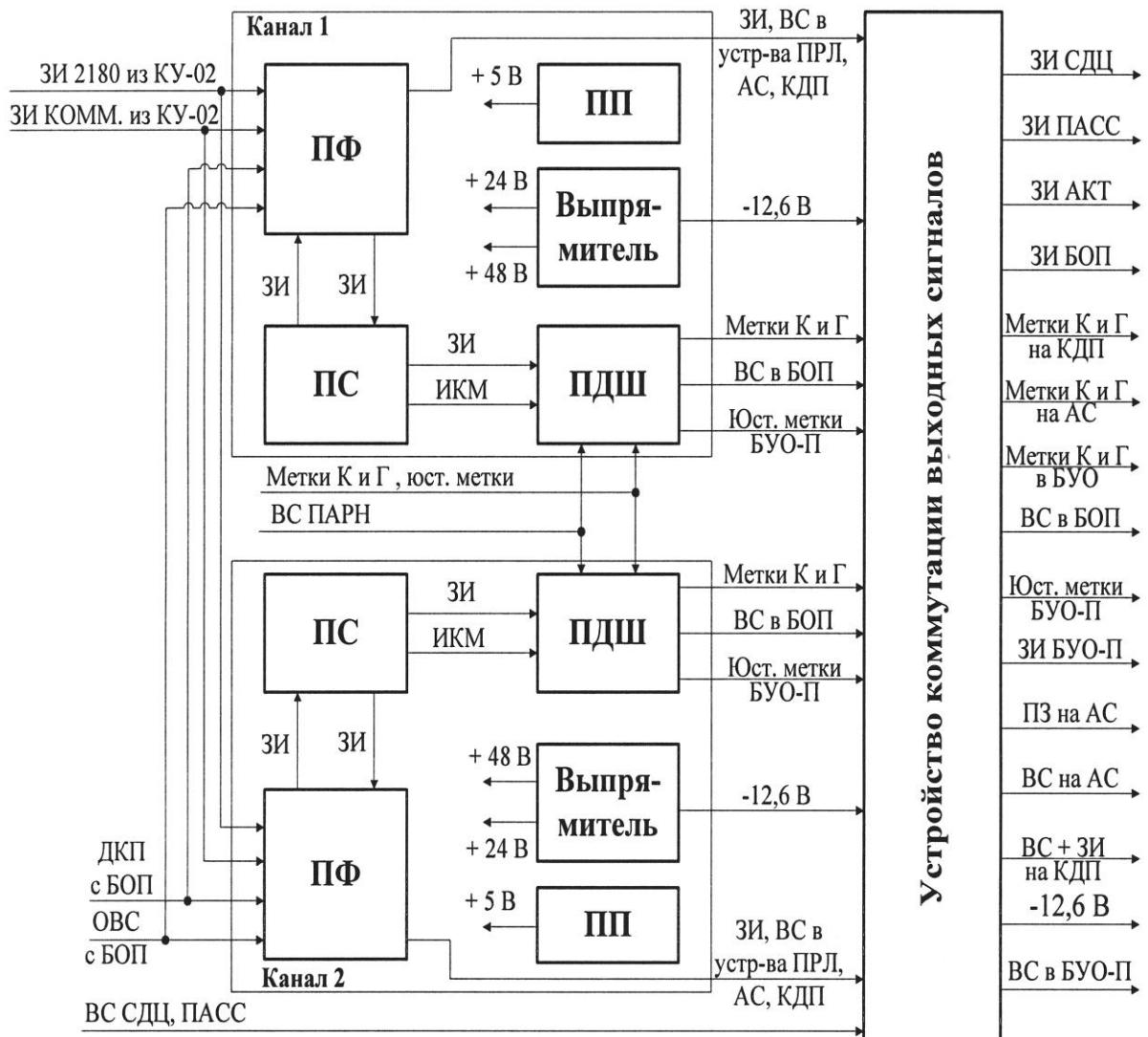


Рис. 5.2. Структурная схема БСФ

5.3. Функциональная схема блока синхронизации и формирования

5.3.1. Функциональная схема платы синхронизации

Плата синхронизации обеспечивает формирование запускающих импульсов, приведенных в п. 5.1, в трех режимах работы посадочного радиолокатора. В режиме СДЦ запускающие импульсы формируются в ПС из импульсных последовательностей ЗИ КОММ и ЗИ 2180, поступающих из КУ-02. Задачей платы в этом режиме является обеспечить необходимую задержку ЗИ в соответствии с временными диаграммами (рис.5.1). Запускающие импульсы из КУ-02 поступают на вход схемы И1 (рис.5.3).

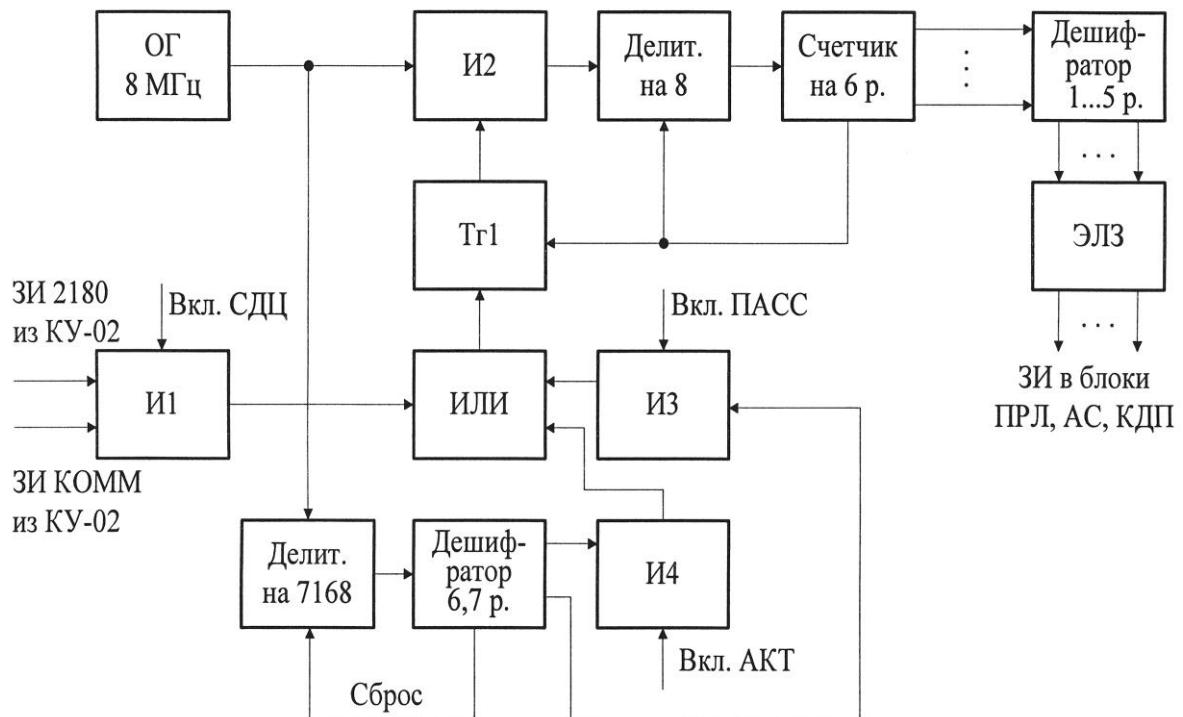


Рис. 5.3. Функциональная схема платы синхронизации

При наличии команды ВКЛ. СДЦ эти ЗИ через схему ИЛИ переведут триггер Тг1 в состояние «1», выходной сигнал которого отпирает вентиль И2 для импульсных сигналов опорного генератора с частотой $F_{оп}=8$ МГц. На выходе делителя на «8» будет последовательность импульсов с частотой $F_i=1$ МГц, что соответствует периоду повторения $T_i=1$ мкс. Счетчик на шесть раз-

рядов и пять дешифраторов состояний счетчика выполняют функцию многоотводной (на 5 отводов) цифровой линии задержки (время задержки обеспечивается с точностью до целых микросекунд). Блок аналоговых электрических линий задержки (ЭЛЗ) обеспечивает подбор необходимой задержки с точностью до десятых долей микросекунды. Сигнал 6-го разряда счетчика переводит счетчик, делитель Т1 в состояние «0», подготавливая схему к очередному циклу.

В ПАСС или АКТ режиме первоначально ЗИ с частотой $F_i=2180$ Гц ($T_i=458$ мкс) или $F_i=1090$ Гц ($T_i=916$ мкс) формируются на выходе дешифратора состояния 6-го и 7-го разрядов, на вход которого поступают поделенные на 7168 импульсы опорного генератора. Эти импульсы через схемы И3 или И4, при наличии команд включения режима ПАСС или АКТ, поступают на описанную выше схему задержки.

5.3.2. Функциональная схема платы дешифратора

Плата дешифратора обеспечивает декодирование отраженных видеосигналов (ВС) с выхода приемника при работе посадочного радиолокатора в АКТ режиме с подавлением и без подавления, а также формирование угловых меток для индикатора курса и глиссады, аппаратуры сопряжения (АС) и выносного индикатора системы посадки ВИСП-75 на КДП. Функциональная схема платы дешифратора приведена на рис.5.4. Верхняя часть схемы обеспечивает формирование угловых меток курса (К) и глиссады (Г), начало которых жестко связано с моментом запуска разверток на ИКГ в секторах каналов курса и глиссады. Так как принцип их формирования в каналах К и Г аналогичен, то рассмотрим пример формирования угловой глиссадной метки Г1 по временным диаграммам, представленным на рис.5.5. Форма и временное положение сигналов меток с выхода фотомодулятора антенного устройства таковы (на выходе формирователя Ф2), что если подать их без преобразования в схеме формирования угловых меток на ЭЛТ, то их временное положение (начало) не соответствует началу развертки, а длительность не равна длительности установленного масштаба развертки (20 или 40 км), как показано на рис.5.6.

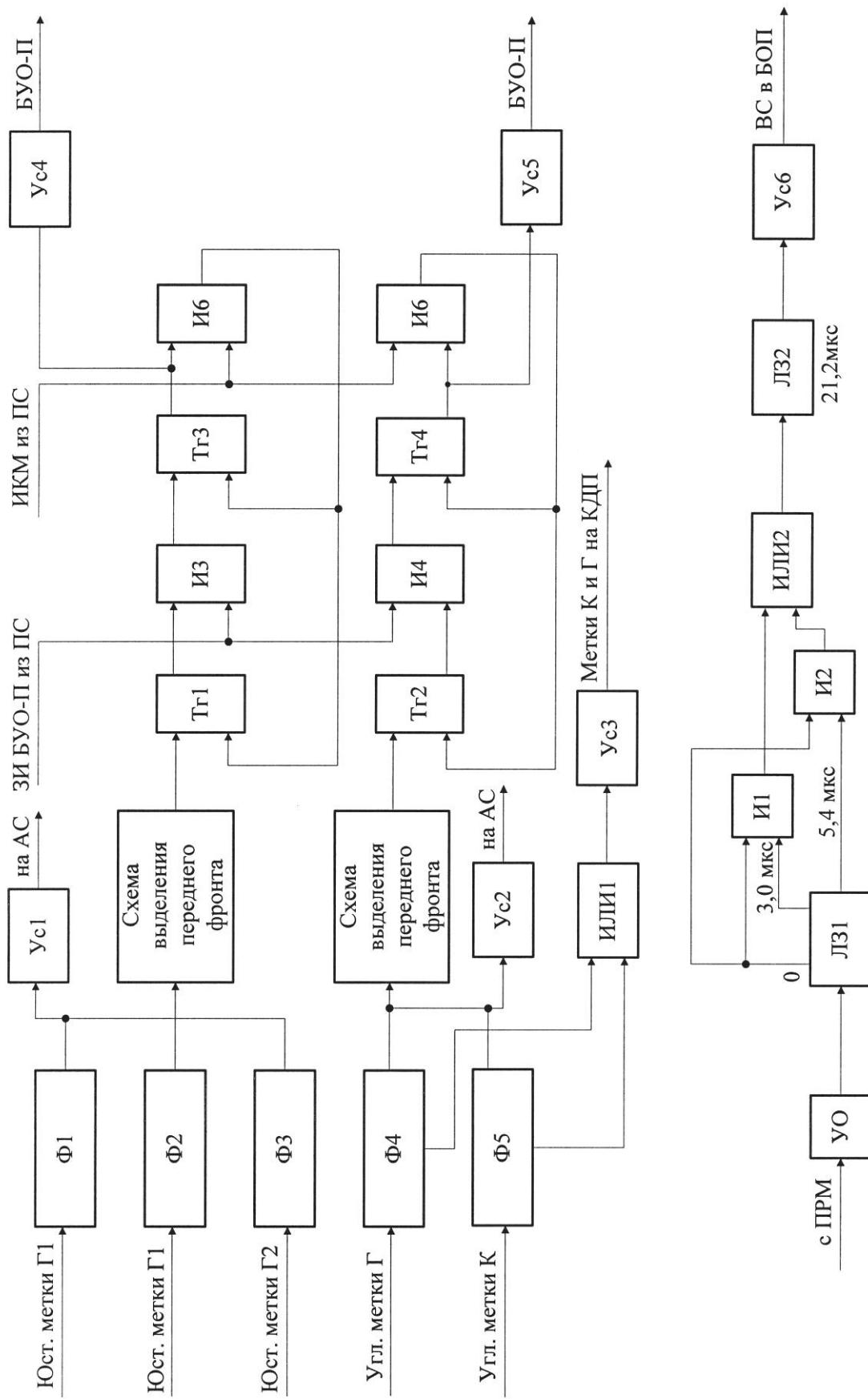


Рис. 5.4. Функциональная схема платы дешифратора

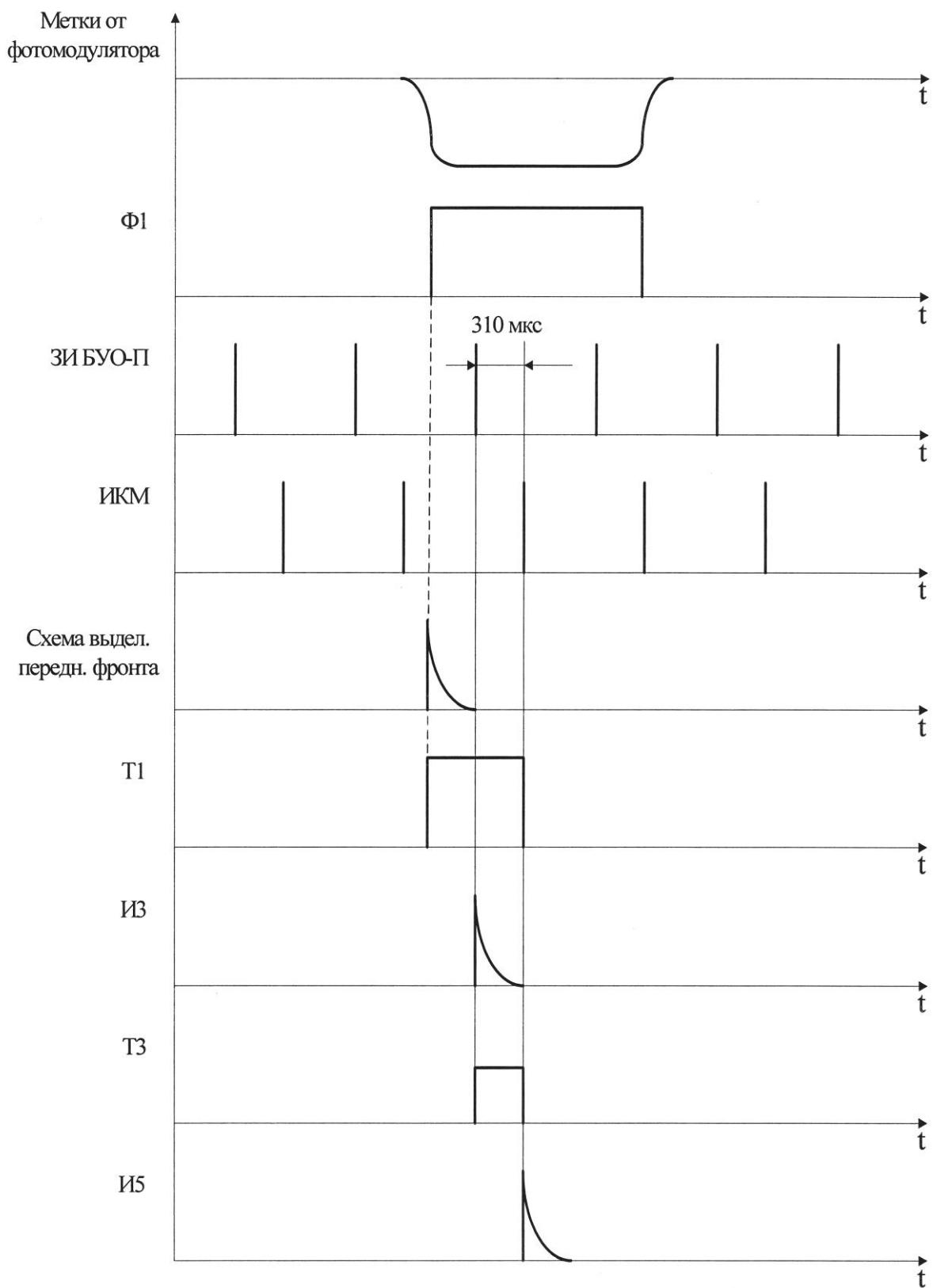


Рис. 5.5. Временные диаграммы формирования угловых меток в плате дешифратора

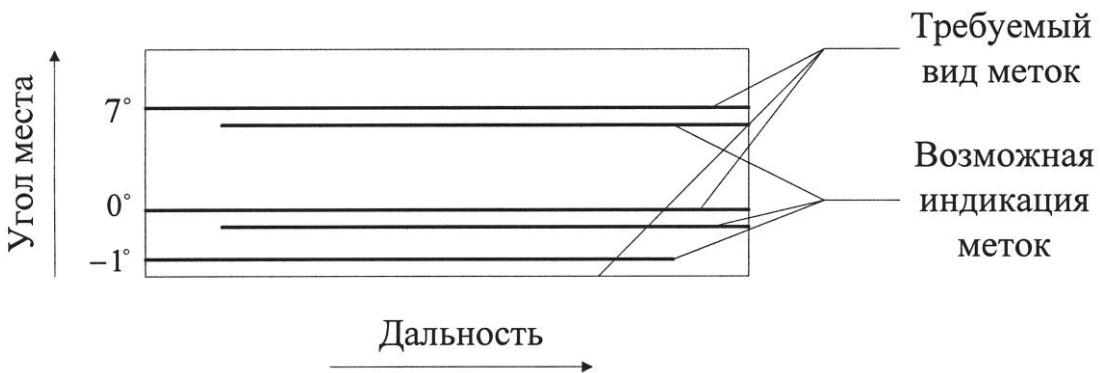


Рис. 5.6. Глиссадный сектор развертки ИКГ

В результате обработки сигналов в данной схеме на выходе усилителя 4 (УС4) формируется видеоимпульс, начало которого привязано к импульсу запуска развертки (ЗИ БУО-П), а окончание – к импульсу конца масштаба (ИКМ). Длительность выходных импульсов равна 310 мкс, что не превышает периода повторения импульсов ПРЛ и обеспечивает засветку только одной линии развертки по дальности.

В нижней части схемы платы дешифратора приведена схема декодирования отраженных видеосигналов с выхода приемника первичного канала при работе посадочного радиолокатора в АКТ режиме. На рис.5.7 приведены временные диаграммы, поясняющие принцип декодирования отраженных сигналов в АКТ режиме с подавлением. В режиме АКТ без подавления принцип работы схемы аналогичен. Videосигналы с приемника во входном усилителе-ограничителе нормализуются по амплитуде. Декодирование отраженных сигналов в режиме запроса РСП-2 сигналов с кодовым интервалом $\tau_k=3$ мкс выполняется в схеме И1, на входы которой поступают видеосигналы с отводов «0» и «3 мкс» линии задержки Лз1, а в режиме РСП-1 (с кодовым интервалом $\tau_k=5,4$ мкс импульсы 3' показаны пунктиром) – в схеме И2. При этом на выход дешифратора (усилитель УС6) декодированные видеоимпульсы РСП-1 будут поступать с задержкой на 28 мкс, что необходимо для их совмещения во времени с декодированными ответными сигналами самолетного ответчика. В режиме РСП-2 эта задержка должна составлять 25,6 мкс.

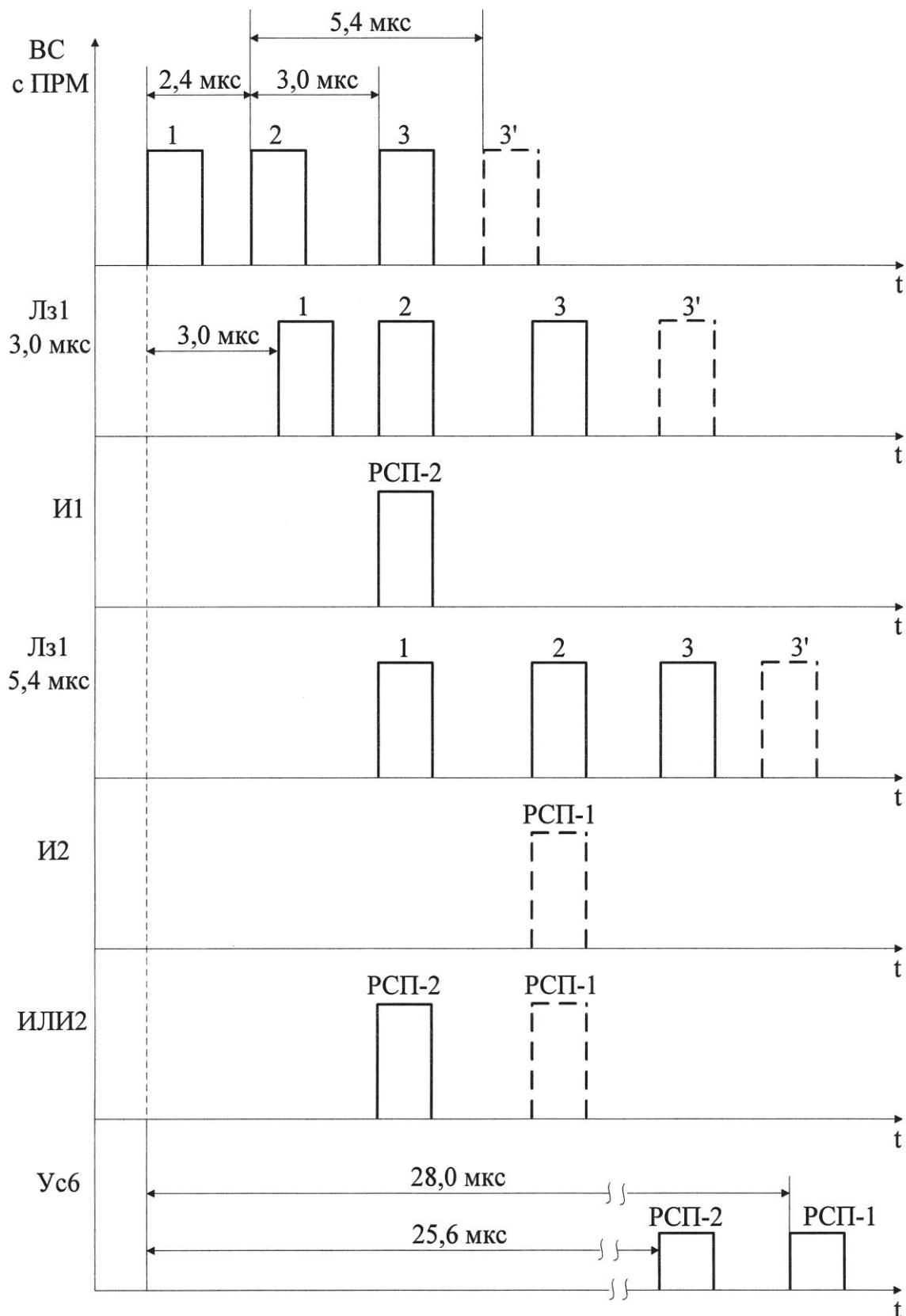


Рис. 5.7. Временные диаграммы декодирования видеосигналов в АКТ режиме

5.4. Принципиальная схема платы дешифратора

В альбоме схем приведена принципиальная схема платы дешифратора. Формирователи Φ_1 - Φ_5 схемы формирования угловых меток (рис.5.4) выполнены в виде триггеров Шмидта на элементах У3-4, У3-3, У4-1, У4-2, У5-1, У5-2, У6-4, У6-3, У6-1, У6-2, при этом элементы У1-2, У1-3, У2-1, У2-3, У2-4 используются как согласующие каскады для согласования высокого выходного сопротивления фотодиодов в фотомодуляторах с низким входным сопротивлением триггеров. Элементы У10-2, У10-3, У11-4, У11-9, У11-1, У11-2, У15, У14, У21, У23 – усилители. Схемы выделения переднего фронта выполнены на У13-1, У16-1 и С16, а также У13-4, У17-1 и С17. Триггеры 1 и 2 выполнены на микросхемах У16-2, У16-4, У17-2, У17-3, а триггеры 3 и 4 – на У20-1, У20-2 и У18-1 У18-2. Транзисторы VT3 и VT2 – резистивный усилитель УС3.

Две нижние линейки схемы – дешифратор отраженных сигналов. Он включает: усилитель-ограничитель на ВД1, ВД2, VT1, У8-1. Резистор R15 служит для регулировки уровня порога срабатывания ограничителя на ВД1 и ВД2. Линия задержки Лз1 функциональной схемы дешифратора (рис.5.4) реализована на Лз1 и Лз2, а Лз2 - на Лз3, Лз4, Лз5, Лз6, Лз7. Усилитель УС6 выполнен на микросхеме У24. Усилители между ЛЗ необходимы для компенсации потерь в видеосигналах (ВС). Плата дешифратора реализована на микросхемах 133-й и 109-й серий.

5.5. Конструкция блока синхронизации и формирования

БСФ собран на типовом шасси (рис.5.8). Конструкция блока позволяет выдвигать его из стойки и поворачивать на одной из двух пар упоров, обеспечивает доступ к монтажу при проведении профилактических работ и ремонта. На передней панели размещены элементы индикации и контроля (световая индикация выбора в работу номера комплекта (РАБОТА I, РАБОТА II) и наличия выходных напряжений стабилизаторов). Монтаж элементов устройств обработки и формирования сигналов выполняется на односторонних печатных платах. Трансформаторы питания, элементы выпрямителей и коммутации собраны на отдельных платах. Подключение блока к стойке ПРЛ с помощью трех колодок типа РП14-30.

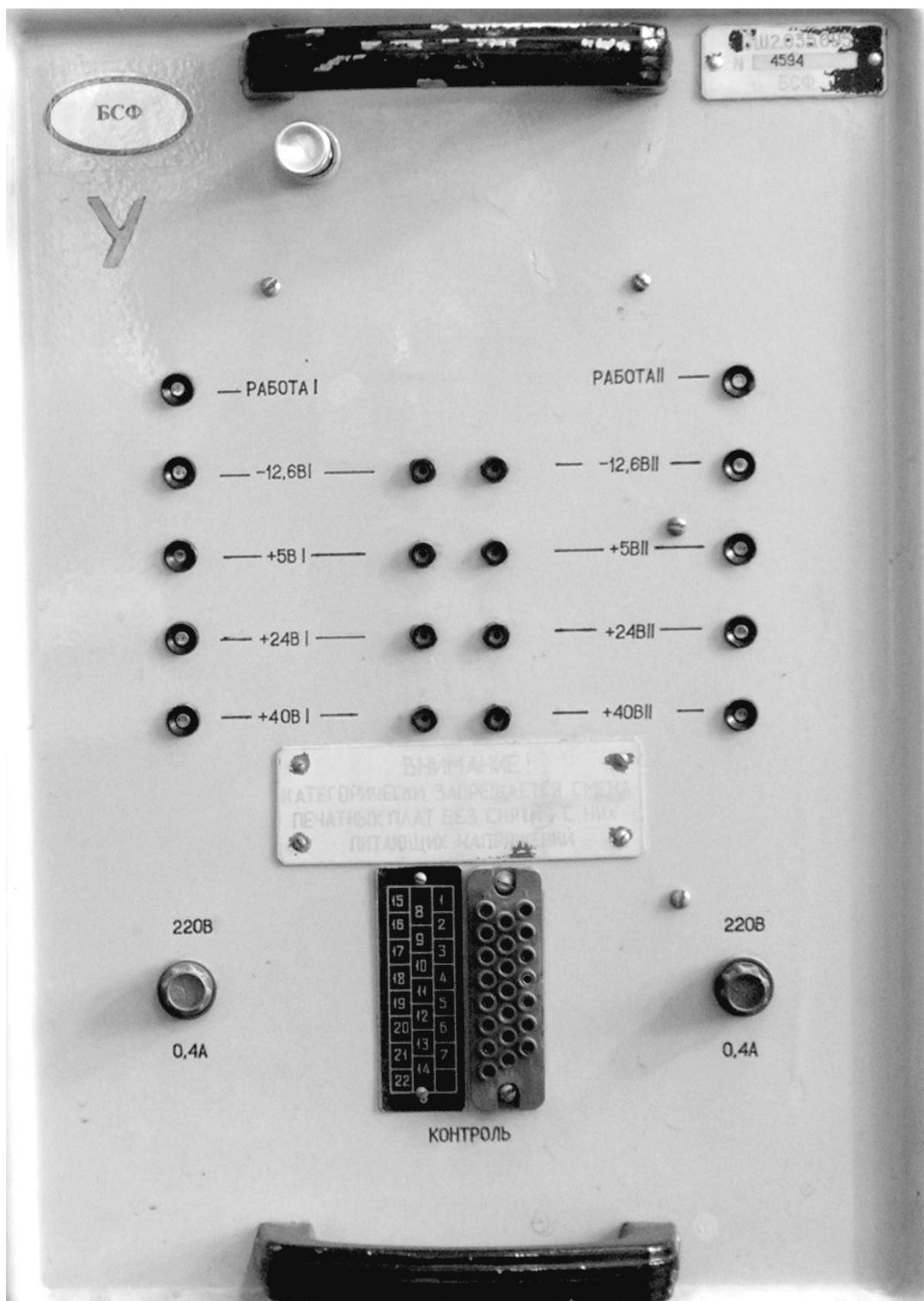


Рис. 5.8. Передняя панель БСФ

Контрольные вопросы к главе 5

1. Какие синхроимпульсы формирует БСФ?
2. Почему ЗИ ИКГ разнесены во времени с ЗИ передатчиков?
3. Будет ли на ИКГ в АКТ режиме совпадение отметок активного и пассивного каналов?
4. От параметров какой схемы зависит стабильность ЗИ ПРЛ?
5. Как обеспечивается в ИКГ совпадение начала угловых меток К и Г с началом развертки?

6. АППАРАТУРА ЗАЩИТЫ ПРЛ-6М2 ОТ АКТИВНЫХ ПОМЕХ

6.1. Основные сведения об аппаратуре защиты ПРЛ-6М2 от активных помех

В реальных условиях работы любой радиолокационной станции вместе с полезным сигналом принимаются и различные помеховые сигналы: отраженные сигналы от местных предметов и метеообразований (гидрометеоров), сигналы от различных радиотехнических систем, промышленные и атмосферные помеховые сигналы, сигналы, излучаемые и принимаемые боковыми лепестками диаграммы направленности антенны РЛС, внешние и внутренние шумовые сигналы. Очевидно, что в условиях боевой обстановки, наряду с непреднамеренными помехами (помехами естественного происхождения), будут добавляться преднамеренные (специально организованные) помехи.

Защита ПРЛ-6М2 от различного рода помех основана на комплексном использовании методов и средств защиты от помех. В основу всех способов защиты положено какое-либо различие в параметрах полезного сигнала и помехи. Основу методов защиты ПРЛ-6М2 от активных помех составляют различные методы селекции, в частности амплитудная селекция, селекция по периоду повторения импульсов T_i и селекция по длительности импульсов τ_i . Часть методов защиты от помех в ПРЛ-6М2 реализовано в блоке БОП – блоке очистки от помех.

Основным назначением БОП является очистка полезных сигналов от несинхронных импульсных помех (НИП) и хаотических импульсных помех (ХИП), от РЛС со схожими параметрами зондирующих сигналов. Принцип работы БОП основан на выявлении различий в периодах повторения импульсов полезных и помеховых сигналов.

Принцип подавления НИП и ХИП можно пояснить, используя временные диаграммы, представленные на рис. 6.1.

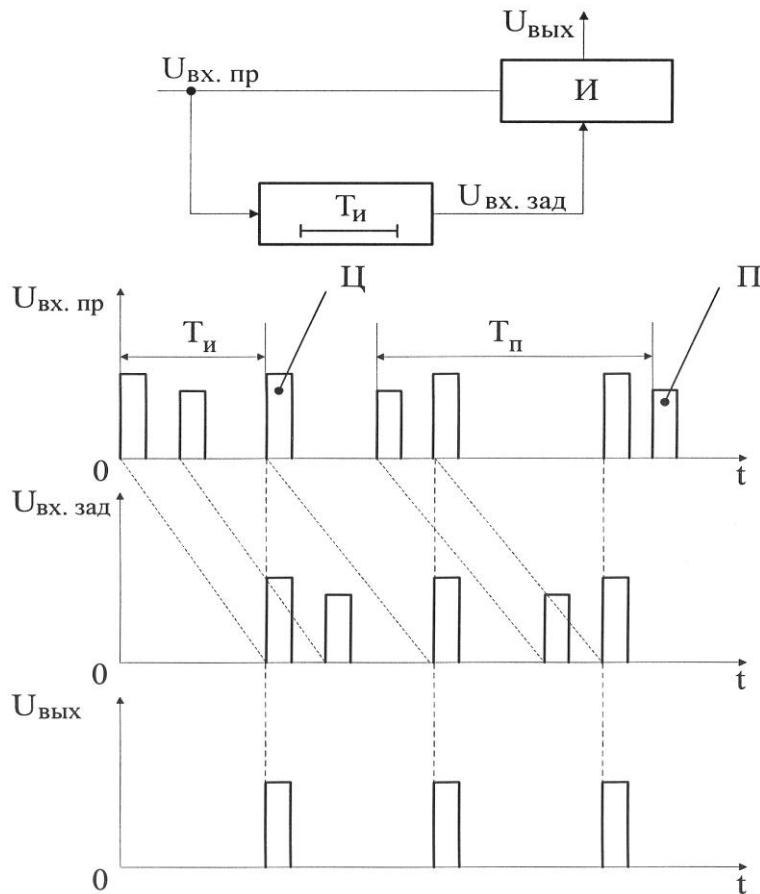


Рис. 6.1. Принцип защиты от НИП и ХИП

Период повторения полезного сигнала не равен периоду повторения помехи ($T_i \neq T_p$), поэтому помеховые сигналы не пройдут на выход схемы. В блоке используется логика обработки сигналов два из двух ($i/j=2/2$), т.е. в двух смежных периодах повторения ($j=2$) присутствует два сигнала от цели с периодом повторения равным T_i ($i=2$).

Блок очистки от помех построен на цифровых элементах. В его состав входят (рис.6.2):

ЛОУ	– платы логической обработки и управления;
ГУВ	– плата генератора ударного возбуждения;
ЗУ	– плата запоминающего устройства (ЗУ);
A1, A2	– две платы адресации;
С	– плата сопряжения;
ДПС	– плата декодирования посадочного кода;
ДШВ	– плата декодирования сигнала «Шасси выпущено»;
ЛЗ	– плата линии задержки.

Последние три платы конструктивно образуют декодирующее устройство (ДУ).

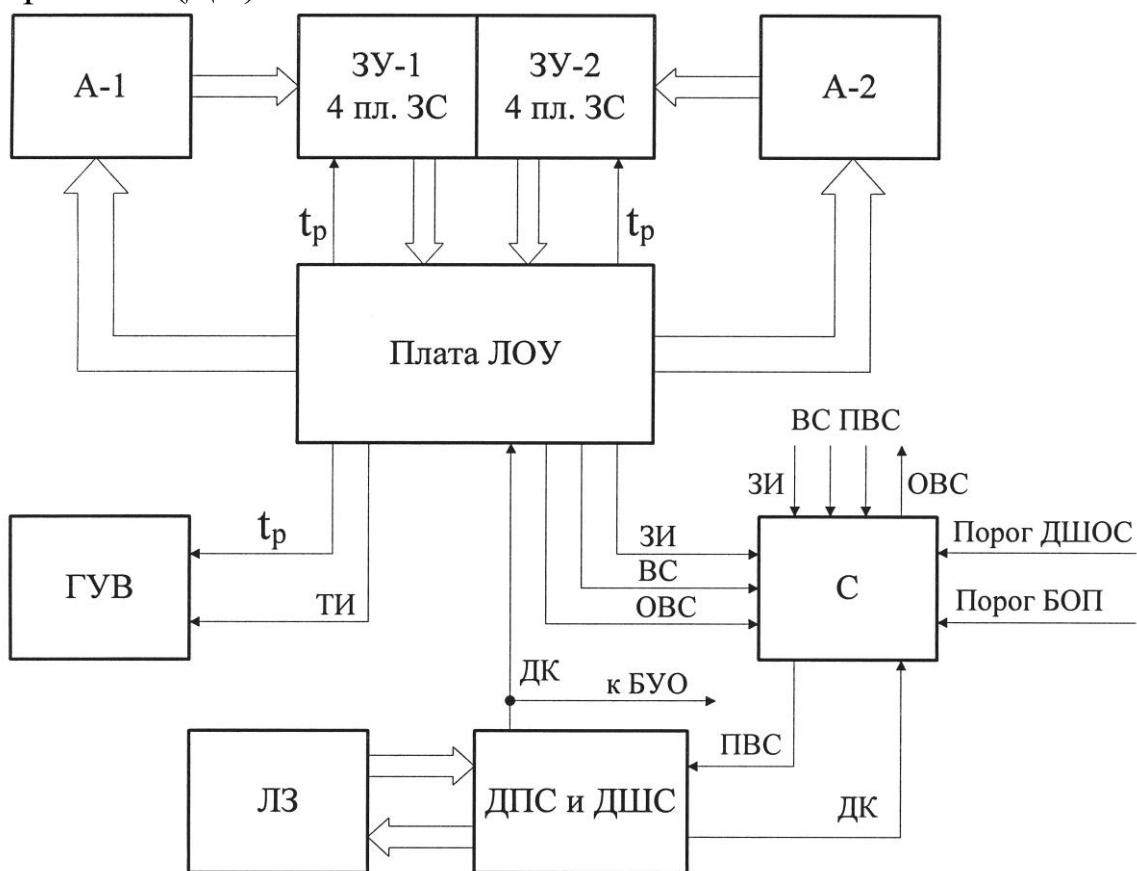


Рис. 6.2. Блок-схема БОП

Плата ГУВ – генератор ударного возбуждения – служит для формирования тактовых импульсов. На плате расположены три ГУВ, каждый из них генерирует импульсы со своей частотой повторения: 600 кГц, 300 кГц, 150 кГц.

Плата ЛОУ – плата логической обработки и управления – предназначена для логической обработки информации, записи-

ваемой в ЗУ и считываемой из него, и управления этим процессом на всех его этапах. Плата ЛОУ селектирует и нормализует импульсы по длительности, анализирует информацию путем сопоставления выборок с одноименных дискретов дальности, разделенных во времени одним или двумя периодами, вырабатывает импульс, определяющий величину рабочей дальности БОП, и направляет его на плату ГУВ и платы А1, А2.

Платы адресации А1, А2 предназначены для выработки адресных импульсов с целью последовательного адресного перебора ячеек памяти ЗУ. Основу каждой платы составляют два кольцевых счетчика.

Запоминающее устройство предназначено для записи, хранения и считывания сигналов. Оно разделено на две части (ЗУ-1 и ЗУ-2) по 4 платы ЗС (запоминающей среды). Это необходимо для обеспечения логики обработки ВС по критериям 2/3 и 3/3. Каждая плата ЗС состоит из массива ячеек памяти (триггеров), индивидуальных адресных ключей и выходного нормализатора длительности считанного сигнала.

Плата С – плата сопряжения – предназначена для сопряжения ламповой РЛС с цифровым БОП, т.е. выполняет роль аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Она также выполняет завершающую операцию по очистке сигнала от помех – логическое перемножение входного видеосигнала и очищенного. Если происходит временное совпадение этих сигналов, то на выход схемы проходит импульс, длительность которого равна длительности входного видеосигнала. Плата С выполняет двухстороннее ограничение входных сигналов (снизу и сверху), что предотвращает повреждение микросхем БОП и позволяет осуществить амплитудную селекцию радиолокационного сигнала на фоне помех.

Структурная схема БОП приведена на рис. 6.3.

6.2. Функциональные схемы плат БОП

6.2.1. Функциональная схема платы ГУВ

Плата генератора ударного возбуждения является источником

ком синхронизирующих тактовых импульсов (ТИ) для всего БОП. На плате расположены три идентичных по структуре генератора, формирующих тактовые импульсы с частотами 600 кГц, 300 кГц, 150 кГц (рис.6.4). В ПРЛ для интервала дальности 50 км используется ГУВ с тактовой частотой $F_i=600$ кГц. Выбор ГУВ производится при помощи переключателей В1 (ЛОГИКА) и В2 (ДАЛЬНОСТЬ) на передней панели БОП. Длительность генерируемой последовательности ТИ зависит от положения переключателей В1, В2. В положении В2 «50 км» и логиках обработки 2/3 и 3/3 длительность последовательности составляет 425...520 мкс, при логике 2/2 – 870...1040 мкс.

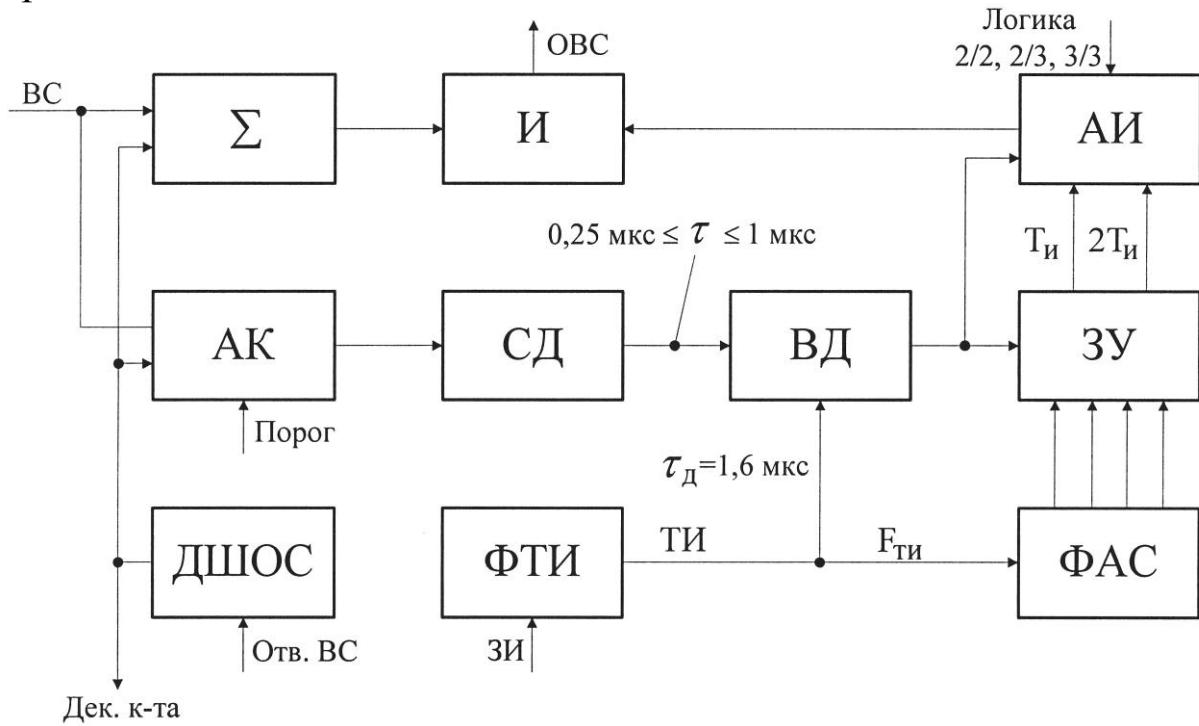


Рис. 6.3. Структурная схема БОП

При отсутствии импульса возбуждения электронный ключ открыт, шунтируя LC контур. При поступлении импульса возбуждения на вход электронного ключа в контуре возникают синусоидальные колебания с частотой F_i . Контур структурно включен в состав регенератора, на выходе которого колебания будут незатухающими (рис.6.4, эпюра 2). Формирователь ГУВ преобразует синусоидальные колебания в последовательность прямоугольных импульсов с частотой F_τ , которые через сумматор поступают на выход (рис.6.4,

эпюра 3). По окончании импульса возбуждения колебания в контуре срываются за счет шунтирования его малым сопротивлением ключа.

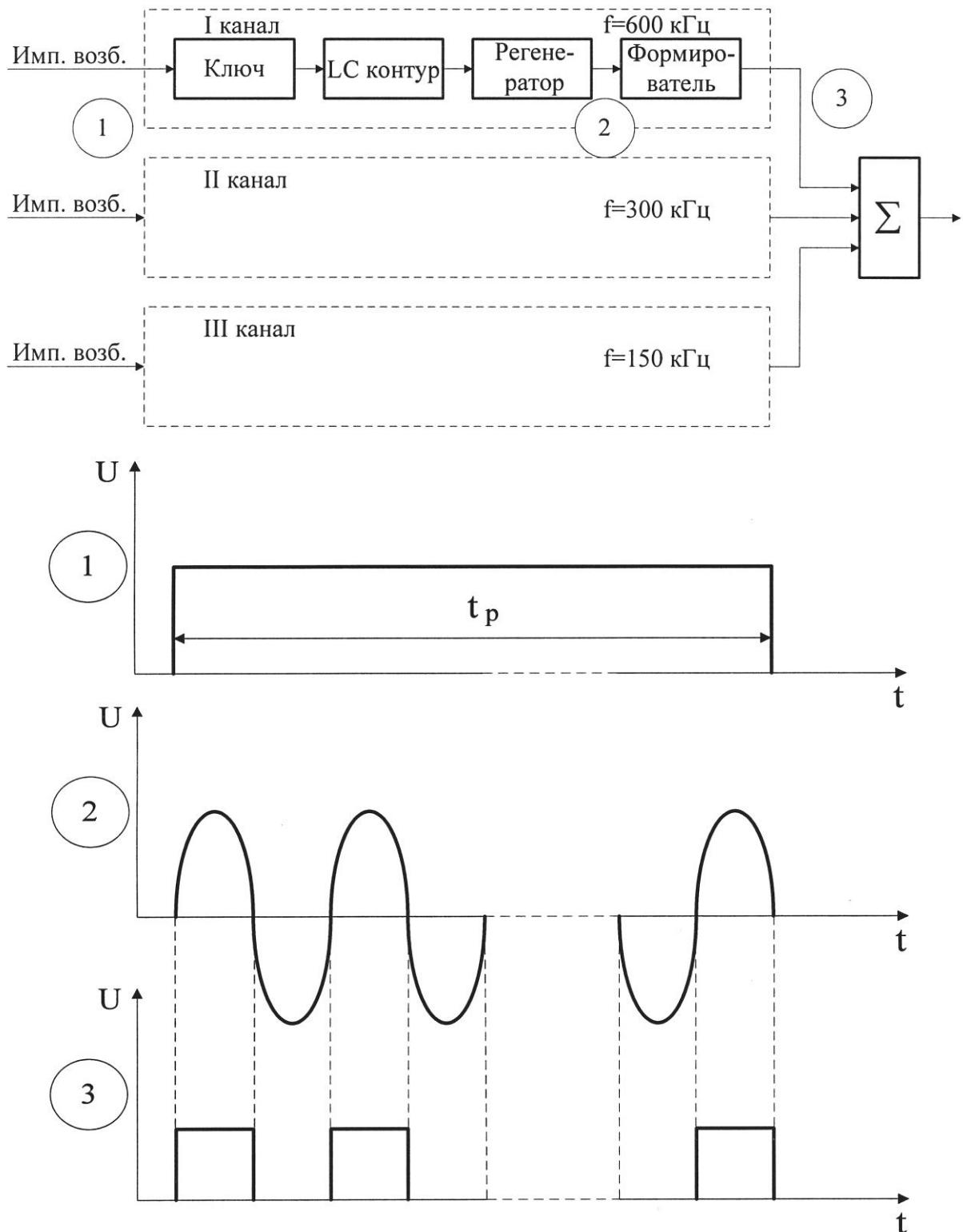


Рис. 6.4. Функциональная схема платы ГУВ и временные диаграммы сигналов в ней

6.2.2. Функциональная схема платы ЛОУ

Плата ЛОУ включает следующие устройства: формирователь импульсов, синхронизатор, электронный коммутатор, узел входной обработки видеосигналов, сдвигатели информации, анализатор информации.

Формирователь импульсов

Формирователь импульсов вырабатывает сигнал прямоугольной формы длительностью t_p (определяет величину рабочей дальности БОП) (рис.6.5). Эти сигналы используются для запуска ГУВ, плат А1, А2. Основу формирователя составляет триггер Т1. В качестве импульсов запуска могут использоваться как ЗИ из блока БСФ, так и от имитатора импульсов на входе схемы ИЛИ1. Импульс мультивибратора МВ1 переводит триггер Т1 в одно из устойчивых состояний. Окончание импульсов t_p определяется моментом прихода адресного импульса У28 с электронного коммутатора ЛОУ, предварительно пропущенного через селектор длительности СД1. Этот импульс переводит триггер Т1 в исходное состояние. Трансляция сигналов к потребителям обеспечивается через набор схем НЕ.

Функциональная схема синхронизатора

Синхронизатор формирует ряд импульсов: Сдв.-1, Сдв.-2 – для записи и считывания информации из ЗУ; СО – стробы обращения к ЗУ; СИ – стробы информации и записи ЗУ.

Функциональная схема синхронизатора представлена на рис.6.6. Запуск синхронизатора ведется ТИ от ГУВ. Тактовые импульсы запускают три отдельных канала формирования с выхода схемы ИЛИ2 в течение временного интервала t_p .

Дифференцирующая цепь (ДЦ2) выделяет фронт ТИ для запуска триггера Т3. Второй канал формирует СО. Третий канал формирует СИ, которые должны запаздывать относительно СО. Эта задержка обеспечивается элементами задержки Э31 и Э32. При этом мультивибратор МВ2 обеспечивает формирование необходимой дальности СИ на дальностях выше 100 км.

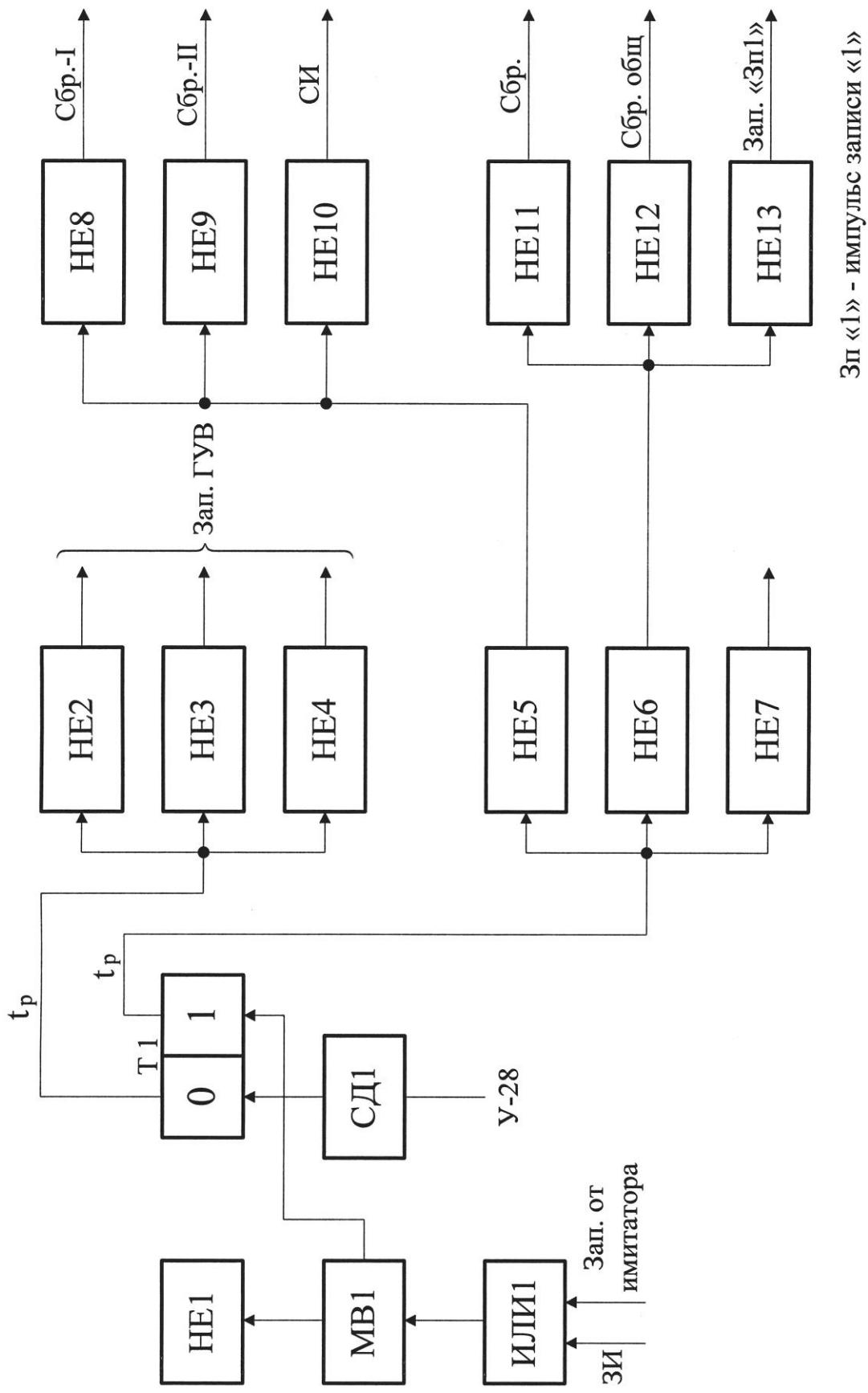


Рис.665. Функциональная схема формирования иммунитета

Зп «1» - импульс записи «1»

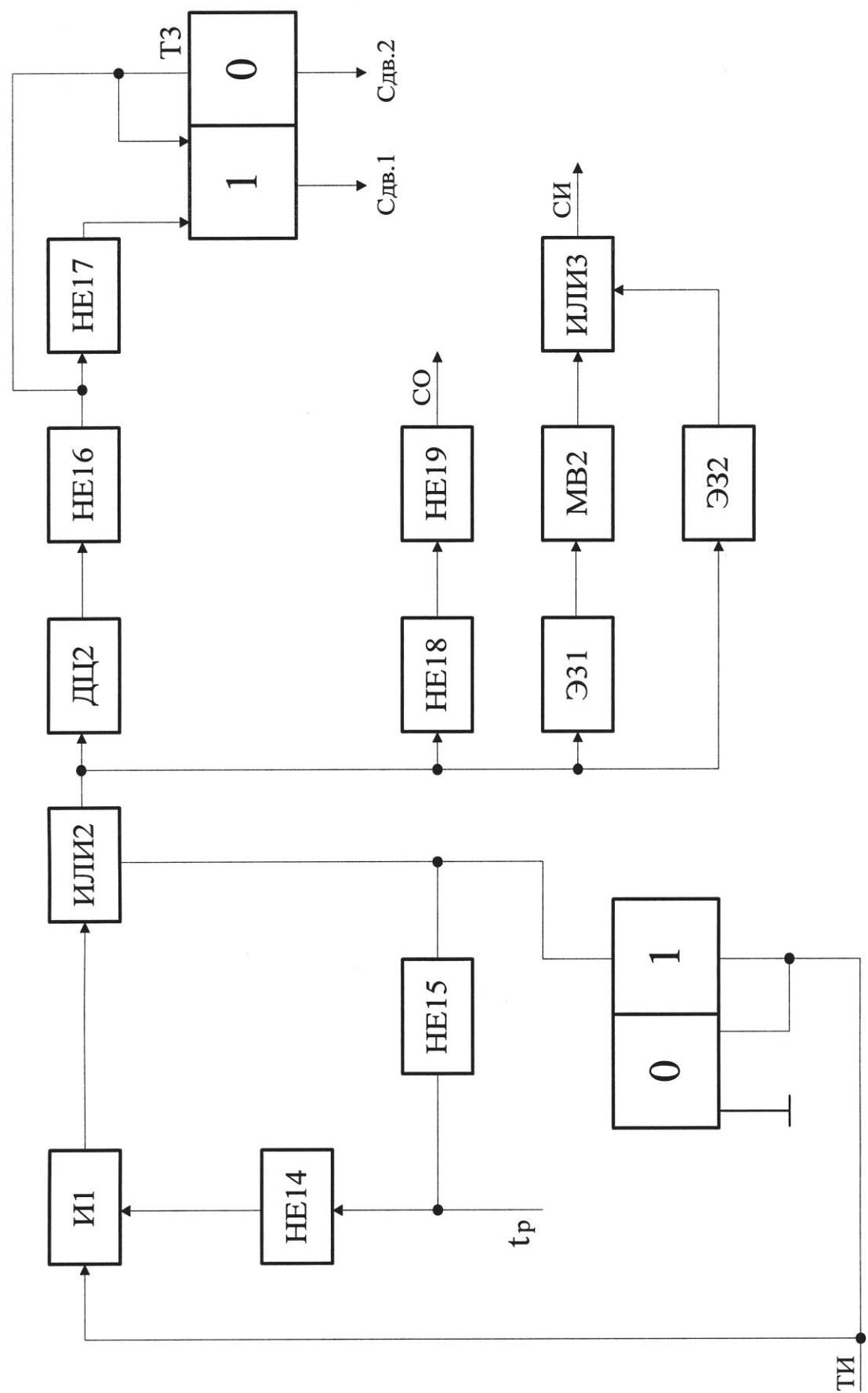


Рис. №6. Функциональная схема цифрового измерителя

Функциональная схема электронного коммутатора

Электронный коммутатор (ЭК) обеспечивает формирование адресных импульсов У25-У28. Он состоит из четырех однотипных триггеров со связью через элементы НЕ и дифференцирующие цепи (ДЦ) (рис.6.7). Запуск триггера Т4 происходит импульсами У24 или У25 с платы А2, возврат в исходное состояние – с помощью импульсов шины сдвига с А2. Адресные импульсы У25-У28 направляются на платы ячеек панели ЗУ после двойного инвертирования «1». Выход «0» триггера Т7 используется для формирования заднего фронта импульсов t_p .

Функциональная схема узла входной обработки видеосигналов

Узел входной обработки предназначен для селектирования входных ВС по длительности, нормализации по амплитуде и запоминания на время, равное продолжительности дискрета (рис.6.8). Видеосигналы поступают на схему селектора минимальной длительности СД2. Если ВС превышает некоторый установленный порог t_{01} , то срабатывает триггер Т8, который через схему НЕ32 выдает сигнал на селектор максимальной длительности СД3 с порогом t_{02} . Ключ ИЗ, управляемый стробами формирования (СФ), в строго определенные моменты времени переписывает информацию из триггера Т8 в триггер Т9. Это происходит до тех пор, пока длительность ВС $t_{иВС} < t_{02}$. При нарушении данного неравенства селектор длительности СД3 начинает блокировать ключ ИЗ и информация на запись в ЗУ не поступает.

Переключатели В3 и В4, установленные на передней панели БОП, выдают на СД2 и СД3 управляющие уровни напряжения, которые изменяют величины порогов t_{01} и t_{02} .

Импульс декодированной координаты посадочной (ДКП) поступает с платы ДПС и, поскольку его $t_{и} = 1 \text{ мкс} < t_{01}$, не подвергается селекции по минимуму длительности.

Функциональная схема анализатора информации

Анализатор информации (АИ) оценивает полученную информацию по критериям $i/j=2/2;2/3;3/3$ в каждом дискрете (кванте)

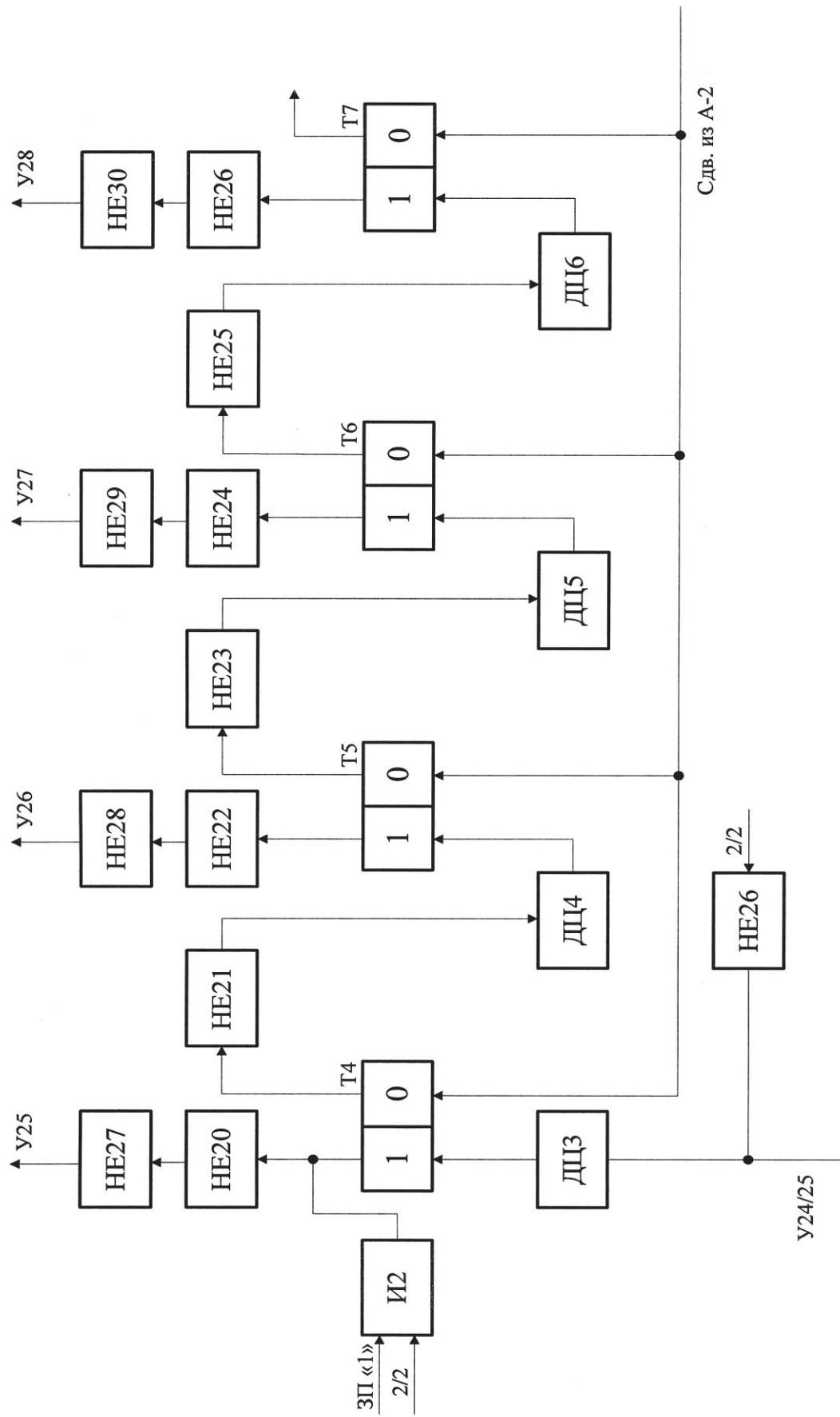


Рис. 6.7. Функциональная схема электронного коммутатора

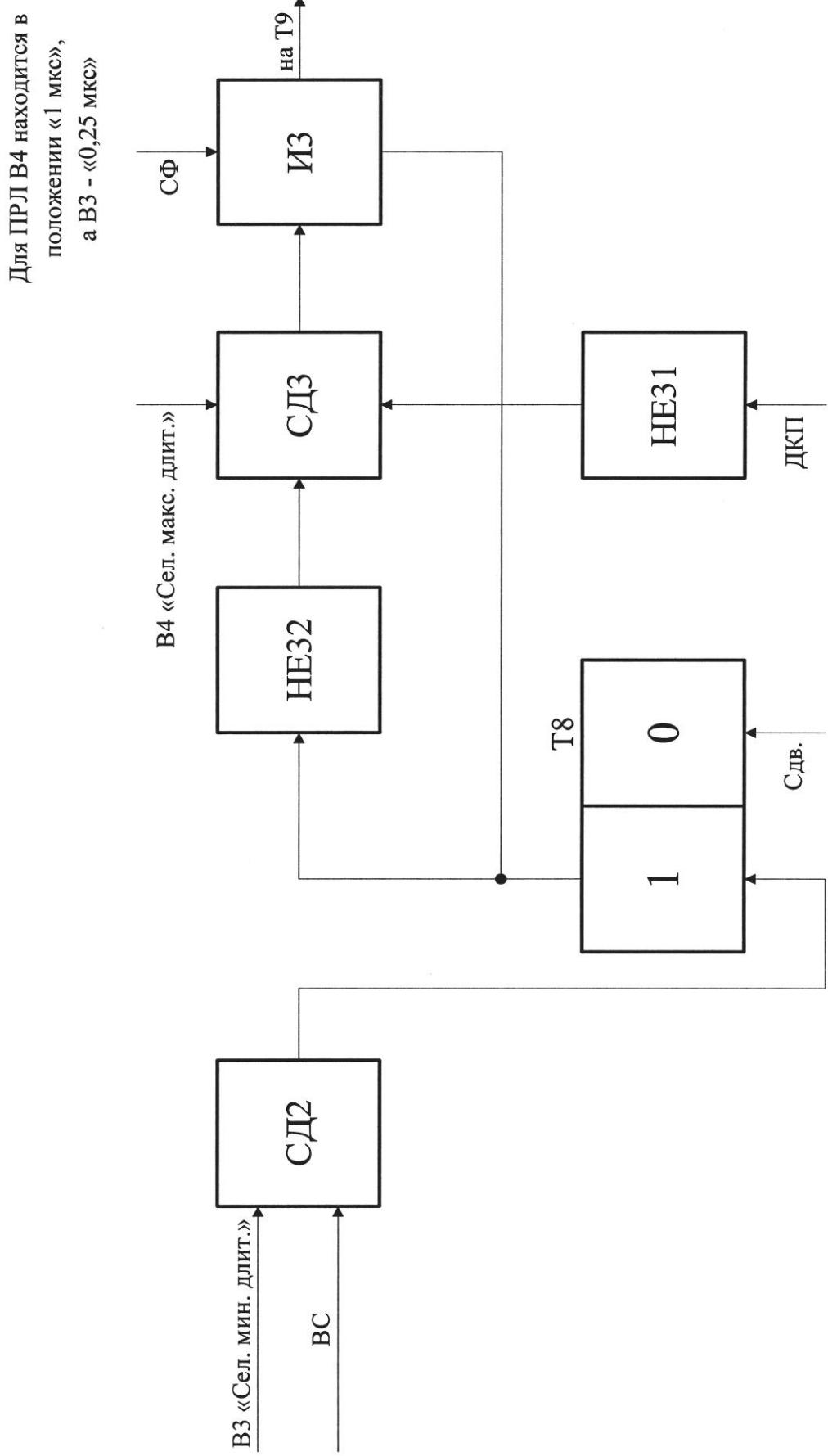


Рис. 6.8. Функциональная схема узла выходной обработки

дальности и вырабатывает стробирующий импульс для управления видеосигналом от цели на пути его следования на индикатор ПРЛ. Анализатор представляет собой комбинационную логическую схему, состоящую из двух схем НЕ (буферные каскады), трех схем И и одной схемы ИЛИ (рис.6.9). При включении логики 3/3 работает только схема И11, а две других схемы заперты. Если выбраны логики 2/2 или 2/3, то работают схемы И9 и И10. При логике 2/2 они переключаются поочередно. Первую половину выбранной дистанции дальности обслуживает схема И9, вторую – И10. При логике 2/3 ключи функционируют одновременно и их сигналы проходят на выход схемы ИЛИ независимо.

6.2.3. Функциональная схема платы А-1

Плата адресации А-1 предназначена для выработки адресных импульсов, служащих для последовательного адресного перебора ячеек памяти ЗУ. Основу платы А-1 составляют два кольцевых электронных коммутатора ЭК-1 и ЭК-II (рис.6.10). Каждый из них состоит из нескольких триггеров, элементов связи между триггерами и выходными элементами. В исходном состоянии все триггеры ЭК-1 и ЭК-II находятся в «нулевом» состоянии, которое не может создать ни одного адресного сигнала. Рабочий цикл начинается с приходом импульса записи Зп «1», который устанавливает в «1» состояние триггеры первого разряда как в ЭК-1, так и в ЭК-II. При этом у обоих коммутаторов возбуждаются адресные выходы №1.

Спустя время на управляющей шине «Сдв.-1» появляется импульс сдвига, обнуляющий нечетные разряды ЭК-I и продвигающий «1» из его первого разряда во второй. Импульс адресации теперь возникает только на выходе №2 ЭК-I. В ЭК-II по-прежнему возбужден адресный выход № 1. Следующий импульс сдвига поступит на шину «Сдв.-2», соединенную с четными разрядами ЭК-I. В третий разряд запишется «1», второй разряд обнулится, а рабочий импульс с выхода №2 переместится на выход № 3 и т.д. У коммутатора ЭК-II по-прежнему установлены в единичное состояние триггеры 1-го разряда, то есть возбужден-

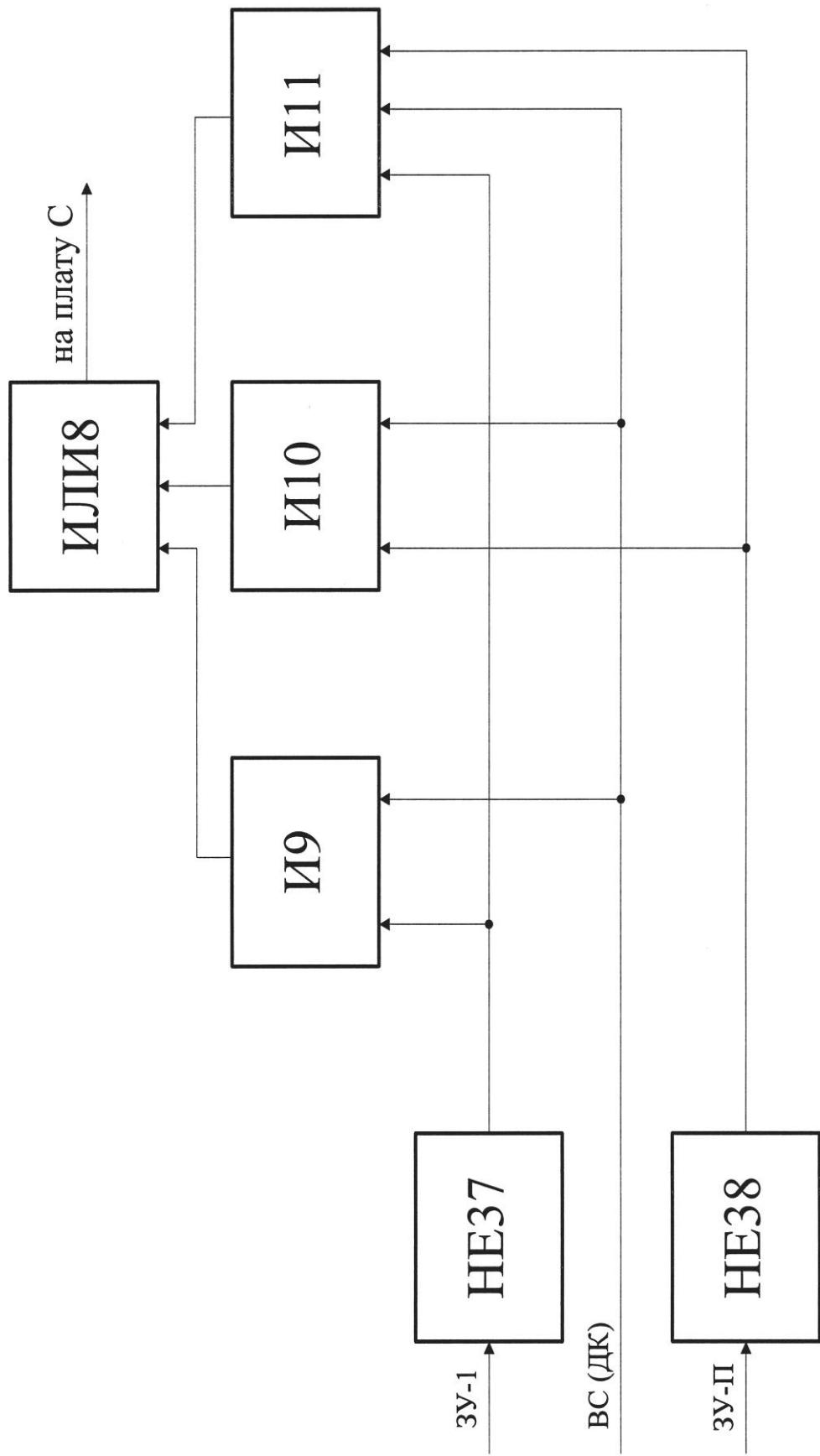


Рис. 6.9. Функциональная схема анализатора информации

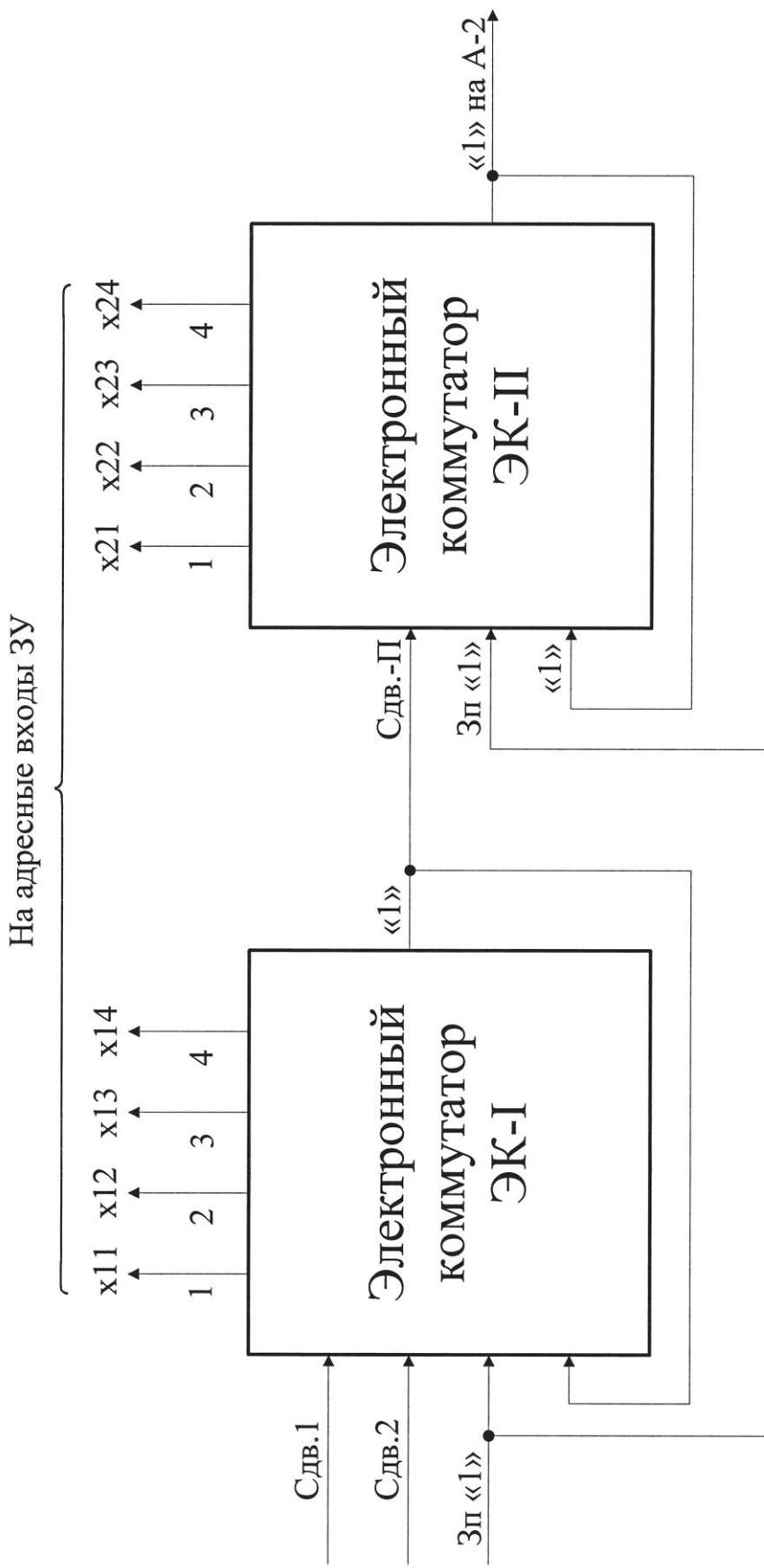


Рис. 6.10. Функциональная схема платы А-1

адресный выход № 1. Когда обнулятся триггеры 4-го разряда ЭК-І, находящиеся перед этим в единичном состоянии, то за счет обратной связи вновь устанавливаются в состояние «1» триггеры 1-го разряда ЭК-І. Одновременно получит один импульс сдвига шина «Сдв.-ІІ» второго коммутатора, его триггеры 1-го разряда вернутся в состояние «0», а триггеры 2-го разряда переключатся в состояние «1», в результате чего возбудится адресный выход №2. В дальнейшем описанный процесс будет повторяться: на каждый «оборот» «1» в ЭК-І будет приходиться один импульс сдвига в ЭК-ІІ, приводящий его «1» в триггеры следующего разряда. Наконец наступит момент, когда «1» будет передана из триггеров 4-го разряда ЭК-ІІ в триггеры 1-го разряда, после чего последующий его этап функционирования не будет отличаться от предыдущего. Так будет продолжаться до тех пор, пока на шины «Сдв.-І» и «Сдв.-ІІ» будут поступать управляющие импульсы. У ЭК-І и ЭК-ІІ по четыре адресных выхода, которые обозначают: X11, X12, X13, X14 и X21, X22, X23, X24. Очевидно, что общее число адресных состояний $N=4*4=16$ генерируется коммутаторами за время однократного «пробега» «1» по ЭК-ІІ (до появления импульса переноса в цепи обратной связи).

6.2.4. Функциональная схема платы А-2

Плата адресации А-2 совместно с А-1 вырабатывает полную совокупность адресных импульсов, необходимых для последовательного перебора всех ячеек памяти ЗУ.

Плата А-2 отличается от А-1 наличием дополнительного узла (рис.6.11), предназначенного для генерации серии стробов формирования (СФ) и содержащего несколько ключей. Цепочка НЕ1, Э31, НЕ2, И2 служит для формирования импульсов «Сдв.» на ЛОУ. Узел НЕ3, СД1, ДЦ2, НЕ4 из импульсов стробов обращения СО вырабатывают серию СФ, воздействующую на выходные формирователи плат ЗУ. Узел НЕ5, И1, НЕ6, ИЛИ1 обеспечивает плату С сигналами, которые в рабочем режиме БОП позволяют наблюдать ЛА на индикаторе ПРЛ в пределах рабочей дальности БОП, а в режиме контроля – контрольные «единицы» в виде линий, находящихся на определенных дальностях.

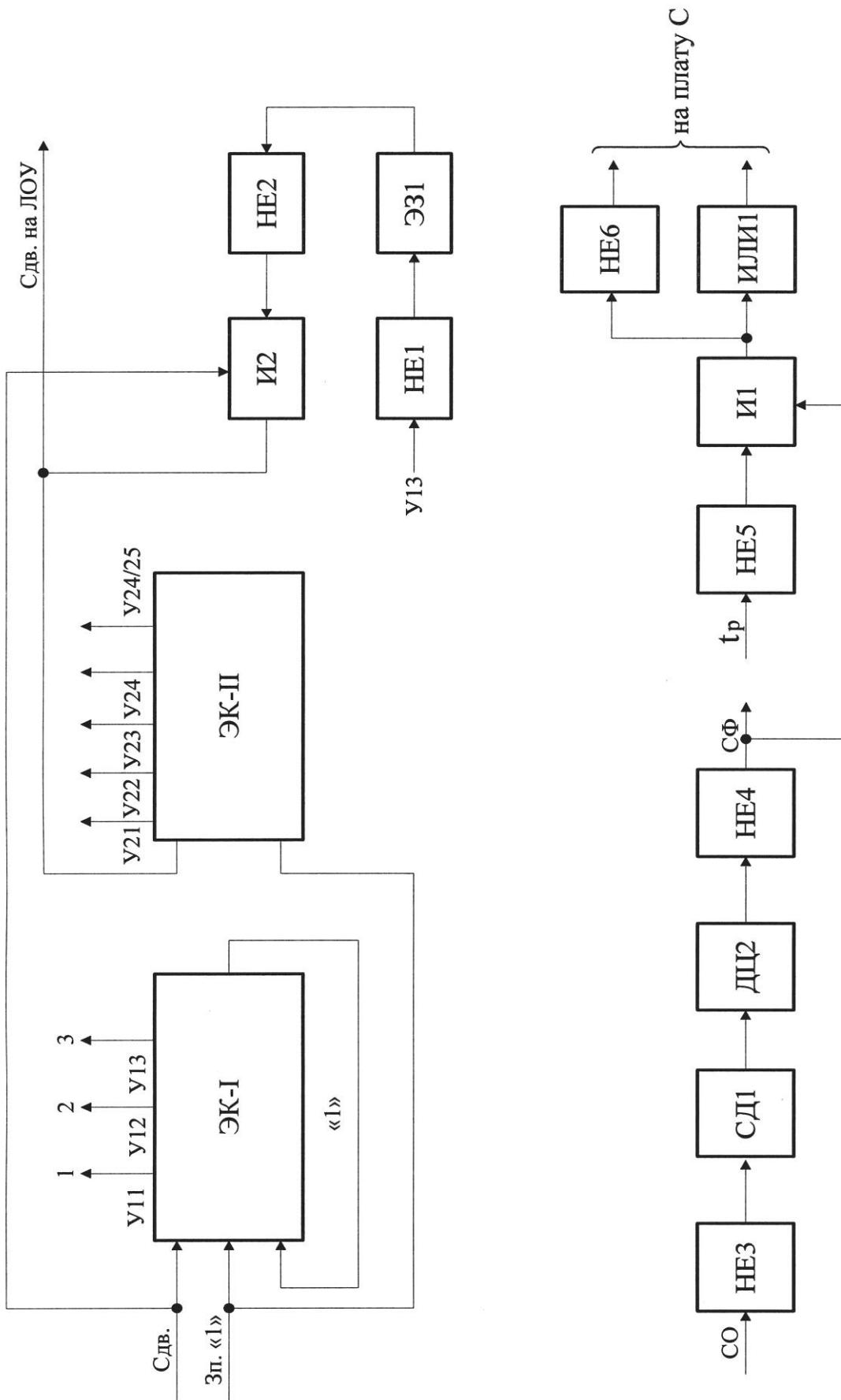


Рис. 6.11. Функциональная схема платы А-2

6.2.5. Функциональная схема платы запоминающей среды

Плата запоминающей среды предназначена для записи, хранения и считывания радиолокационных видеосигналов. Она состоит из индивидуальных ключей записи (ИКЗ), массива запоминающих элементов (ЗЭ), индивидуальных адресных ключей (ИАК), двух наборов групповых адресных ключей (ГАК-І и ГАК-ІІ) и выходного усилителя-нормализатора длительности (УНД) считанных из ЗЭ сигналов (рис.6.12).

Входными управляющими импульсами для ЗС служат: X11-X14; X21-X24; Y11-Y13; Y2(*i*); строб записи информации (СИ); строб обращения (считывания) (СО); строб формирования (СФ); вспомогательный адресный импульс (ВАИ), приходящий из ИКЗ с другой платы ЗС. Выходными сигналами являются: ВАИ для ИКЗ другой платы ЗС; импульсы УНД, направляемые в АИ. Одни и те же адресные импульсы, кроме Y2(*i*), подаются на все 8 плат ЗС. Y2(*i*) несет информацию о порядковом номере выбираемой платы ЗС.

ГАК-І и ГАК-ІІ осуществляют логическое перемножение адресных импульсов и строба «СО», в результате чего образуется соответственно 4 и 12 внутриплатных адресных шин. Полное число адресных состояний, порождаемых ГАК-І и ГАК-ІІ, равно $4 \times 12 = 48$, что позволяет избирательно обратиться к 48 ЗЭ. Для этого служат 48 ИАК. Запомненная информация выводится из ЗЭ в момент адресного обращения к нему. Если в ЗЭ хранилась «1», то на вход УНД поступит остроконечный отрицательный импульс тока с $t_{и}=0,15$ мкс. На выходе УНД будет импульс длительностью $t_{и}=0,8$ мкс и уровнем $U_m=2$ В. При считывании же «0» импульс на выходе УНД отсутствует. Каждый ИАК выполняет еще и вторую функцию: управляет процессом записи текущей видеинформации. Для этого ИАК соединен с ИКЗ, на второй вход которого подается строб записи информации. Однако запись производится не в данный ЗЭ (из которого считывается информация в текущий момент времени), а в тот, из которого она была считана на предыдущем дисcrete дальности (то есть в ЗЭ с порядковым адресным номером, на «1» меньшим номера данного ЗЭ).

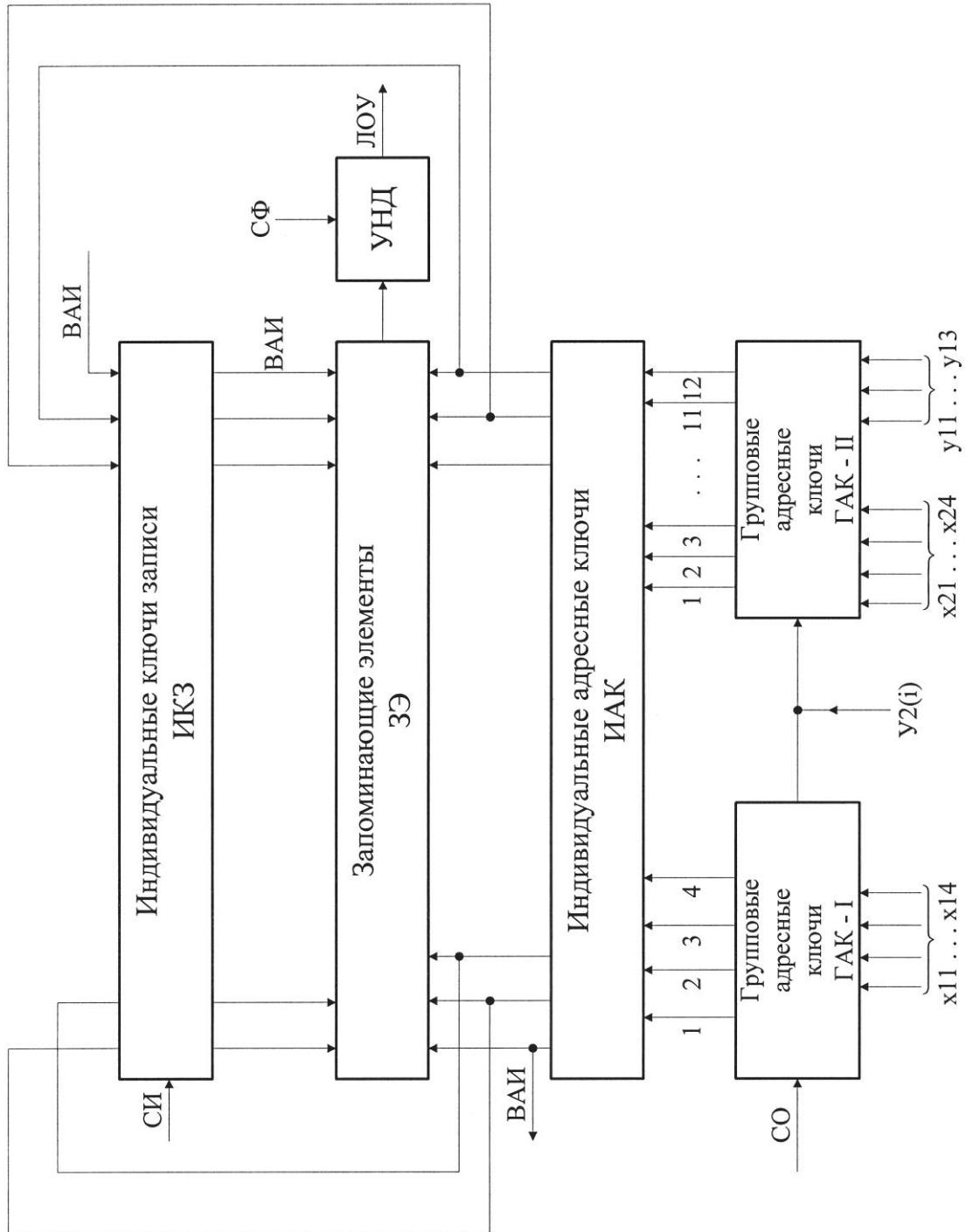


Рис. 6.12. Функциональная схема платы запоминающей среды

6.2.6. Функциональная схема платы С

Плата С предназначена для сопряжения ламповой аппаратуры посадочного радиолокатора с блоком очистки от помех, построенным на цифровой элементной базе, а также выхода последнего – с индикаторами РЛС.

Функциональная схема платы сопряжения показана на рис.6.13. Плата состоит из четырех независимых узлов:

- канала линейного стробирования (КЛС);
- ограничителя амплитуды (ОА) видеосигналов;
- ограничителя амплитуды посадочных видеосигналов (ПВС);
- ограничителя амплитуды запускающих импульсов.

Канал линейного стробирования

Канал линейного стробирования представляет собой устройство, выполняющее завершающую операцию по очистке сигнала от помех – логическое перемножение входного видеосигнала и извлекаемого из запоминающего устройства блока очистки от помех очищенного сигнала. Если происходит временное совпадение этих сигналов, то на выход схемы И1 проходит импульс, амплитуда которого пропорциональна амплитуде входного видеосигнала.

С выхода приемника посадочного радиолокатора видеосигналы поступают во входную RC цепь, которая пропускает на эмиттерный повторитель ЭП1 только импульсные сигналы с высокой прямоугольностью. После ЭП1 видеосигналы разветвляются на два направления: на ограничитель амплитуды ОА1 и на схему ИЛИ1, где объединяются с контрольными сигналами. Объединенный сигнал усиливается усилителем Ус1 и через схему ИЛИ2, куда поступает также импульс декодированной координаты посадочной, подается на ключ И1, представляющий собой линейный стробирующий каскад, управляемый выходными очищенными импульсами, поступающими из платы логической обработки и управления блока очистки от помех. Стробированные сигналы проходят через эмиттерные повторители ЭП2, ЭП3 и ЭП4 на индикатор посадочного радиолокатора.

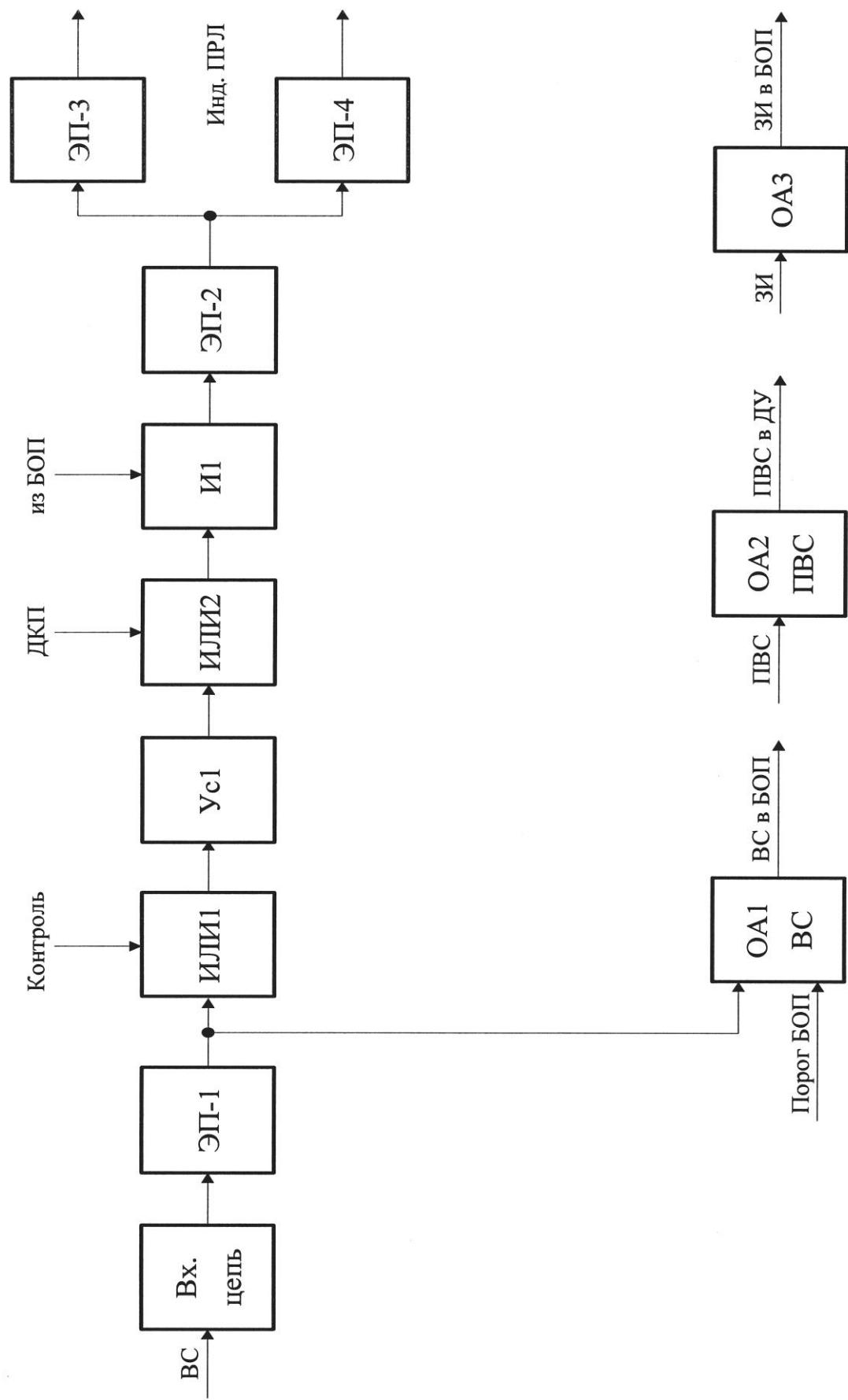


Рис. 6.13. Функциональная схема платы сопряжения

Ограничители амплитуды ВС и ПВС

Ограничители амплитуды видеосигналов (ОА1 ВС) и посадочных видеосигналов (ОА2 ПВС) выполняют двустороннее ограничение входного сигнала. Нижние их пороги регулируются с помощью потенциометров, выведенных под шлиц на лицевую панель БОП («Порог БОП» и «Порог ДУ»). Верхние пороги неизменны и равны приблизительно 2,5 В.

Ограничители ОА1 ВС и ОА2 ПВС предотвращают повреждение микросхем БОП при возрастании амплитуды радиолокационного сигнала и, кроме того, позволяют осуществить его амплитудную селекцию на фоне помех.

Ограничитель амплитуды запоминающих импульсов

Ограничитель амплитуды запоминающих импульсов (ОАЗ ЗИ) представляет собой комбинацию из входного резистивного делителя напряжения и последующей селектирующей по длительности цепи, которая уменьшает амплитуду запускающего импульса, укорачивает его и защищает микросхемы от проникновения отрицательных импульсов.

6.2.7. Функциональная схема декодирующего устройства

Декодирующее устройство предназначено для выдачи на ИКГ декодированных ответных сигналов с самолетного ответчика. Источником сигналов для ДУ служит наземный приемник ответчика. Функциональная схема ДУ приведена на рис.6.14. Устройство состоит из нормализованной линии задержки (НЛЗ) с отводами, ряда эмиттерных повторителей (ЭП), схем И, НЕ, селекторов длительности (СД) и нормализаторов длительности (НД). Ограниченный по амплитуде видеосигнал через схему НЕ1 поступает в НЛЗ. Импульсные видеосигналы, задержанные на 6, 7, 9, 13 и 15 мкс, поступают на выход линии. Пройдя через ЭП1-ЭП4, они подаются на ключи И3 и И4, И5, в которых выполняется совпадение ответных сигналов. На выходе схемы И4 будут декодированные ответные сигналы «Опознавание», на выходе И5 – «Шасси выпущено». После селекции в СД1 и СД2 декодированный

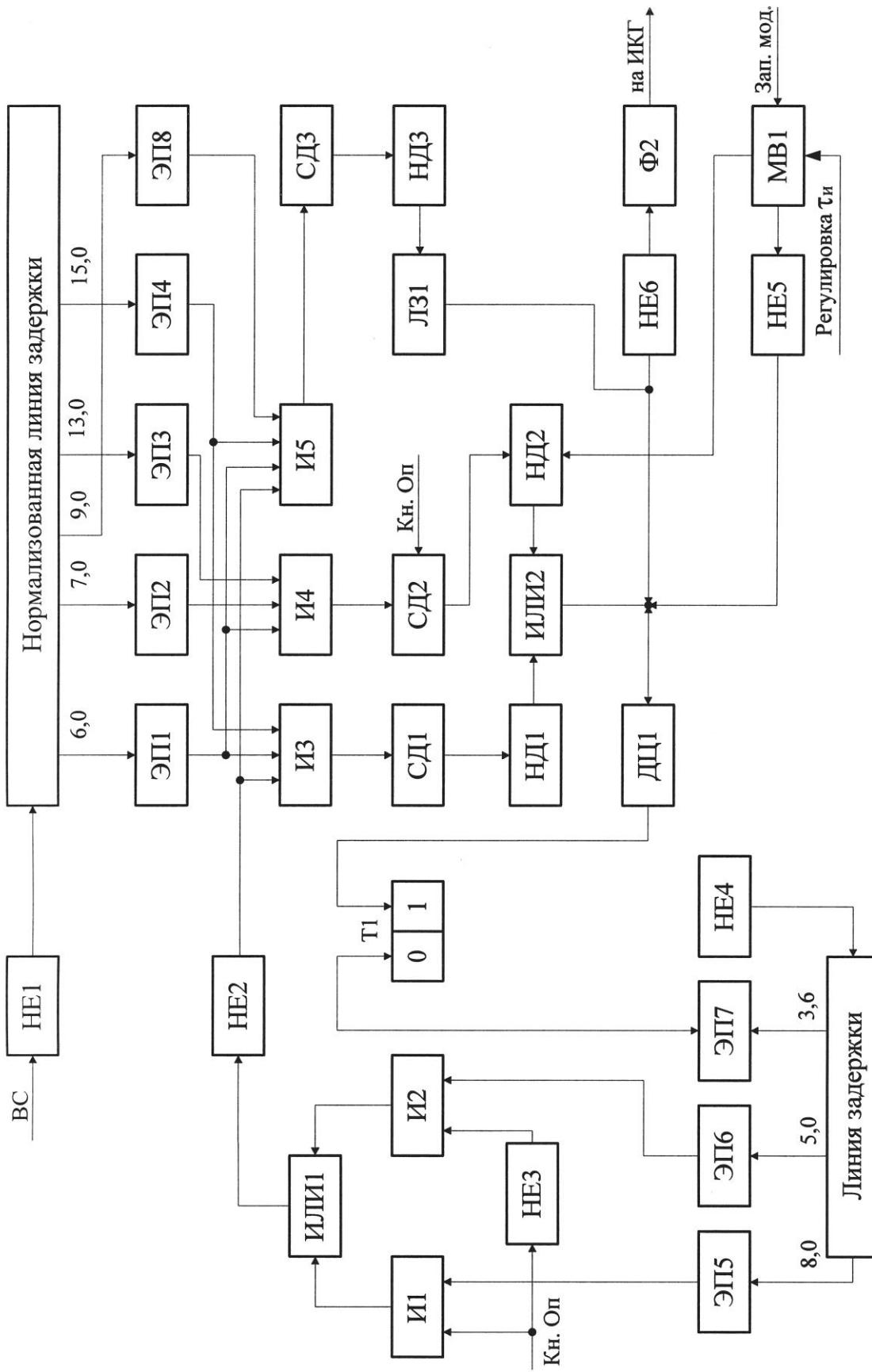


Рис. 6.14. Функциональная схема декодирующего устройства

сигнал запускает соответственно НД1 и НД2, вырабатывающие стандартные импульсы длительностью 1,5 мкс и 7 мкс, которые через схемы ИЛИ2, НЕ5 и формирователь Ф2 поступают на ИКГ.

Импульсы с выхода схемы ИЛИ2 не поступают на ИКГ в двух случаях:

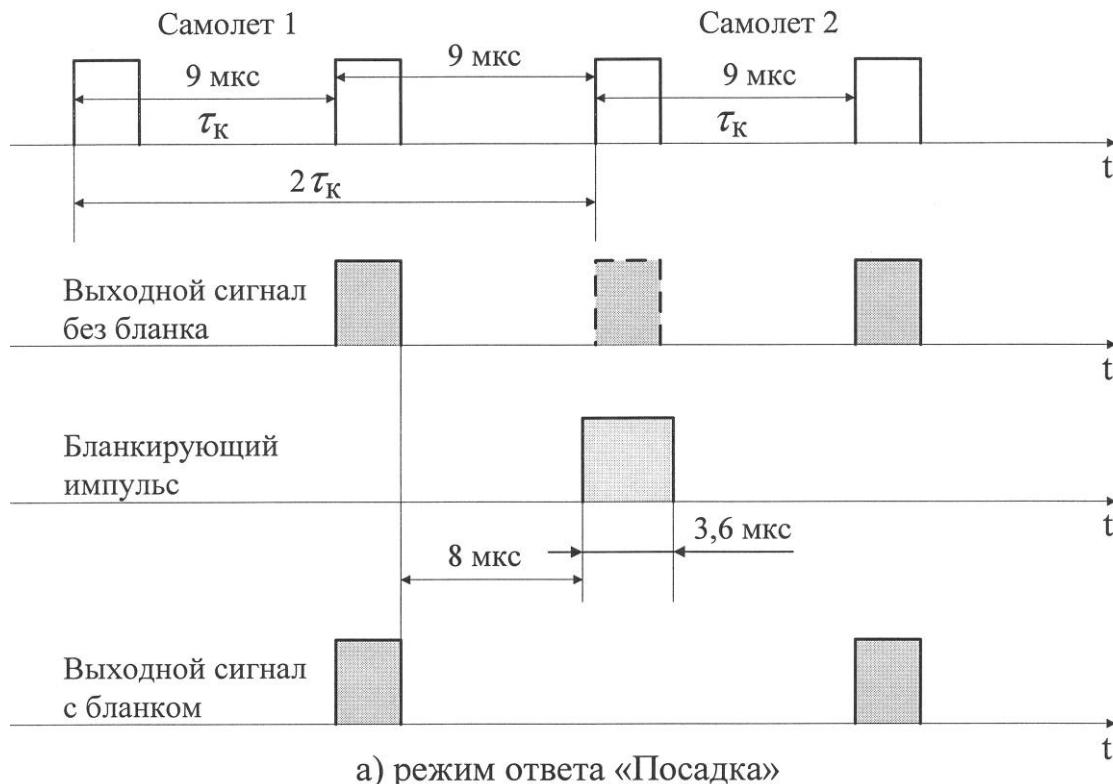
- если они совпадают с импульсом мультивибратора МВ1 (≤ 33 мкс) схемы скользящего бланка;
- при наличии бланкирующих импульсов через 8 мкс после срабатывания НД1 и 5 мкс после срабатывания НД2 (на выходе которых формируются декодированные ответные сигналы ответчиков в режимах ПОСАДКА и ОПОЗНАВАНИЕ).

В первом случае МВ1 формирует бланкирующий импульс, длительность которого можно менять в определенных пределах (33 мкс). Это позволяет подавить ложные ответные сигналы, полученные за счет боковых лепестков передающих антенн на малых удалениях до цели (менее 5 км).

Формирование бланкирующих импульсов во втором случае поясняют временные диаграммы на рис. 6.15 (расстояние между самолетами $2\tau_k$).

Длительность бланкирующего импульса определяется триггером Т1. Импульс с выхода схемы ИЛИ2 укорачивается в дифференцирующей цепи ДЦ1 и меняет состояние триггера. Единичный импульс с Т1 через схему НЕ4 вводится в ЛЗ и через 3,6 мкс, пройдя через ЭП7, возвращает его в исходное состояние. Через ЭП и ЭП6 импульсы с отводов ЛЗ поступают на ключи И1 и И2. Вторые входы И1 и И2 управляются кнопкой ОПОЗНАВАНИЕ. Если кнопка не нажата, срабатывает только И1. При нажатии кнопки И1 блокируется, а И2 благодаря включению НЕ3 подготовлен к срабатыванию. Выходные импульсы с И1, И2 через ИЛИ1 и НЕ2 воздействуют на декодирующую схему ИЗ, И4 на 3,6 мкс, запирают их. СД2 срабатывает только при нажатой кнопке ОПОЗНАВАНИЕ. При декодировании ответных сигналов «Шасси выпущено» импульсы с НЛЗ через ЭП1, ЭП4 и ЭП8 поступают на схему совпадения И5. Выходной сигнал с И5, после селекции в СД3 и нормализации по длительности в НД3 ($t_i=3$ мкс), задерживается в ЛЗ1 и через НЕ6, Ф2 поступает на ИКГ.

Ответные сигналы от двух самолетов



Ответные сигналы от двух самолетов

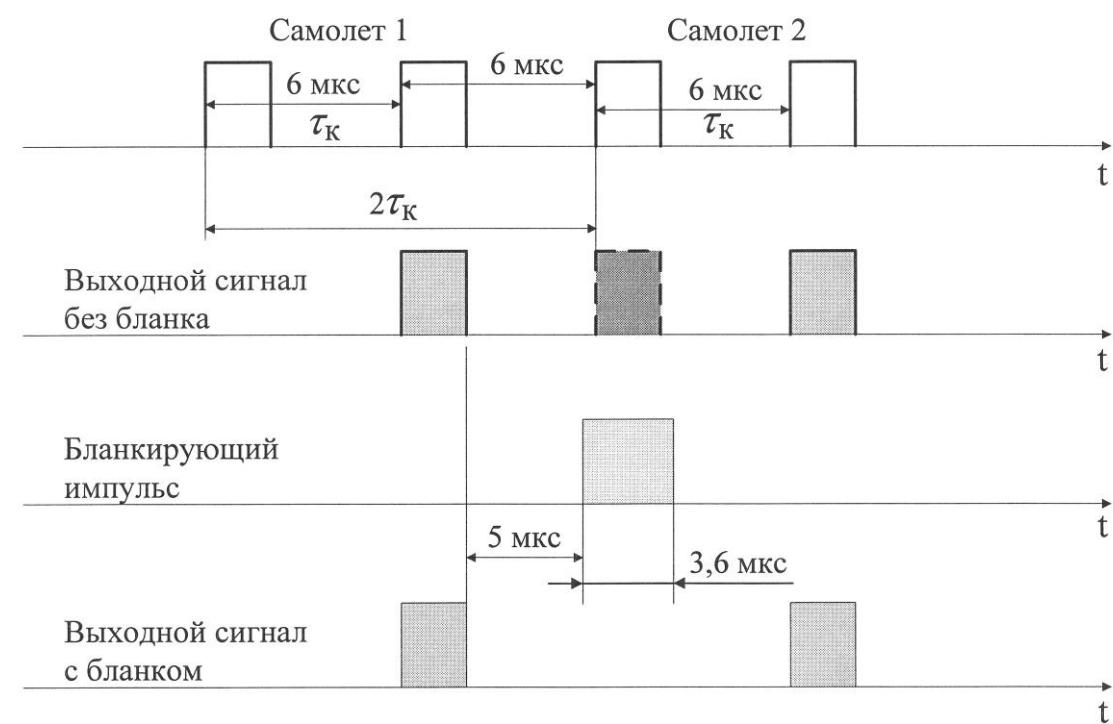


Рис. 6.15. Временные диаграммы в ДУ

6.3. БОП в модернизированном исполнении

6.3.1. Особенности построения и блок-схема модернизированного БОП

По своему назначению, принципу функционирования БОП в модернизированном исполнении от БОП первых выпусков отличается только элементной базой, конструктивным исполнением плат и некоторыми техническими характеристиками:

- 1) два рабочих интервала дальности – 200 и 400 км;
- 2) тактовые импульсы (ТИ) формируются из гармонических колебаний $f=6$ МГц путем их последовательного деления в логических схемах (триггеры, счетчики).

Блок-схема модернизированного БОП имеет вид, показанный на рис.6.16. Основными элементами БОП являются:

- плата сопряжения (С),
- плата очистки (ПО),
- плата декодирования (ПД),
- плата линий задержки (ЛЗ).

Схемные решения плат сопряжения, декодирования и линий задержки идентичны, рассмотренным выше. Плата очистки совмещает в себе функции плат ГУВ, ЛОУ, адресации и запоминающих устройств.

6.3.2. Функциональная схема платы очистки модернизированного БОП

Функциональная схема ПО приведена на рис. 6.17. Плата очистки включает следующие узлы: узел синхронизации, узел входной обработки, запоминающее устройство, анализатор информации.

Узел синхронизации формирует рабочий строб длительностью t_p , тактовые импульсы (ТИ), адресные сигналы управления (стробы записи (СЗ)), стробы считывания (СС), контрольные сигналы для проверки исправности БОП.

Временные диаграммы, поясняющие принцип работы узла синхронизации, приведены на рис. 6.18.

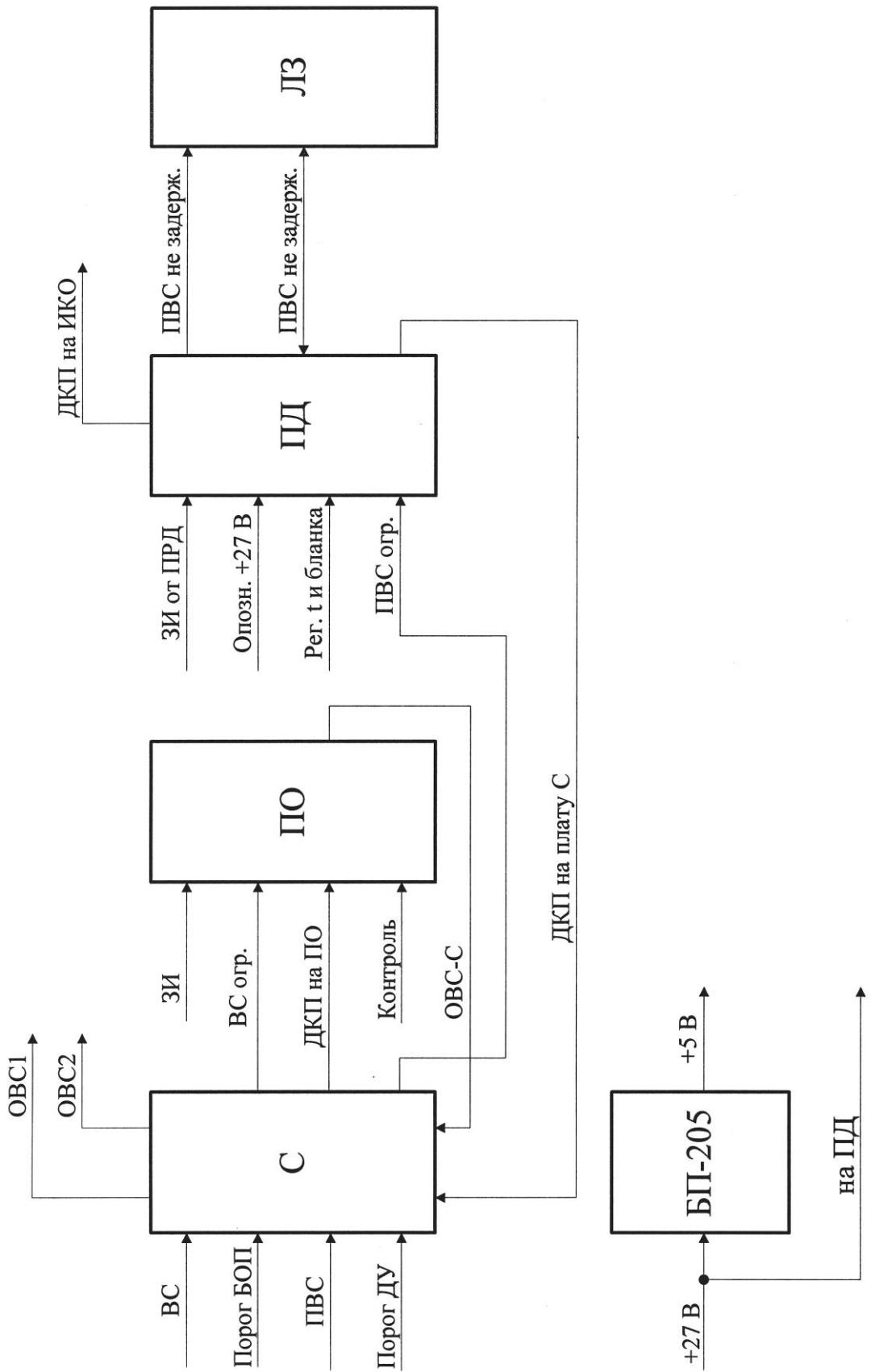


Рис. 6.16. Блок-схема БОП в модернизированном исполнении

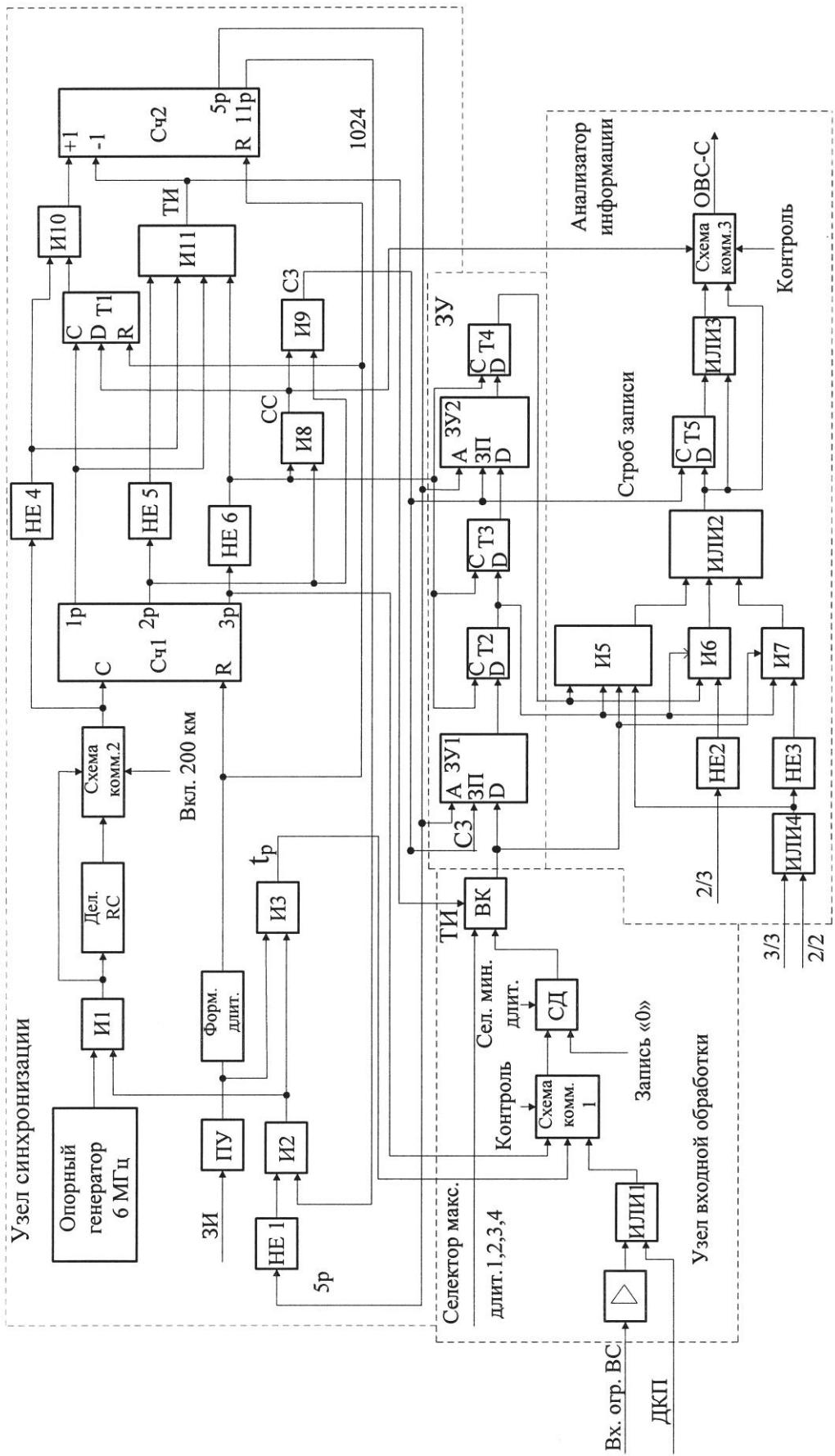


Рис. 6.17. Функциональная схема платы очистки

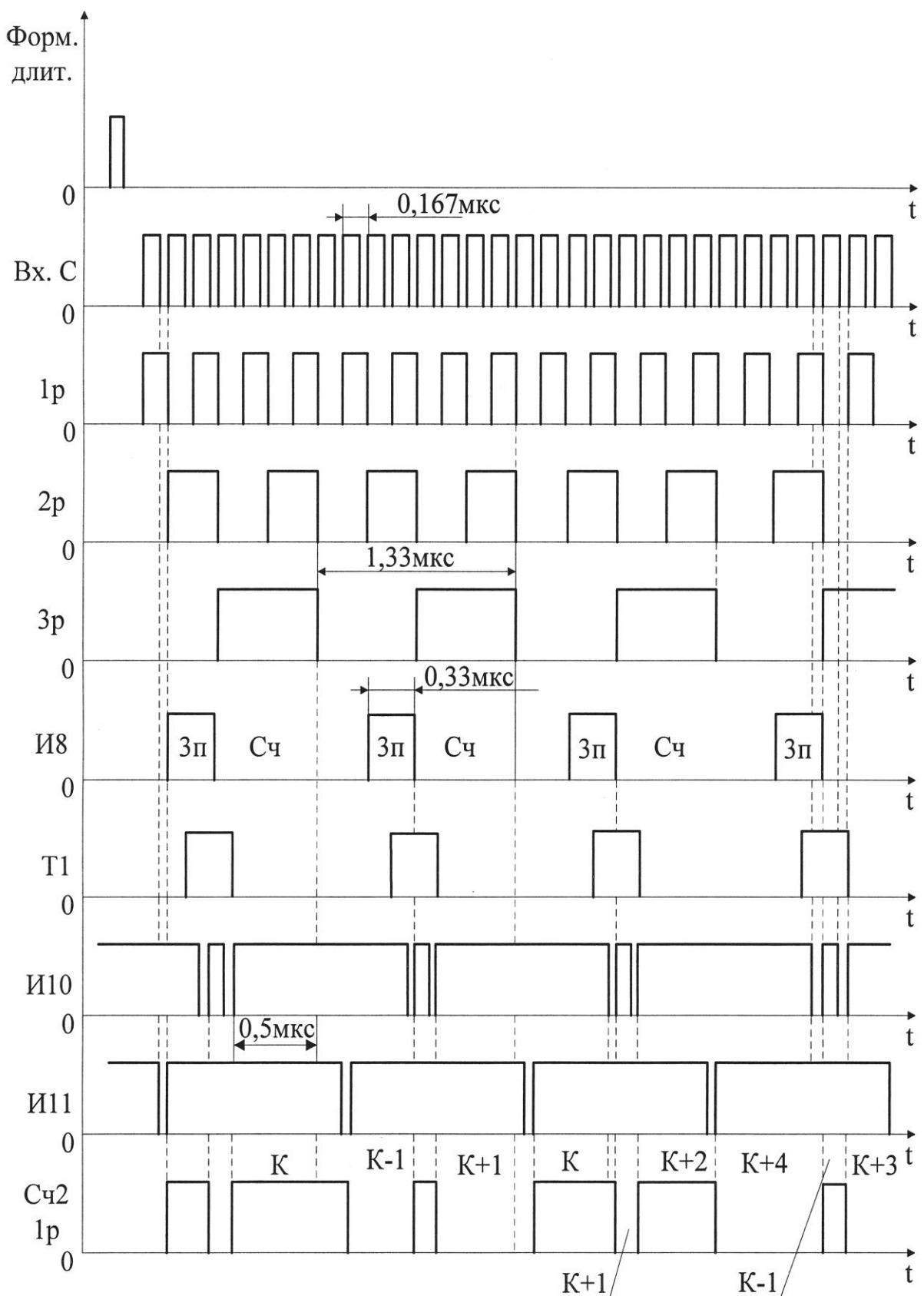


Рис. 6.18. Временные диаграммы работы узла синхронизации

Источником высокостабильных колебаний узла синхронизации является кварцевый генератор, формирующий гармонические колебания на частоте 6 МГц. В исходном состоянии все разряды счетчика Сч2, кроме одиннадцатого, находятся в нулевом состоянии. Логическая «1» одиннадцатого разряда на выходе вентиля И2 (5 р. в состоянии «0») запирает вентиль И1 (используется отрицательная логика). Рабочий цикл узла синхронизации начинается с приходом запускающего импульса (ЗИ), который после преобразования по уровню (ПУ), укорачивания по длительности (в формирователе длительности) поступает на обнуляющие коды R счетчиков и триггера T1. С переходом 11-го разряда в состояние «0» отпирается схема И1, и опорные колебания через коммутатор 2 (команда «ВКЛ.200 км») следуют на счетный вход счетчика 1. Из последовательностей импульсных сигналов 1 - 3-го разрядов счетчика 1, опорных колебаний 6 МГц с использованием схем НЕ4 - НЕ6, И8 - И11 и Т1 формируются тактовые серии для суммирующего (+1) и вычитающего (-1) входов счетчика 2, а также импульсные сигналы «Строб записи» (С3), «Строб считывания» (СС) и тактовые импульсы для схем считывания ЗУ (с выхода НЕ6). На диаграмме (рис.6.18) показано изменение состояния первого разряда счетчика 2 по мере следования управляющих сигналов с вентилем И10 и И11. Десять разрядов этого счетчика используются для формирования адресных сигналов ЗУ1 и ЗУ2. Последовательность импульсов с выхода вентиля И11 является тактовыми импульсами (ТИ), период следования которых соответствует длительности временного дискрета $\tau_D = 1,33$ мкс. При достижении счетчиком 2 состояния 1024 (11-й разряд переходит в единицу) вентиль И1 запирается, узел синхронизации переходит в исходное состояние и идет поступление очередного запускающего импульса. Строб рабочей дальности t_p формируется на выходе вентиля И3, начало и конец которого определяется моментами перехода 11-го разряда Сч2 из состояния «1» в «0» и наоборот, а также моментами прихода ЗИ.

Узел входной обработки обеспечивает селектирование входных сигналов по длительности и временное квантование ВС или ДКП. Ограниченные по амплитуде ВС с выхода платы

сопряжения (С) через буферный усилитель и ДКП с выхода декодирующего устройства объединяются в схеме ИЛИ1, стробируются во времени стробом дальности t_p в коммутаторе 1 и поступают на вход селектора дальности (СД). На выход СД проходят только те импульсы, длительность которых превышает установленный порог – 0,5 мкс. Временной квантователь (ВК) производит привязку входного видеосигнала к началу временного дисcretца (кванта дальности), разбивает видеосигнал на временные интервалы, равные $(1\dots4)\tau_d$. Одновременно с этим решается задача селекции видеосигнала по максимальной длительности. Режим работы ВК определяется переключателем с передней панели БОП - СЕЛЕКТОР МАКС. ДЛИТ. 1, 2, 3, 4, ОТКЛ.). Синхронизация временного квантования выполняется ТИ со схемы И11.

Запоминающее устройство выполнено из двух ЗУ1, ЗУ2 и триггеров T2, T3, T4. Запись ВС и ДКП с временного квантователя в ЗУ1 и ЗУ2 выполняется импульсами строб записи (СЗ) адресных последовательностей с выхода СЧ2, считывание задержанных ВС осуществляется по сигналам «Строб считывания» (СС), а также адресных последовательностей СЧ2. Каждое из ЗУ обеспечивает задержку на период повторения T_i . По истечении времени $t = T_i$ информация из ЗУ1 переписывается в ЗУ2.

Анализатор информации обеспечивает выполнение обработки ВС или ДКП по одной из трех логик: 2/2, 2/3, 3/3. Для этого анализируемые последовательности вводятся на входы схем И5, И6, И7 из ЗУ1 и ЗУ2. Кроме того, на эти схемы поступают управляющие сигналы с переключателя выбора логики обработки на передней панели блока. Триггер T5 и схема ИЛИ3 расширяют выходной сигнал на величину, равную половине кванта дальности. Очищенные от несинхронных помех ВС и ДКП через коммутатор 3 в виде ОВС-С (строб очищенного видеосигнала) выводятся из платы очистки. В режиме КОНТРОЛЬ в качестве контрольного сигнала в БОП используется импульсный сигнал третьего разряда счетчика СЧ1. При этом для прохождения этих контрольных сигналов необходимо тумблер ЗАПИСЬ 1-0 установить в положение «1». Контрольные сигналы наблюдаются на экране ПРЛ в виде вертикальных линий на определенных дальностях.

6.4. Конструкция БОП

Корпус БОП изготовлен из алюминиевых сплавов. На передней панели блока (рис.6.19) расположены следующие органы управления: переключатели – ЛОГИКА (выбор логики обработки – 2/2, 2/3, 3/3), СЕЛ. МАКС. ДЛИТ. (выбор максимальной длительности импульсов на выходе ВК в квантах дальности – 1, 2, 3, 4); микротумблеры – БОП (включение питания в БОП, включение БОП в цепь обработки сигналов), РАБОТА-КОНТРОЛЬ (режим работы БОП), ДАЛЬНОСТЬ, КМ (выбор рабочих интервалов дальности, в модернизированных блоках 200, 400 км); потенциометр ПОРОГ-БОП (выбор порога ограничения видеосигналов в плате С). Кроме того, на передней панели размещены сигнальные лампы НОРМА и АВАРИЯ, сигнализирующие о функциональном состоянии БОП, а также предохранители.

Конструкция отдельных плат БОП (платы очистки, платы декодирования и линии задержки) показаны на рис.6.20 и рис.6.21.

Контрольные вопросы к главе 6

1. От каких помех выполняется очистка сигналов в БОП?
2. В чем состоит принцип очистки сигналов от НИП и ХИП?
3. Какие логики очистки можно применять в различных режимах работы ПРЛ?
4. Есть ли ограничения на выбор логик очистки?
5. Зачем нужна схема И в структурной схеме БОП?
6. На какой дальности выполняется очистка от НИП и ХИП?
7. Сколько ячеек памяти в ЗУ?
8. Поясните принцип работы плат А-1 и А-2?
9. С какой целью в плате ДШ используются схемы бланкирования и скользящего бланка?
10. Поясните особенности построения ЗУ БОП в отличие от ЗУ в БОСТ ДРЛ.
11. Является ли БОП универсальным блоком?

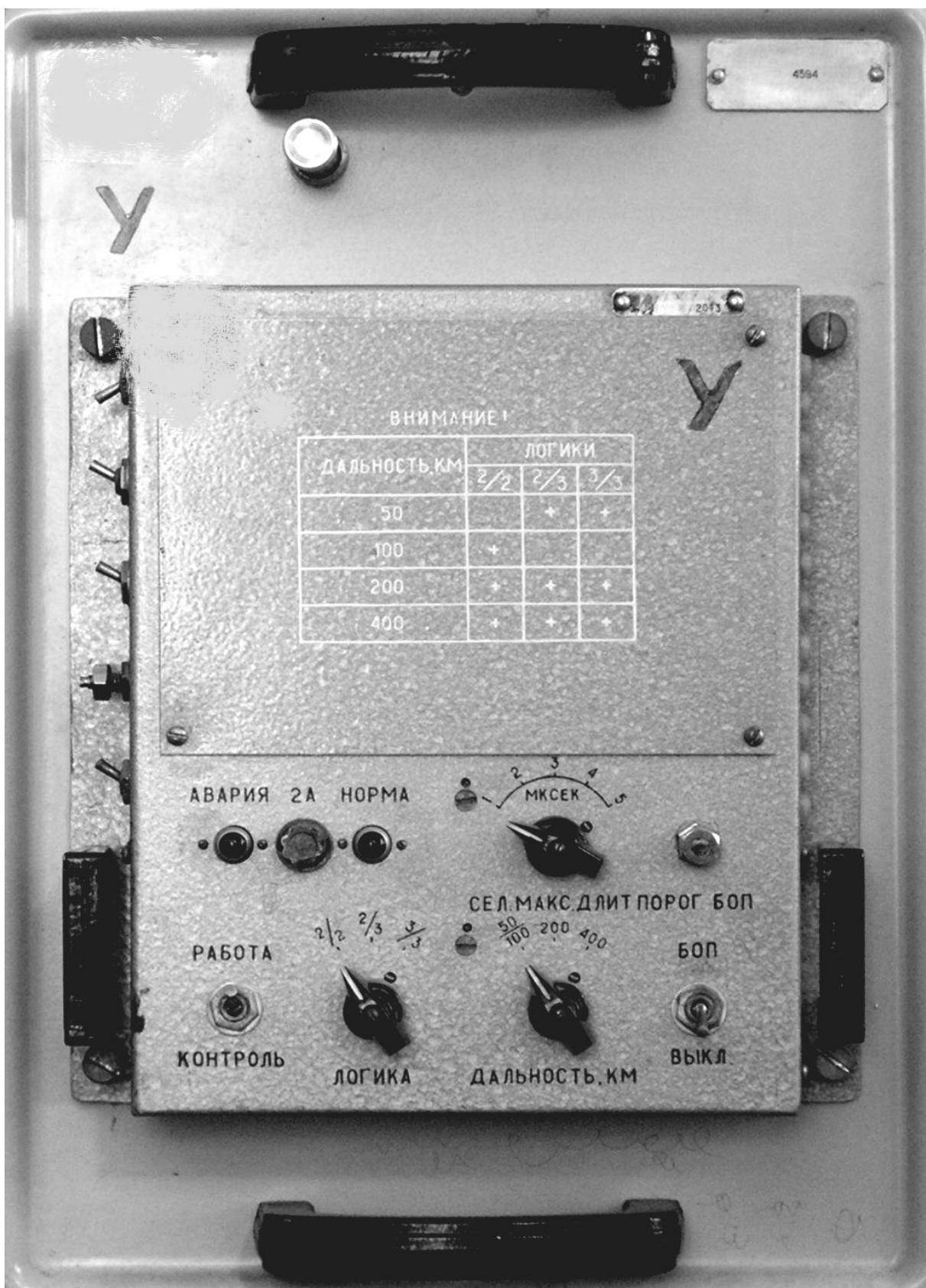


Рис. 6.19. Передняя панель БОП

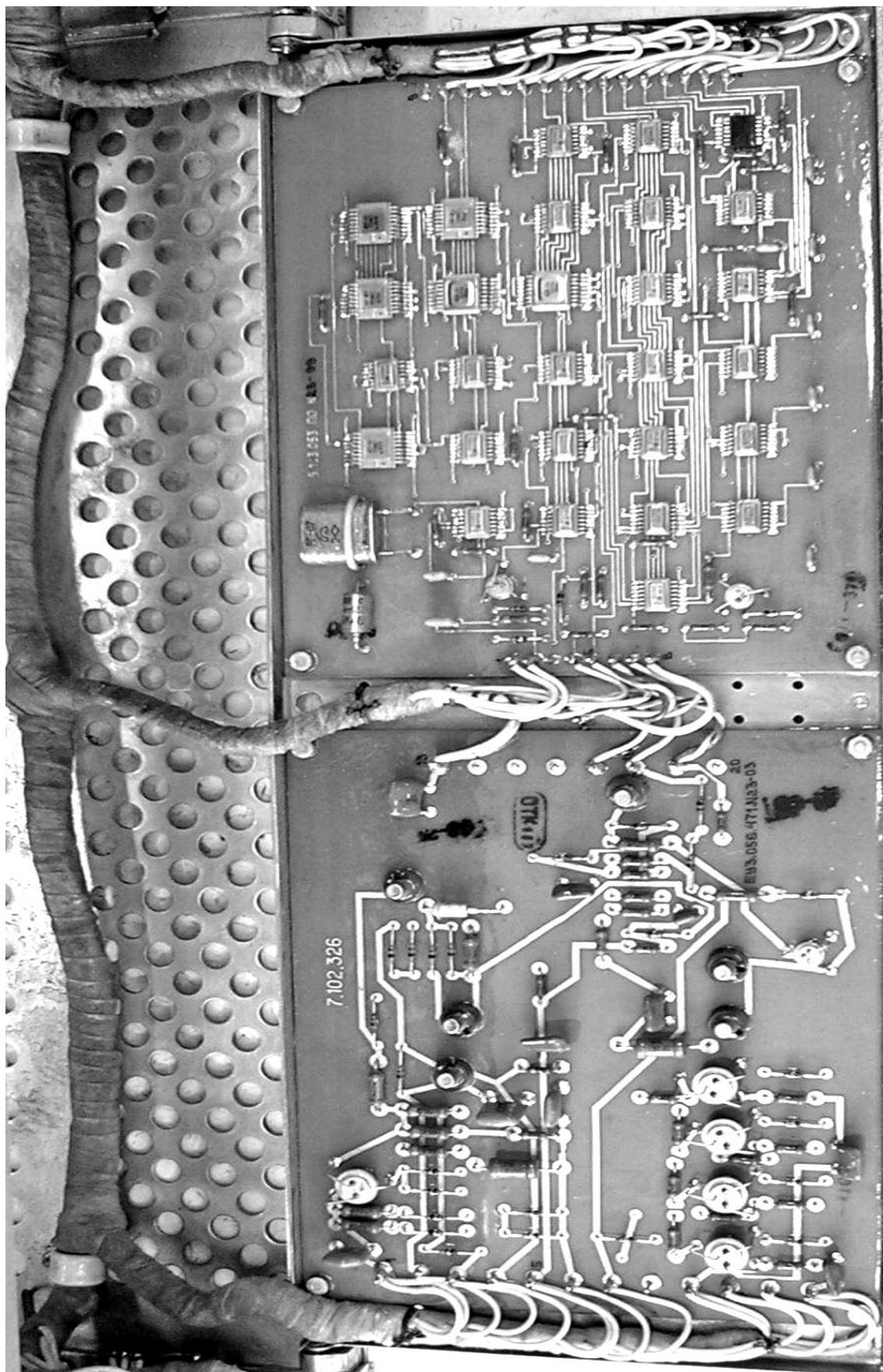


Рис. 6.20. Конструкция платы очистки модернизированного БОП

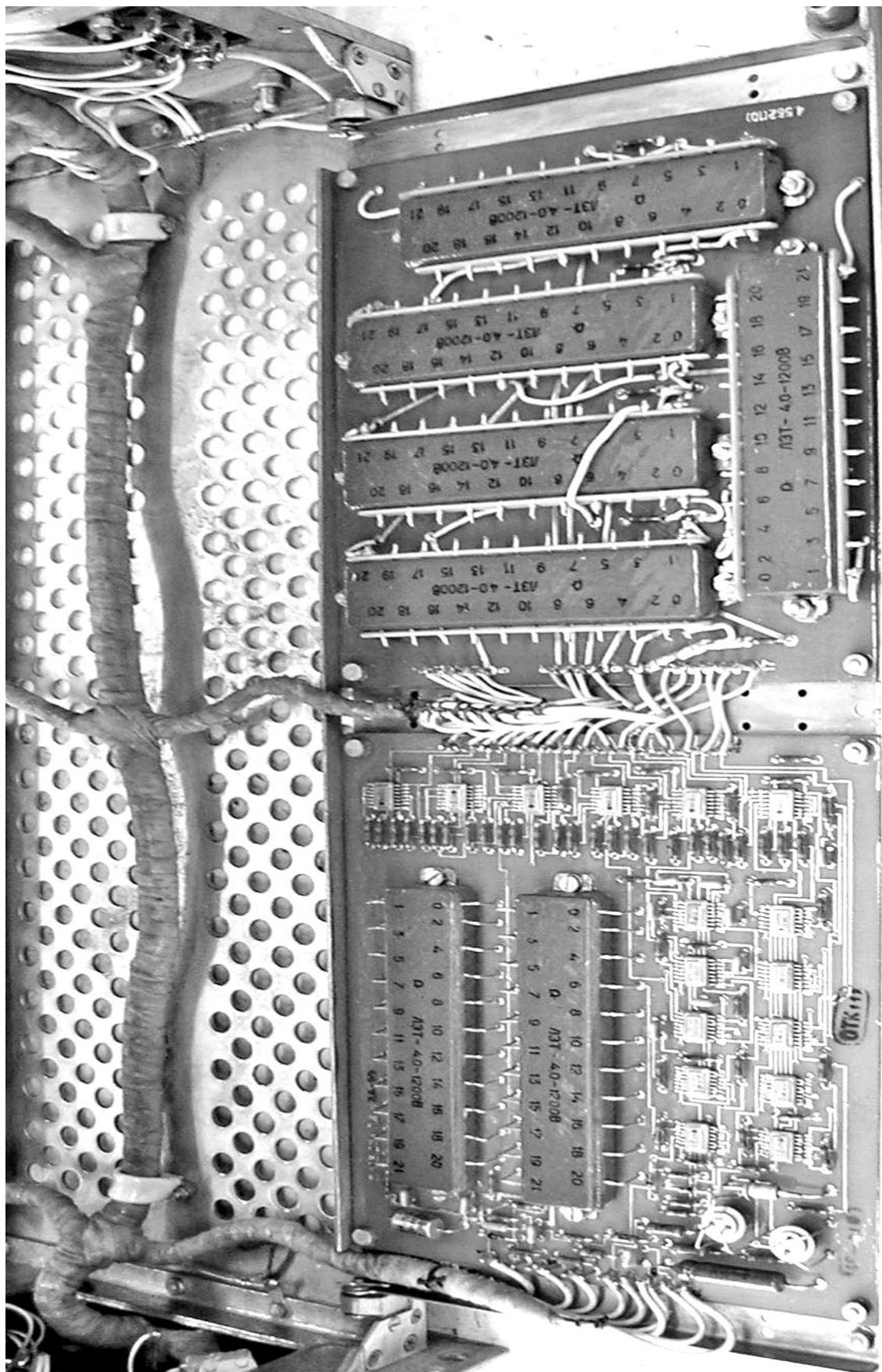


Рис. 6.21. Конструкция ПД и ЛЗ модернизированного БОП

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лобачев Ю.В., Перевозов Е.С. Теоретические основы и принципы построения радиолокационных систем управления воздушным движением. Курс лекций. – Тамбов: ТВАИИ, 2004.-174с.
2. Перевозов Е.С., Турченко В.А. Состояние и тенденции совершенствования радиолокационных систем посадки// Зарубежная радиоэлектроника. – № 9, 2001.
3. Рысаков Н.Д. Военная техника авиационной радиолокации. Выпуск 1: Диспетчерский радиолокатор РСП-6М2. – Харьков: ХВВАУРЭ, 1989.
4. Технические системы и средства, создаваемые для единой системы организации воздушного движения России. Каталог. – М., 1998.
5. Техническое описание РСП-6М2.
6. Дудник П.И. Авиационные радиолокационные устройства. – М.: ВВИА, 1976.
7. Радиолокационные системы управления воздушным движением. Часть 1./ С.И. Волков и др. – М.: МИРЭА, 2005.-171с.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Посадочный радиолокатор ПРЛ-6М2	3
1.1. Основные сведения о ПРЛ-6М2.....	3
1.2. Структурная схема, состав и размещение блоков ПРЛ-6М2.....	7
1.3. Аппаратура управления ПРЛ-6М2	12
<i>Контрольные вопросы к главе 1.....</i>	12
2. Антенно-волноводное устройство ПРЛ- 6М2.....	12
2.1. Основные сведения об АВУ	12
2.2. Антенны и элементы СВЧ АВУ, их конструкция	14
2.3. Система наддува волноводного тракта	26
2.4. Электроприводы антенн ПРЛ-6М2.....	27
2.4.1. Электропривод качания антенн.....	27
2.4.2. Электропривод наклона антенны курса.....	29
2.4.3. Электроприводы поворота поляризационных решеток антенн курса и глиссады.....	31
<i>Контрольные вопросы к главе 2</i>	33
3. Передающее устройство ПРЛ-6М2.....	34
3.1. Основные сведения о передающем устройстве ПРЛ-6М2	34
3.2. Функциональная схема передающего устройства ПРЛ-6М2	36
3.3. Конструкция и размещение элементов передающего устройства	39
<i>ПРЛ.....</i>	
<i>Контрольные вопросы к главе 3</i>	40
4. Приёмные устройства ПРЛ-6М2	46
4.1. Основные сведения о приёмных устройствах ПРЛ-6М2 ..	46
4.2. Принципиальная схема приёмника пассивного канала....	48
4.2.1. Блок УВЧ.....	48
4.2.2. Преселектор.....	50
4.2.3. Блок БПр-021.....	50
4.2.4. Фазовый блок БФ-02.....	60
4.2.5. Блок гетеродина БГ-02	68
4.3. Конструкция приемника первичного канала.....	71
4.4. Конструкция приемника вторичного канала.....	77
<i>Контрольные вопросы к главе 4</i>	79

5. Устройство синхронизации ПРЛ-6М2.....	79
5.1. Основные сведения об устройстве синхронизации ПРЛ-6М2.....	79
5.2. Структурная схема блока синхронизации формирования.....	81
5.3. Функциональная схема блока синхронизации и форми- рования	83
5.3.1. Функциональная схема платы синхронизации.....	83
5.3.2. Функциональная схема платы дешифратора	84
5.4. Принципиальная схема платы дешифратора	89
5.5. Конструкция блока синхронизации и формирования.....	89
<i>Контрольные вопросы к главе 5</i>	91
6. Аппаратура защиты ПРЛ-6М2 от активных помех	91
6.1. Основные сведения об аппаратуре защиты ПРЛ-6М2 от активных помех	91
6.2. Функциональные схемы плат БОП.....	94
6.2.1. Функциональная схема платы ГУВ.....	94
6.2.2. Функциональная схема платы ЛОУ	97
6.2.3. Функциональная схема платы А-1.....	103
6.2.4. Функциональная схема платы А-2.....	106
6.2.5. Функциональная схема платы запоминающей среды...	108
6.2.6. Функциональная схема платы С	110
6.2.7. Функциональная схема декодирующего устройства	112
6.3. БОП в модернизированном исполнении.....	116
6.3.1. Особенности построения и блок-схема модернизи- ванного БОП	116
6.3.2. Функциональная схема платы очистки модернизи- ванного БОП	116
6.4. Конструкция БОП.....	122
<i>Контрольные вопросы к главе 6</i>	122
Библиографический список	126
Содержание.....	127

Сергей Иванович Волков
Юрий Владимирович Лобачев
Евгений Сергеевич Перевозов

**РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ**

Учебное пособие

Часть 3

Редактор

Литературные редакторы

Изд. Лицензия № 020456 от 04.03.97

Подписано в печать 00.00.0000. Формат 60*84/ 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная.

УСЛ. ПЕЧ. 0,00. Усл. кр.-отт. 00,00. Уч.-изд. Л. 0,00.

Тираж 000 экз. С 00.

Московский государственный институт радиотехники,
электроники и автоматики (технический университет)
117454, Москва, просп. Вернадского, 78