

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) самолетами при их последовательном заходе на посадку до высоты принятия решения ($H=120$ м), подавая команды управления по радиостанции (ручной режим управления, рисунок 1.1 [2]);
- 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 ВС: 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 (рисунок 1.2).

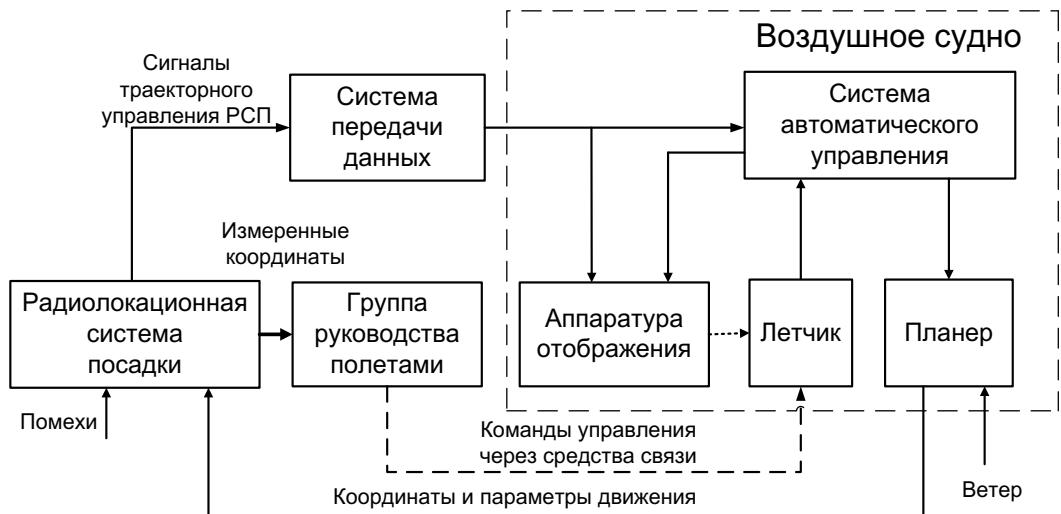


Рисунок 1.1. Структурная схема контура управления ВС

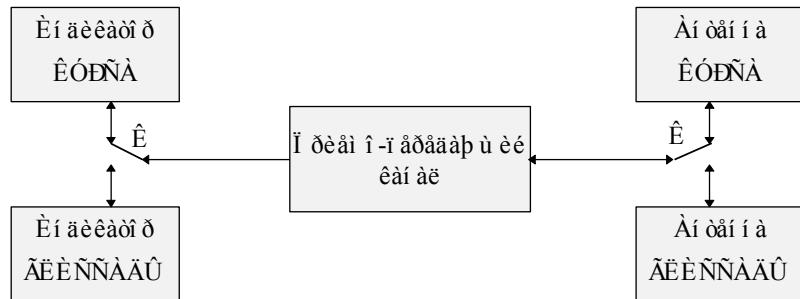


Рисунок 1.2. Последовательно-параллельный принцип построения ПРЛ-6М2

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 (рисунок 1.3).

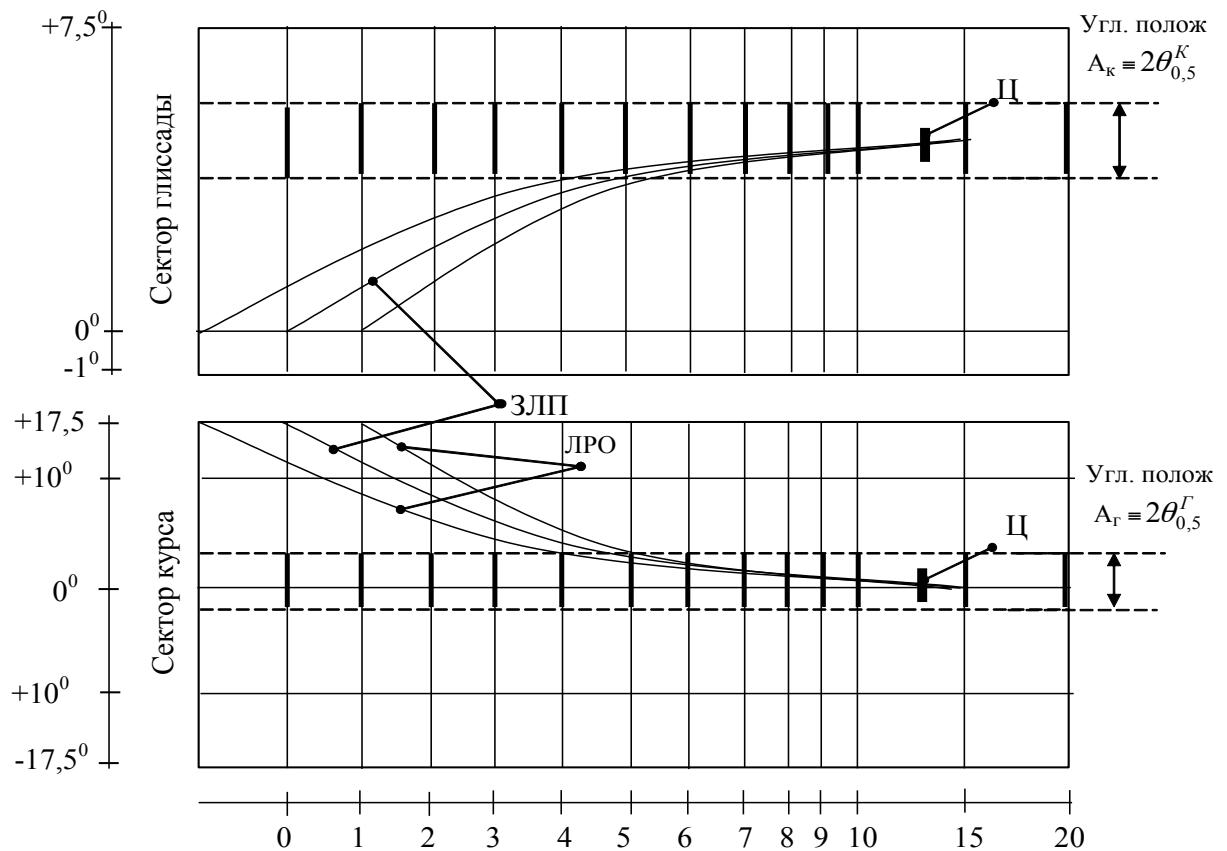


Рисунок 1.3. Вид развертки на ИКГ

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

Основные тактико-технические характеристики ПРЛ-6М2 приведены в [1,4]. Структурная схема ПРЛ приведена на рисунке 1.4.

ПРЛ может функционировать в следующих режимах: пассивном (ПАСС), селекции движущихся целей (СДЦ), совмещённом (ПАСС+СДЦ), активном

(АКТ). Как и в ДРЛ-6М2, ПАСС режим используется в тех случаях, когда отношение сигнал/(шум+помеха) существенно больше единицы (в простых метеоусловиях, без помех, ЭПО цели $\sigma_u >> 1 \text{м}^2$), 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.). Режим совмещенный является основным режимом работы ПРЛ при управлении воздушными судами (ВС) при заходе на посадку, начиная примерно с дальности 20 км и до точки принятия решения (ближнего привода). При малой высоте полета ВС (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. АКТ режим используется при посадке ВС с малой ЭПО ($\sigma_u < 1 \text{м}^2$), а также для получения с ВС 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.

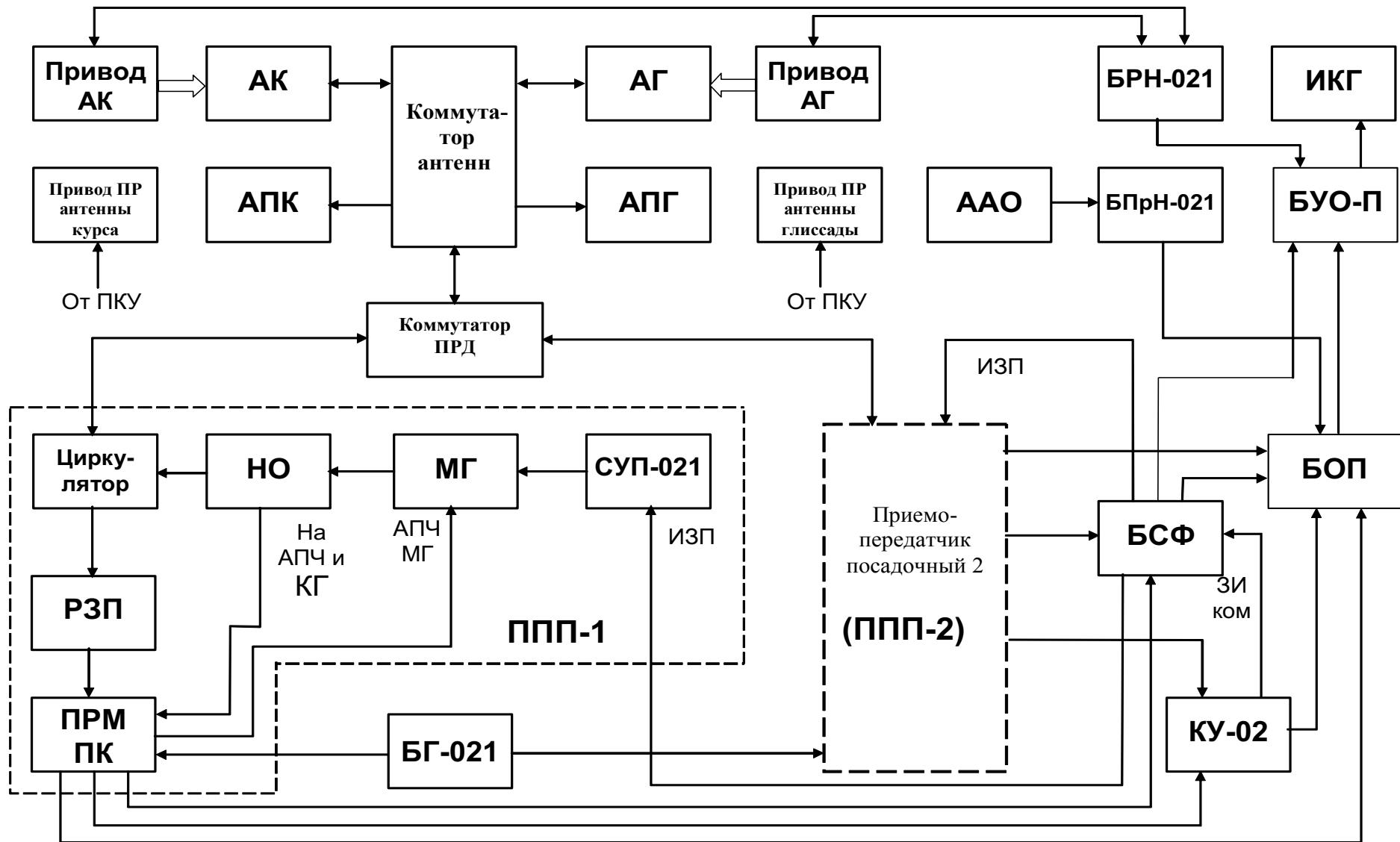


Рисунок 1.4. Структурная схема ПРЛ-6М2

1.2. Состав и размещение блоков ПРЛ-6М2

ПРЛ-6М2 входит в состав ПРЛС-6М2 (рисунок 1.4).

В состав ПРЛ-6М2 входят следующие основные функционально связанные устройства (рисунки 1.4, 1.5, 1.6):

- 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 гетеродинов (СГ-02), включающая блок развертывающих напряжений (БРН-021) и 2 блока гетеродинов (БГ-021);
- наземный приемник активного канала БПрН-021, расположенный в стойке управления передатчиком (СУП-022);
- стойка управления передатчиком включает: БУВ-021 – блок управления выпрямителем; БПМ-021 – блок подмодулятора; БВМ-021 – блок выпрямителя модулятора;
- стойка компенсирующего устройства с аппаратурой КУ-02 (СКУ-02) включающая: БЧВ-021 – блок череспериодного вычитания; БЧК-021 – блок череспериодной компенсации; БУ-021 – блок усреднения; БКИ-021 – блок компенсатора импульсный;
- стойка приемника (СПр-02), включающая: УВЧ – усилитель высокой частоты; БПр-021 – блок приемника пассивного канала; БПАПЧ – блок питания и автоматической подстройки частоты; БФ-02- блок фазовый;
- блок очистки от помех (БОП), расположенный в стойке синхронизации и формирования (ССФ-02);
- блок синхронизации и формирования (БСФ), расположенный в стойке ССФ-02;
- индикатор курса и глиссады, расположенный на пульте контроля и управления (ПКУ) (рисунок 1.7);

- блок управления отображением (БУО-П), расположенный в ПКУ;
- блок технического управления (БТУ), расположенный в ПКУ;
- пульт оперативного управления антеннами (ПОУА), расположенный в ПКУ (рисунок 1.6);
- пульт оперативного управления поляризационными решетками (ПОУ-П);
- пульт управления фоторегистрирующим устройством ПАУ-476;
- блоки питания.

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 отдельными каналами, блоками. Последние, как правило, располагаются непосредственно на блоках. Управление режимами работы ПРЛ-6М2 выполняется с БТУ (рисунок 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 ПРЛ.
2. В каких режимах работает ПРЛ? В какой тактической ситуации используются эти режимы?
3. Какой режим управления ВС используется в ПРЛ?
4. Какие блоки включает ПРЛ?
5. Поясните назначение отдельных элементов развертки на ИКГ.
6. Как организуется управление ПРЛ?

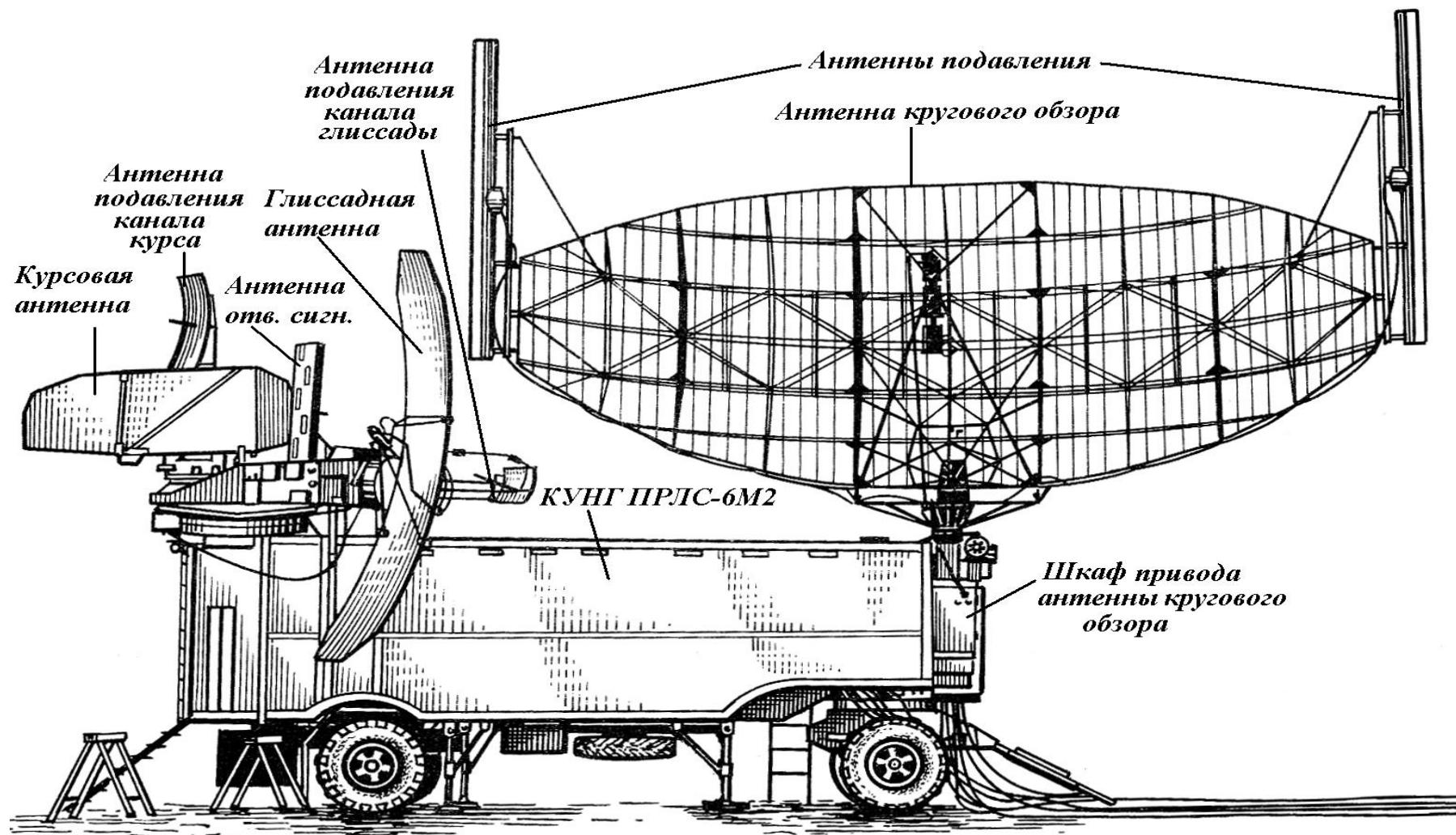


Рисунок 1.5. КУНГ с ПРЛС-6М2 на позиции

ССФ-02	СКУ-02	СП-02	СУП-022	СП-02	СУП-022	СПр-02	СПр-02	СГ-02
БП-127	БЧВ-021		БПрН-021		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

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



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

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 ДРЛ-6М2. При этом вместо фидерных линий передачи (как в ДРЛ-6М2) используются волноводы. Применяются волноводы прямоугольного сечения (волна H_{10}). Для построения вращающихся и качающихся переходов находят широкое применение волноводы круглого сечения (волна E_{01}).

Ширина диаграмм направленности антенн К и Г равна:

Антенна курса:	горизонтальная плоскость –	$2\Theta_{0.5K}^G = 0,7^\circ$;
	вертикальная плоскость –	$2\Theta_{0.5K}^B = 3,0^\circ$.

Антенна глиссады:	горизонтальная плоскость –	$2\Theta_{0.5r}^G = 4,0^\circ$;
	вертикальная плоскость –	$2\Theta_{0.5r}^B = 0,5^\circ$.

Антенна подавления канала курса	–	$2\Theta_{0.5pk}^G = 5,0^\circ$.
---------------------------------	---	-----------------------------------

Антенна подавления канала глиссады	–	$2\Theta_{0.5pr}^B = 3,5^\circ$.
------------------------------------	---	-----------------------------------

Антенна приема активного ответа:

горизонтальная плоскость –	$2\Theta_{0.5o}^G = (75\dots80)^\circ$;
вертикальная плоскость –	$2\Theta_{0.5o}^B = 19^\circ$.

Зона обзора ПРЛ-6М2:

$$\Phi_{A3} = 35^\circ (\pm 17,5^\circ); \Phi_{Um} = 9^\circ (-1\dots+8)^\circ.$$

Благодаря узким диаграммам направленности обеспечивается хорошая разрешающая способность по угловым координатам, точность изменения К и Г.

Скорость качания антенн – 30 качаний в минуту.

Конструктивно антенны основного канала по курсу и глиссаде представляют собой зеркальные антенны. Между каналом 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.

Антенна приема активного ответа представляет собой волноводно-щелевую antennную решетку, состоящую из вертикального ряда 5 продольных щелей, прорезанных в широкой стенке прямоугольного волновода.

Структурная схема антенно-волноводной системы (АВС) ПРЛ-6М2 приведена на рисунке 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.

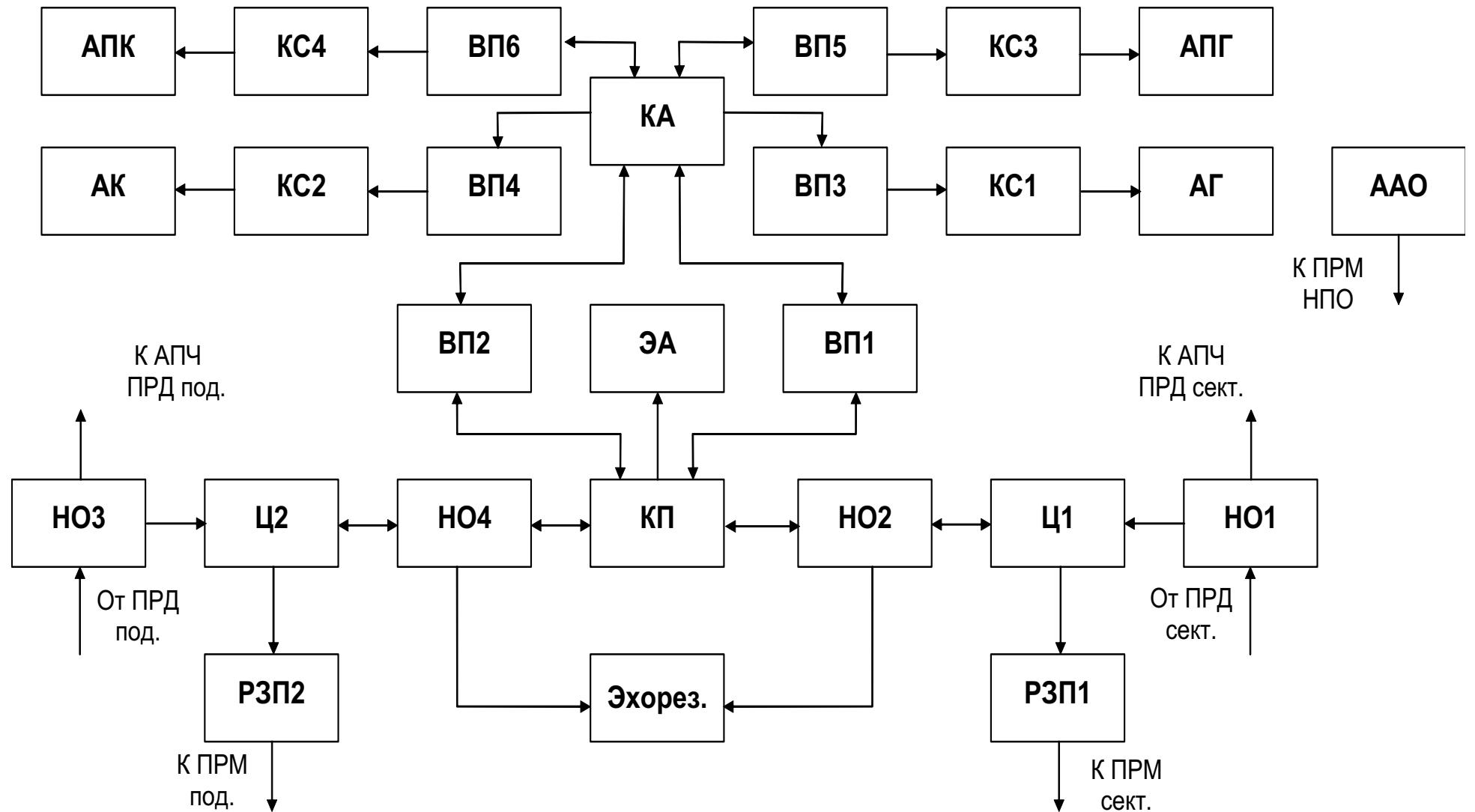


Рисунок 2.1. Структурная схема АВС

2.2. Антенны и элементы СВЧ АВУ, их конструкция

Антенны канала глиссады

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



Рисунок 2.2. Антенны канала глиссады

Антенна 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, 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.

Поляризационная решетка позволяет улучшить отношение мощности сигнала от цели к сигналу от метеообразований на 8...25 дБ (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3. Поляризационная решетка с двуххупорным облучателем

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 отсутствие метеообразований следует пользоваться линейной поляризацией (угол поворота решетки 0^0). Конструктивно поляризационная 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 эллиптическую. В общем случае оператор, наблюдая за

радиолокационной обстановкой на ИКГ, устанавливает такой угол поворота решетки, при котором интенсивность помеховых засветок будет минимальной.

Антенна подавления глиссады предназначена для направленного излучения в пространство мощных одиночных ВЧ 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 antennу курса и antennу подавления (рисунок 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 antennе подавления глиссады. Вертикальный размер зеркала составляет 1,1 м, горизонтальный – 0,4 м. Фокусное расстояние – 0,35 м. Облучатель рупорный.



Рисунок 2.4. Антенны канала курса

Антенна приема ответных сигналов

Антенна приема ответных сигналов предназначена для приема ответных сигналов самолетного ответчика. Она представляет собой щелевую антенну решетку (ЩАР), выполненную из отрезка прямоугольного волновода (рисунок 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 волновода наглухо закрыты металлическими стенками. Антенна 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 антенн подавления – к приемопередатчику подавления.

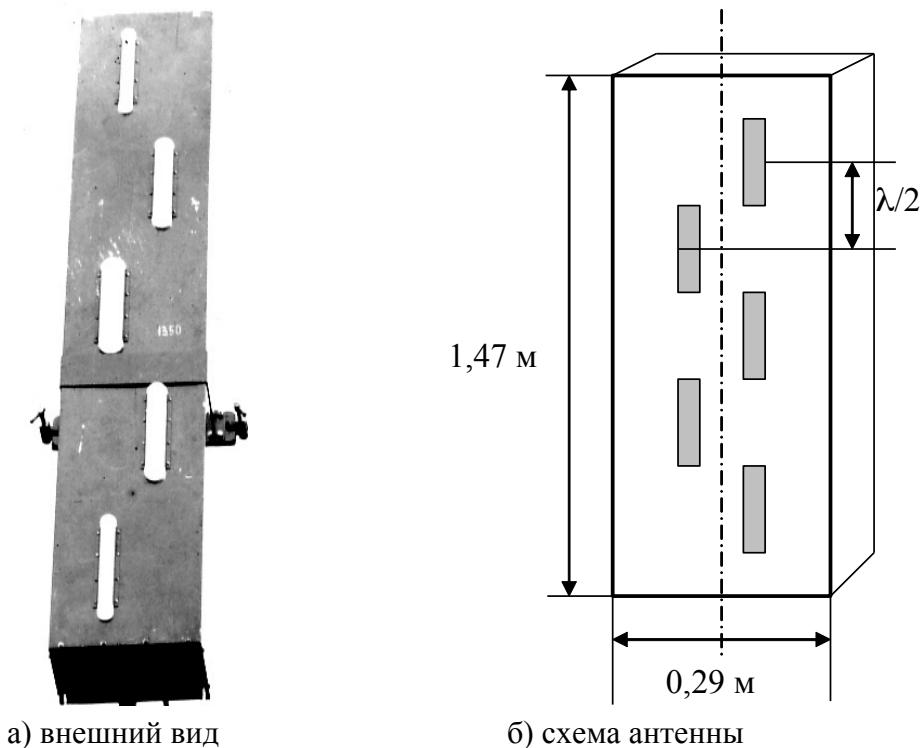


Рисунок 2.5.Антенна приема ответных сигналов

Коммутатор состоит из двух Н-тройников ((1) на рисунке 2.6), 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. Коммутация осуществляется с помощью двух 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 ВЧ энергии в местах перекрытий каналов заслонками в волноводных фланцах предусмотрены специальные дроссельные канавки.

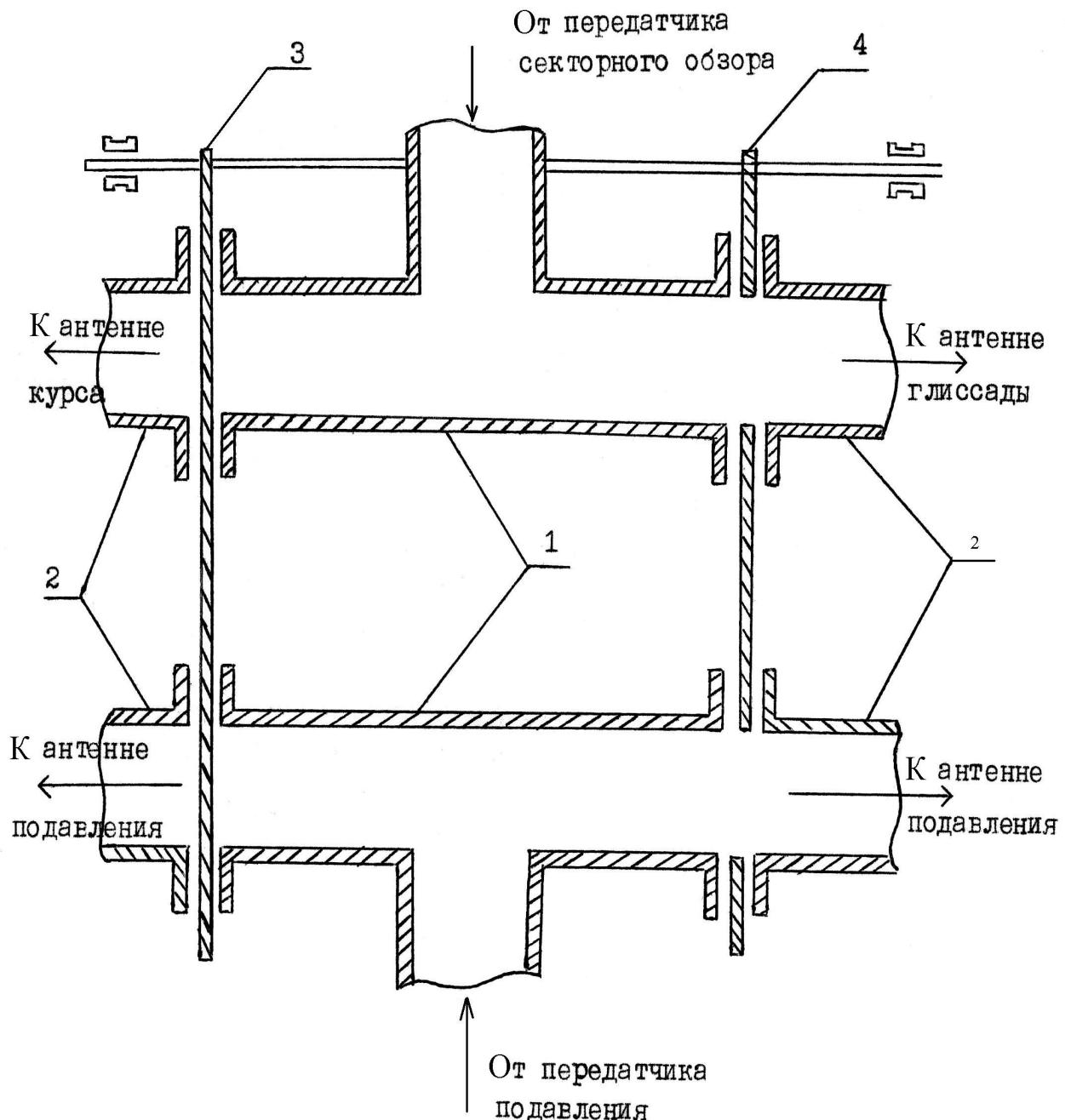


Рисунок 2.6. Коммутатор антенн

Переключатель передатчиков

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

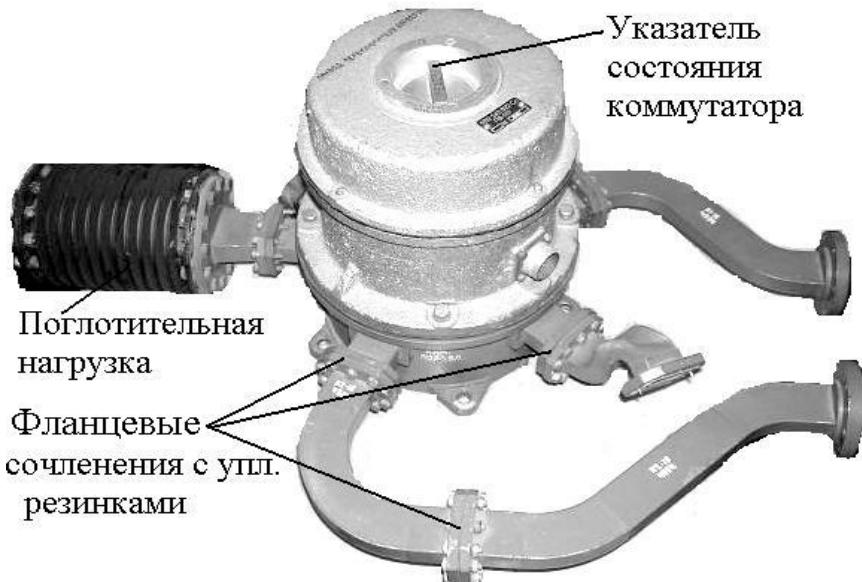


Рисунок 2.7. Переключатель передатчиков

Схематическое изображение переключателя передатчиков в зависимости от выбранного режима использования ППД2 представлено на рисунке 2.8. Как видно из рисунка 2.7а, входы волноводов подвижной части I и II подсоединяются к передатчикам секторного обзора и подавления. К волноводному отрезку III подсоединен эквивалент антены. 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 подсоединен к эквиваленту антены. Антены подавления в этом случае не используются. Изменение положения волноводов I и II переключателя передатчиков осуществляется при снятом высоком напряжении с анодов магнетронов.

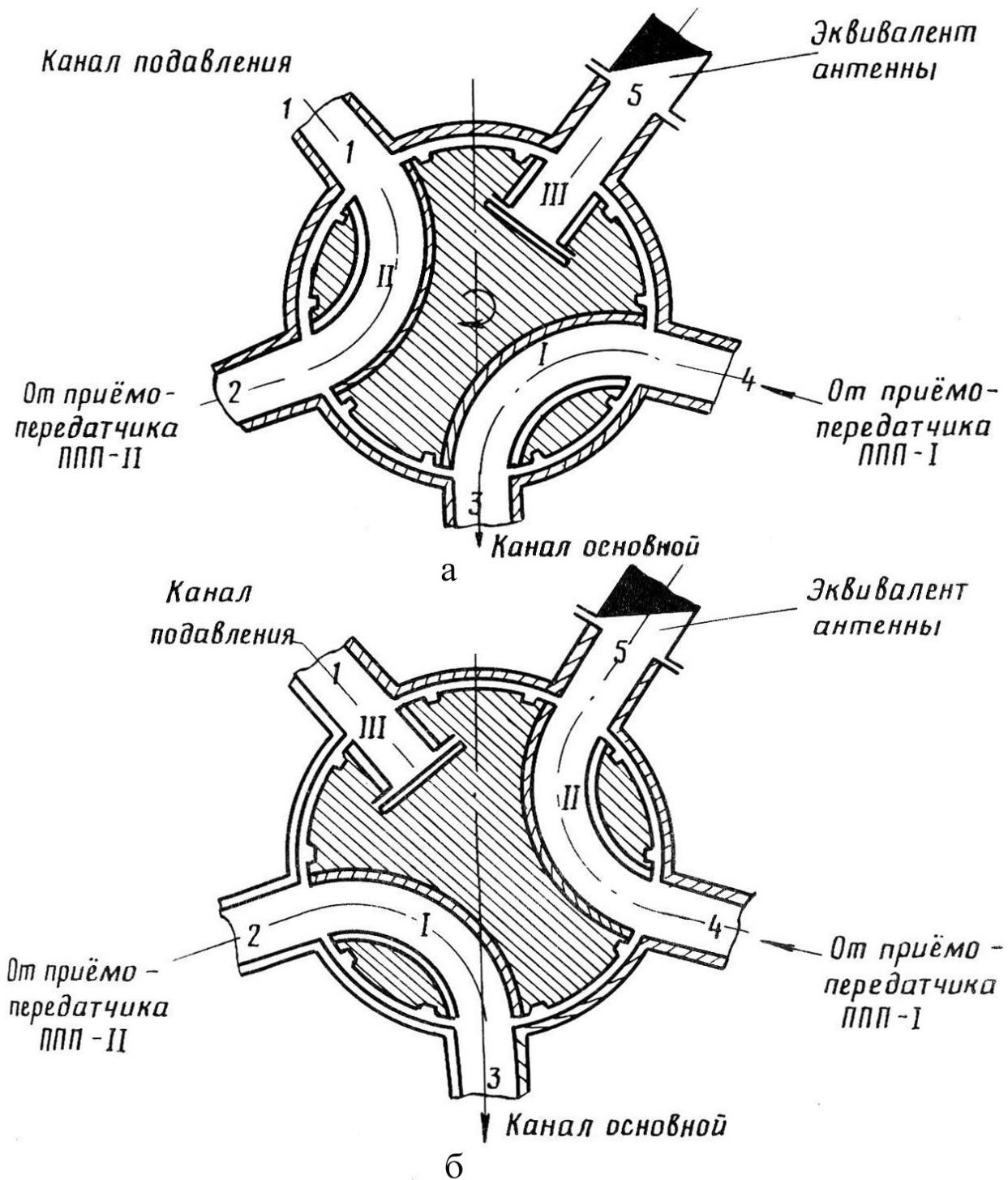


Рисунок 2.8. Переключатель передатчиков (схема состояний)

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

Вентиль-циркулятор и эквивалент антennы

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 (рисунок 2.9) состоит из трех основных частей: двойного волноводного тройника I, сдвоенного волновода II с магнитной системой и помещенным в него ферритовыми стрелками V, щелевого моста III с поглощающей нагрузкой.

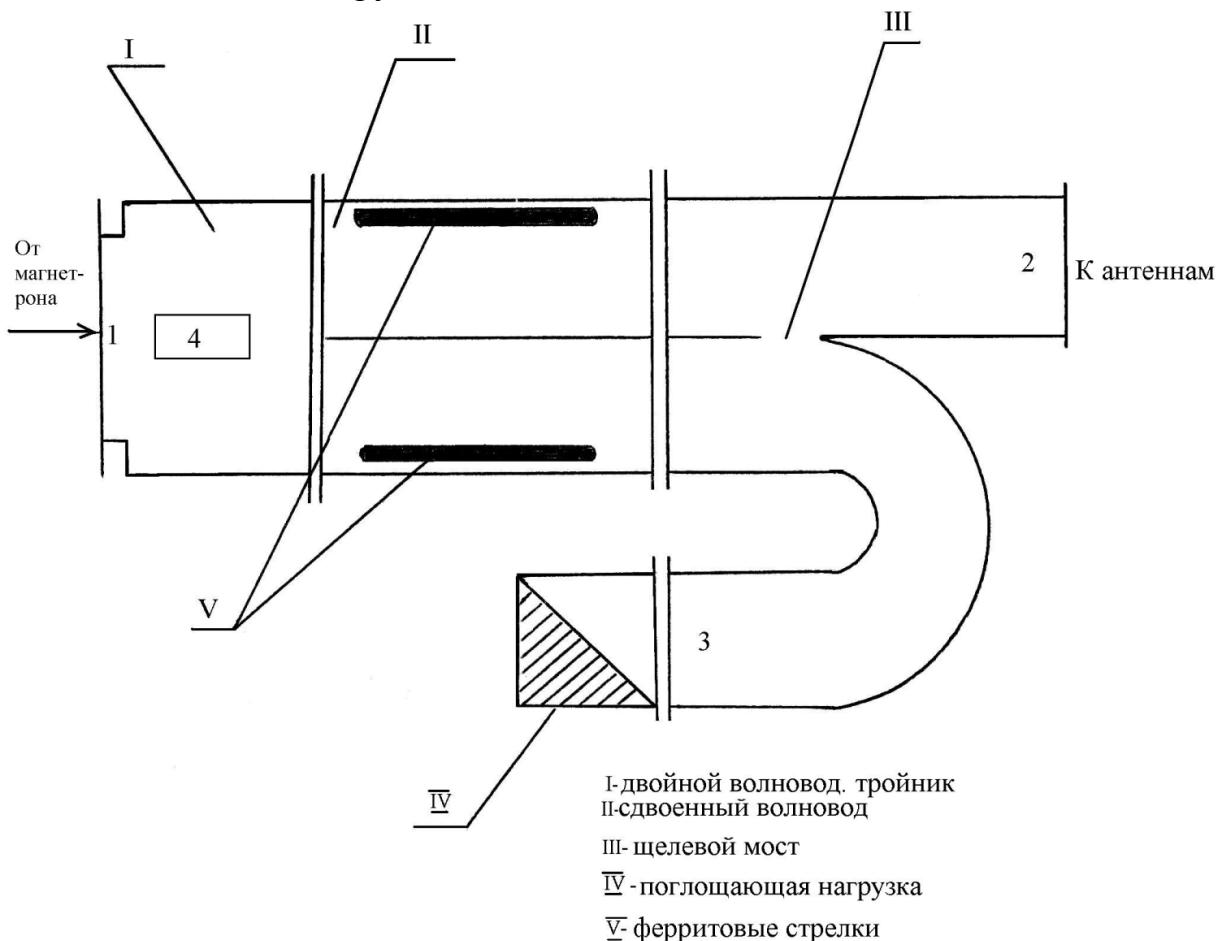


Рисунок 2.9. Вентиль-циркулятор и эквивалент антенны

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 ВЧ энергия от магнетрона делится пополам и в одинаковой фазе поступает в сдвоенный волновод II. ВЧ энергия, проходящая по нижнему волноводу, за счет свойства ферритов, помещенных в поле постоянного магнита, получает сдвиг фазы $+90^0$ относительно ВЧ энергии, проходящей по верхнему волноводу. ВЧ энергия из нижнего волновода поступает в щелевой мост III, где делится пополам. Половина ее идет в плечо 3, сохраняя сдвиг фазы $+90^0$, другая половина ВЧ 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 ВЧ энергия с нулевым сдвигом фазы. ВЧ 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 ВЧ энергия, поступившая из верхнего и нижнего волноводов с одинаковой фазой. В плече 3 ВЧ энергия не проходит, так как она

поступает из верхнего и нижнего волноводов в противофазе. Таким образом в момент излучения зондирующего импульса ВЧ 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, ВЧ энергия поступает в двойной тройник I, поделившись пополам с фазами 0° и 180° . 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 ВЧ 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 антены обеспечивает постоянство сопротивления нагрузки на выходе магнетрона при переключении передатчиков, а также при возникновении рассогласований волноводного тракта (рисунок 2.10).

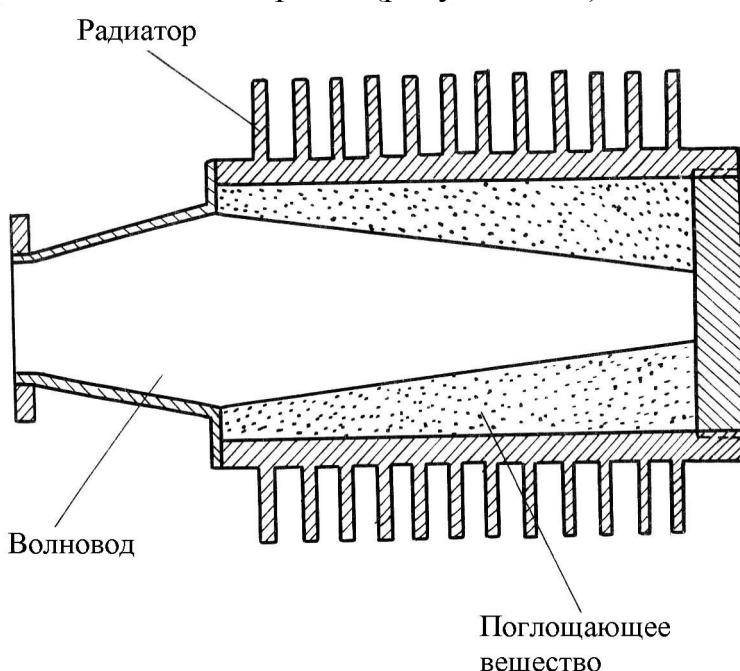


Рисунок 2.10. Эквивалент антены

Эквивалент антены представляет собой нагрузочное сопротивление, размеры которого выбраны так, чтобы обеспечить хорошее согласование в диапазоне рабочих частот ПРЛ. Максимально допустимая поглощаемая импульсная мощность 250 кВт. Конструктивно эквивалент антены представляет собой

отрезок волновода, закороченного на конце и заполненного поглощающим материалом. Для уменьшения нагрева при поглощении ВЧ мощности наружная поверхность эквивалента выполнена в виде радиатора. Максимальная температура нагрева эквивалента антенны при отсутствии обдува не превышает +200⁰С, а при наличии обдува температура ниже +100⁰С.

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, 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 антенны глиссады в вертикальной плоскости.

В состав его входят следующие элементы (рисунок 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 АНТЕННЫ (В11), размещенный на передней панели блока БТУ (рисунок 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.

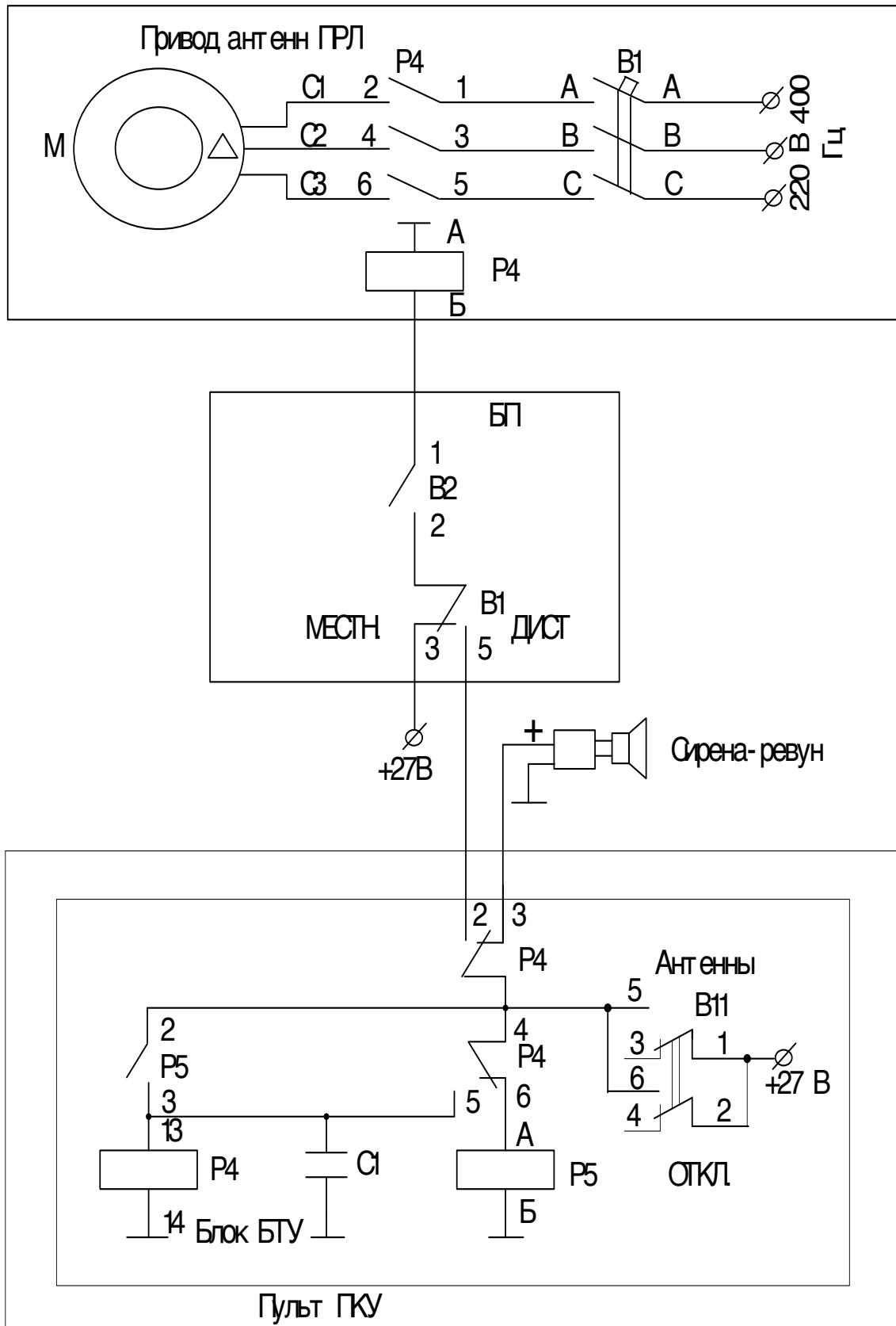


Рисунок 2.11. Схема электропривода качания антенн

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 (рисунок 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 (рисунок 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 двигателя М1 напряжения и двигатель вращается в обратную сторону.

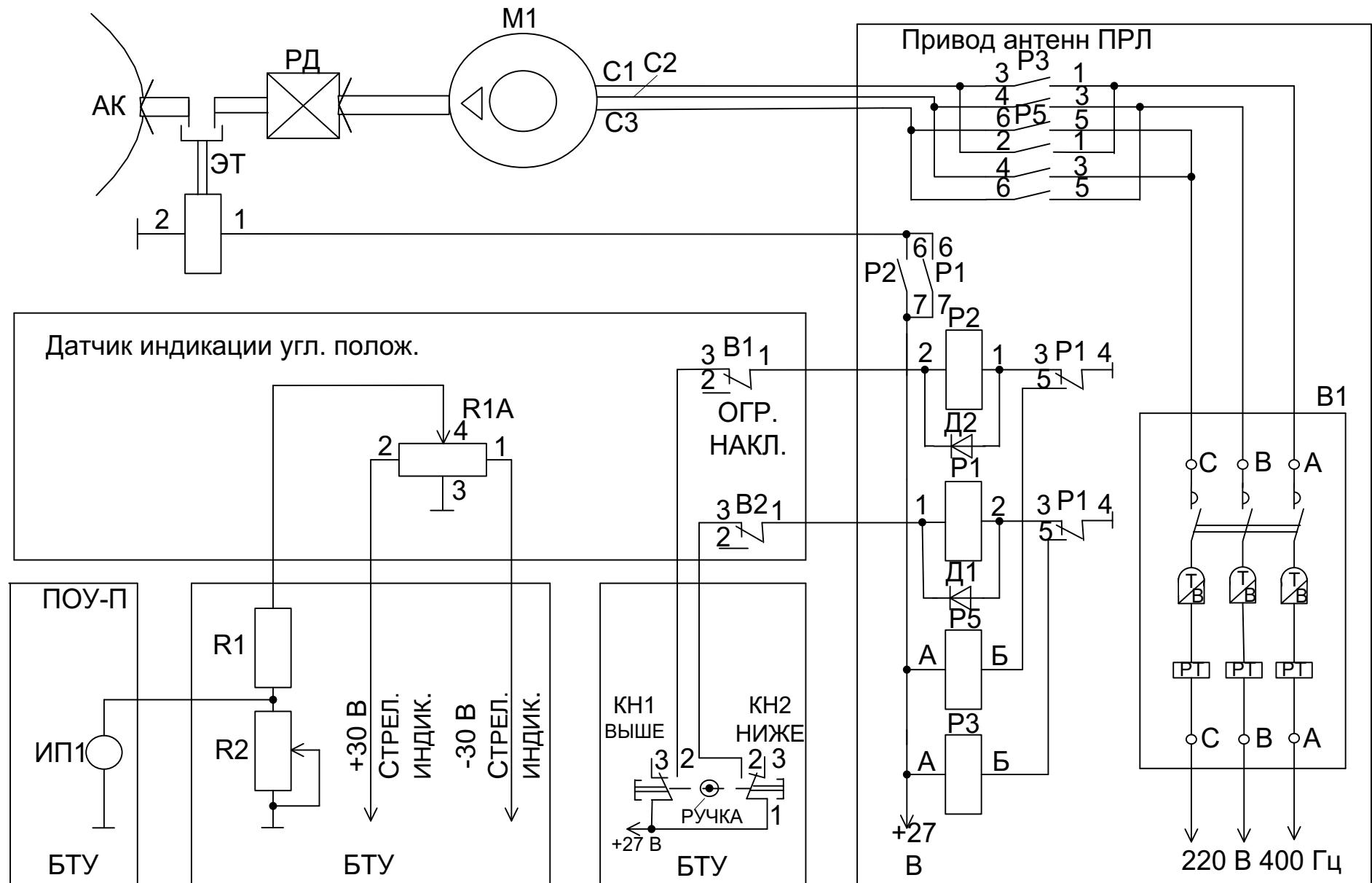


Рисунок 2.12. Электропривод наклона антенны курса

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

- потенциометрический датчик индикации угла наклона антенны курса R1A, установленный в блоке датчика индикации положения антенны;
- прибор стрелочной индикации положения антенны курса ИП1, установленный на передней панели оперативного управления (ПОУ-П) (рисунок 1.7).

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 $+9^0$).

Электроприводворота антенны глиссады аналогичен рассмотренному выше приводу наклона антенны курса (рисунок 2.13).

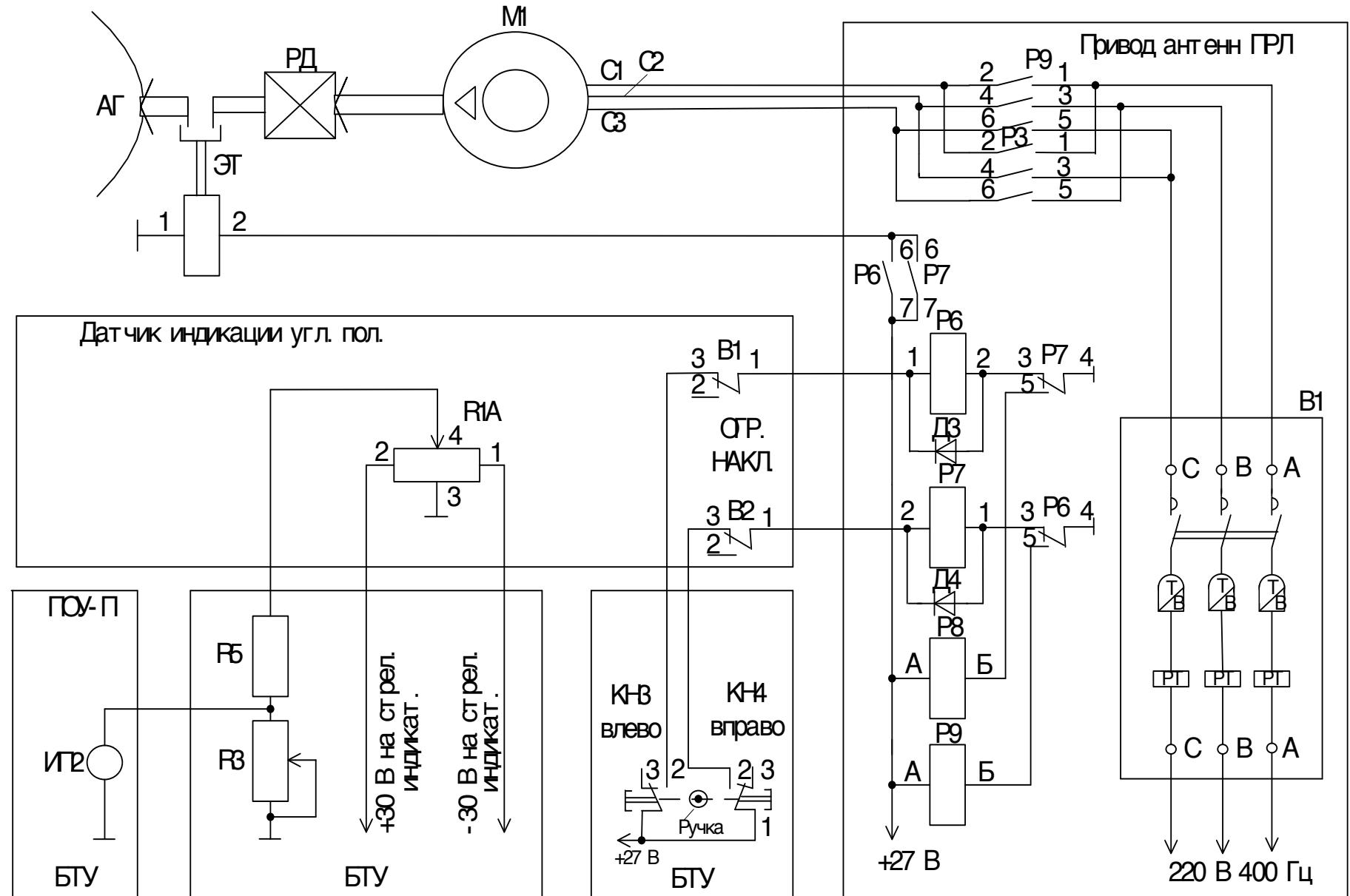


Рисунок 2.13. Электропривод доворота антенны глиссады

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 (рисунок 2.14):

- электродвигатель постоянного тока М1;

- два концевых микровыключателя В1, В2, служащих для ограничения угла поворота от 0^0 до 60^0 ;

- цепи коммутации.

Управление приводом поворота осуществляется переключателем В7, расположенным на панели ПОУ-П (рисунок 1.7). При установке переключателя В7 в положение ЛИНЕЙНАЯ напряжение +27В через контакты В7, 1,2 В2 подводится к реле Р2. Сработав, Р2 контактами 6,8 подключает +27В к обмотке возбуждения ОВ двигателя М1, а контактами 5,4 – к якорной обмотке (вывод Я2). Двигатель начинает поворачивать поляризационную решетку. При достижении заданного угла поворота срабатывает микровыключатель В2. В2 контактами 1,2 разрывает цепь питания двигателя М1, а контактами 3,4 подключает корпус к лампочке Л1, сигнализирующую о виде поляризации (ЛИНЕЙНАЯ). При установке В7 в положение КРУГОВАЯ схема срабатывает аналогично, но по другой цепи: +27В через контакты В7, 1,2 В1 поступает на Р1, Р1 срабатывает, подключает обмотку возбуждения и якорную обмотку (вывод Я1). Двигатель начинает вращаться в противоположную сторону. Далее процессы аналогичны описанным выше.

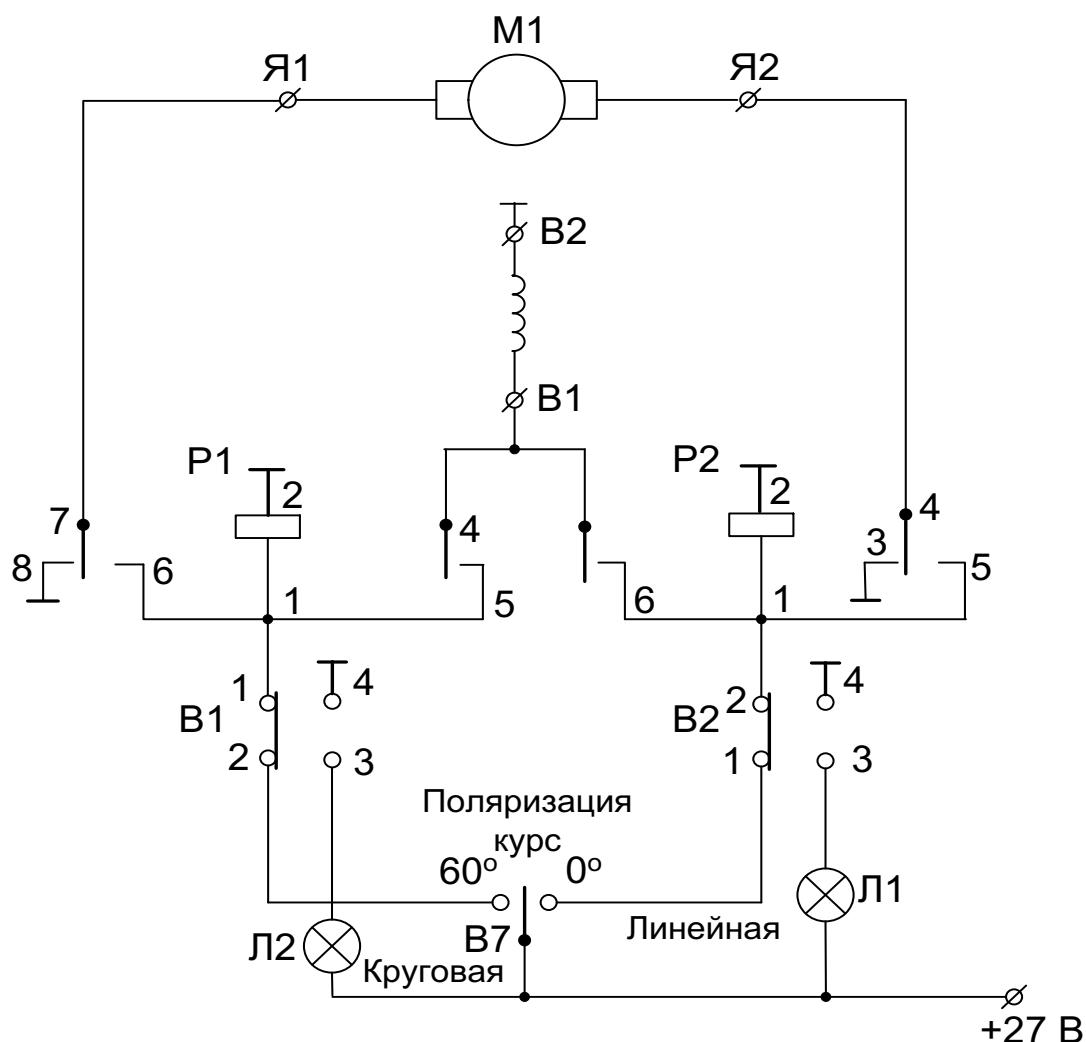


Рисунок 2.1. Электропривод поворота поляризационной решетки антенны курса

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. Объясните назначение поляризационных решеток и поясните порядок их использования.
8. Поясните принцип действия вентиля - циркулятора.

3. Передающее устройство ПРЛ-6М2

3.1. Основные сведения о передающем устройстве ПРЛ-6М2

Передатчик современной РЛС – 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. В ПРЛ-6М2 применяется передатчик некогерентного импульсного типа (рис. 3.1). Главное достоинство такого передатчика – простота исполнения, высокая надежность, невысокая стоимость, недостаток – низкая стабильность частоты.



Рисунок 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 ($U_{зи} = 600 \dots 800$ 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 формирования мощных радиоимпульсов, параметры которых приведены в таблице 3.1.

Как следует из таблицы 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 $\tau_i = 0,9$ мкс.

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		
	СДЦ		0,45	416/500	80	
	СОВМ		0,45	416/500		
	АКТ		2x0,45	916		
ПРД-2	АКТ	3	0,9	916	80	ПАСС, СДЦ, СДЦ+ПАСС, АКТ без подавл

При выходе из строя первого передатчика вместо него может использоваться ПРД-2. Частота повторения низкая (НЧП), соотношение τ_i и T_i в различных режимах ПРЛ-6М2 обеспечивает выполнение равенства

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

где Q - скважность.

В состав каждого из передатчиков входят 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 рисунке 3.2. ПМ запускается импульсами с блока БСФ. В ПАСС, СДЦ, СДЦ+ПАСС режимах ПМ формирует одиночные ЗИ для запуска М длительностью 0,45 мкс. В активном режиме ПМ ПРД-1 формирует кодированную пару импульсов в зависимости от режима запроса: РСП-1, РСП-2. Их временная структура приведена на рисунке 3.3. В режиме УВД запросные импульсы формируются с чередованием по курсу (РСП-1) и глиссаде (РСП-2), соответственно.

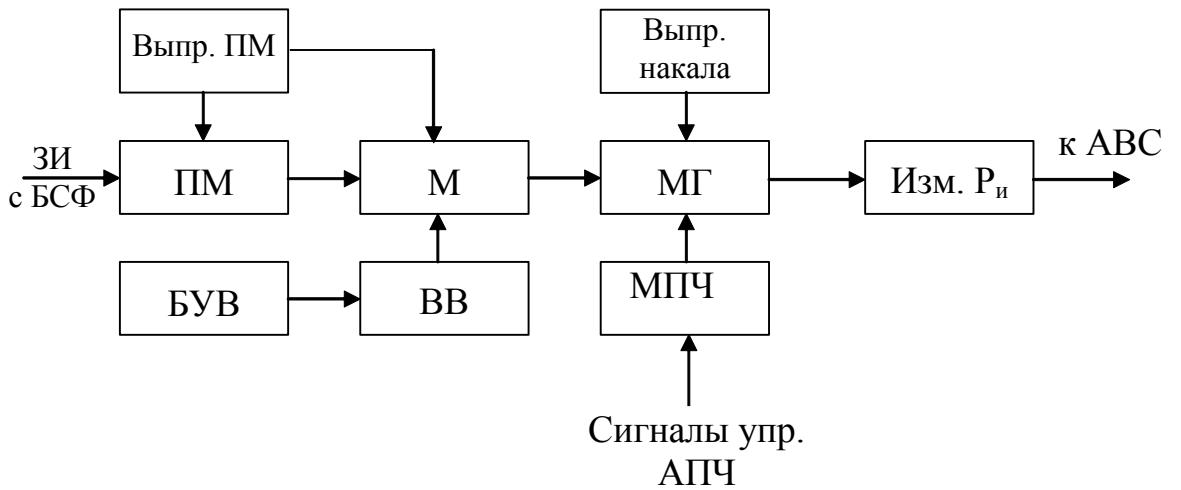


Рисунок 3.2. Функциональная схема передающего устройства ПРЛ-

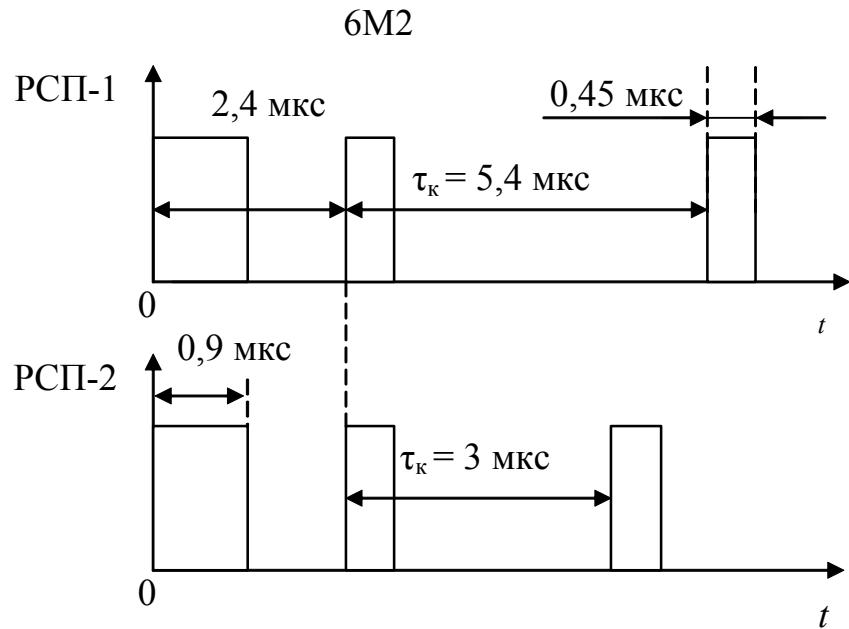


Рисунок 3.3. Структура запросных сигналов в ПРЛ-6М2

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 рисунком 3.4.

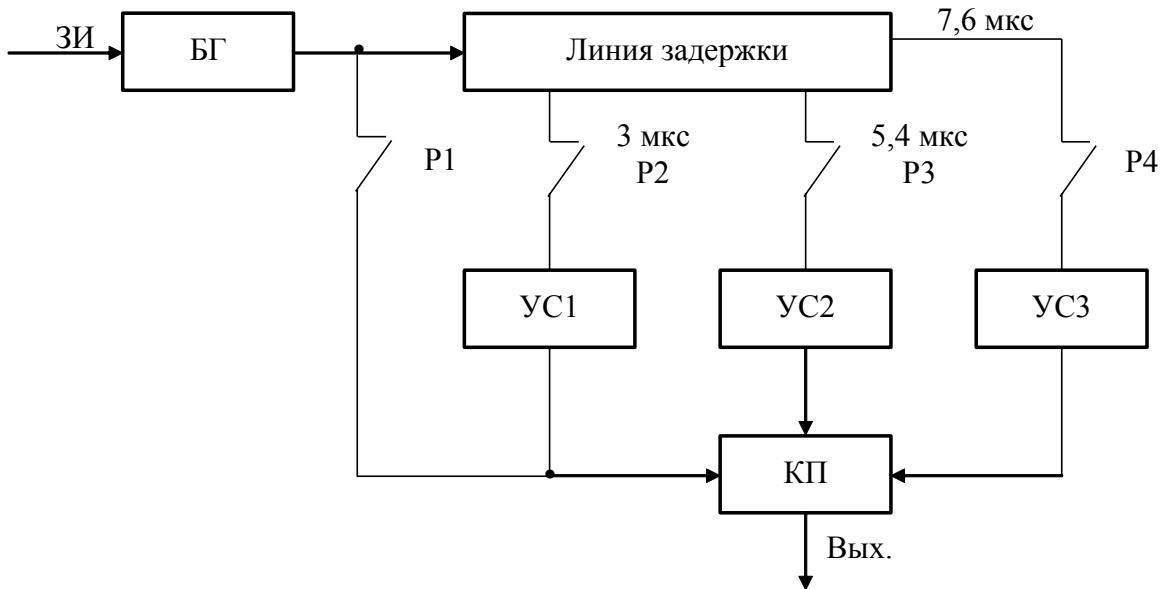


Рисунок 3.4. Функциональная схема шифратора ПМ передатчика ПРЛ-6М2

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. Это позволяет реализовать режим кодированного запроса без изменения параметров каждого из пары импульсов. Кроме того, практическое постоянство амплитуд высоковольтных импульсов М позволяет обеспечить неизменность частоты магнетронного генератора

(рисунок 3.5).

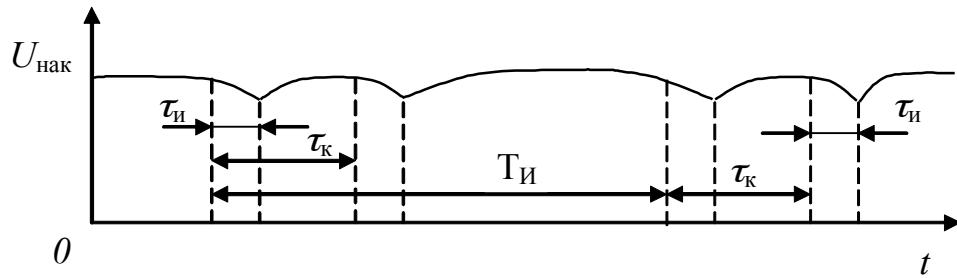


Рисунок 3.5. Принцип работы емкостного накопителя

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]:

$$\alpha_{\text{пупч}} = \frac{\Delta f_{\text{упч}}}{\Delta f_c} \geq 1.$$

(3.2)

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

Напряжение накала в МГ может изменяться в диапазоне от 0 до 15 В в зависимости от подводимой к МГ 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 (рисунок 3.6).

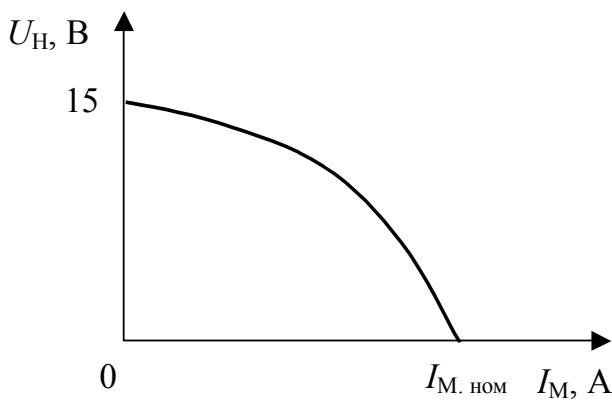


Рисунок 3.6. Накальная характеристика ПРД ПРЛ-6М2

БУВ-21 обеспечивает стабилизацию переменного напряжения питания 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 (рисунки 3.7, 3.8) и трех блоков, находящихся в стойке управления передатчиком: БПМ-021, БУВ-021, БВМ-021. Таких передающих устройств два.

БУВ-021 представляет собой блок, собранный на типовом шасси (рисунок 3.9).

На лицевой панели установлены измерительные приборы: ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ, ТОК ВЫПРЯМИТЕЛЯ, НАПРЯЖЕНИЕ НАКАЛА МАГНЕТРОНА, а также предохранители 5А, 10А, сигнальная лампочка БЛОКИРОВКА ЗАМКНУТА, тумблеры включения и подъема высокого напряжения, сигнальная лампочка включения высокого напряжения.

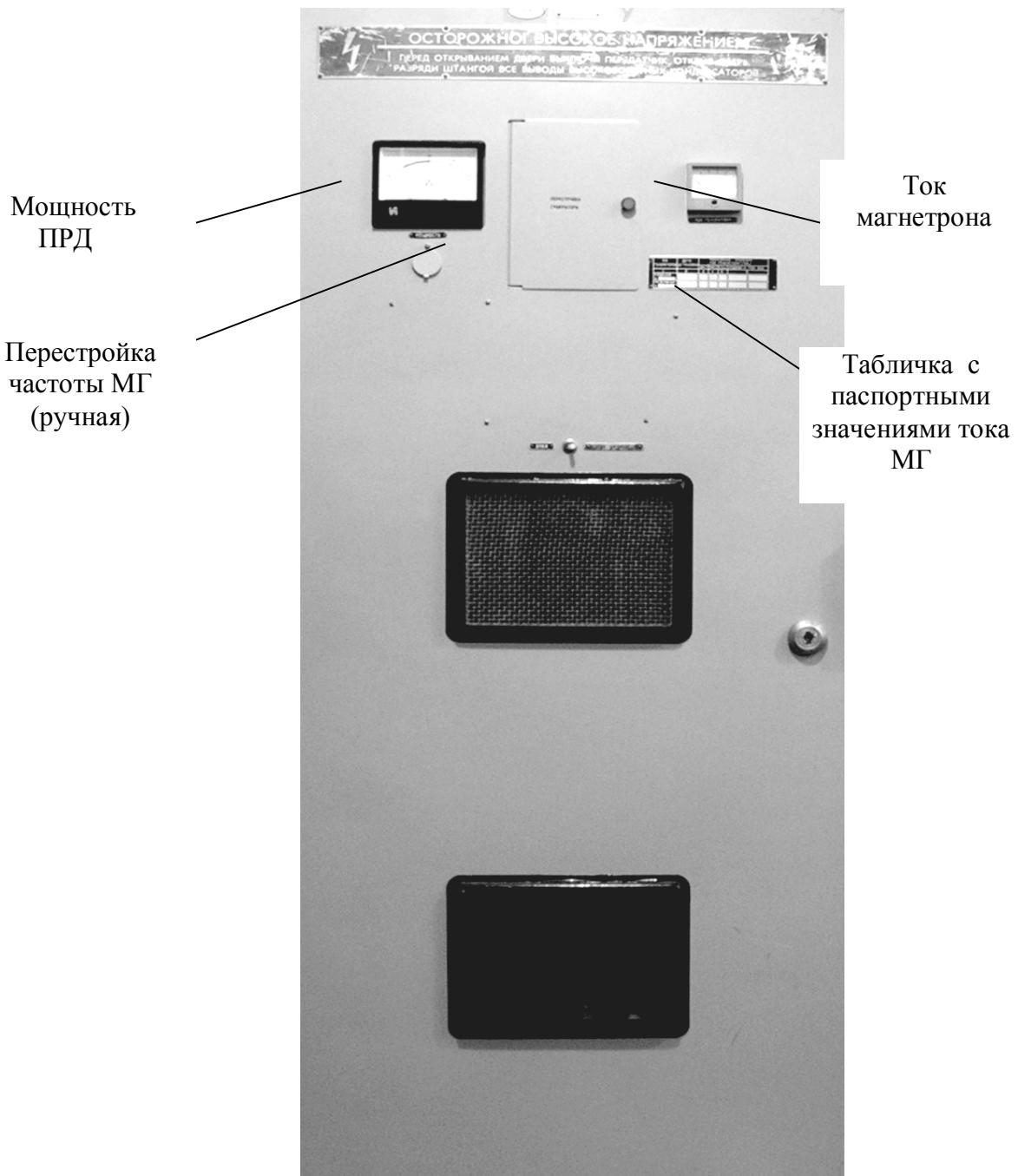


Рисунок 3.7. Стойка передатчика СП-02

Ферритовый циркулятор

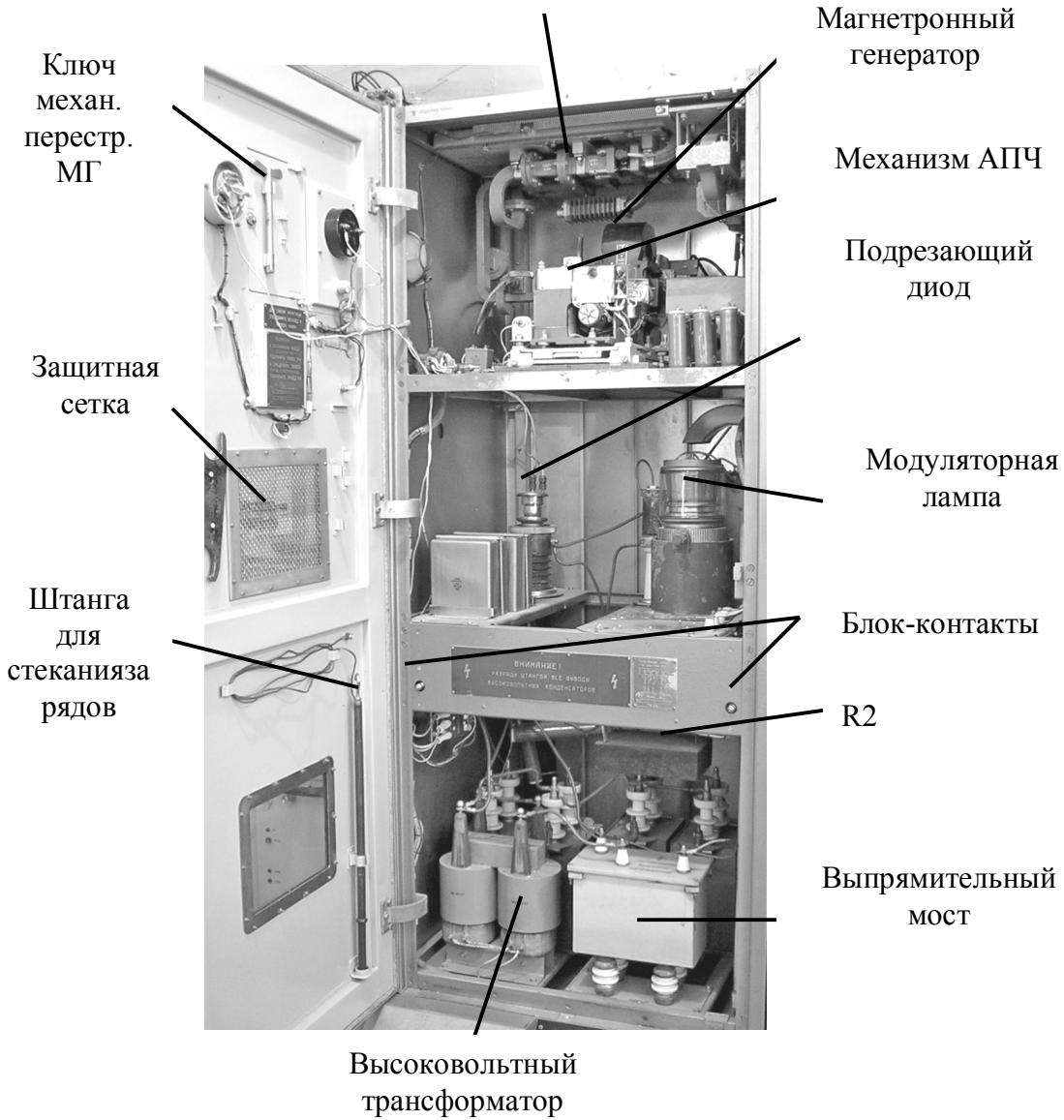


Рисунок 3.8. Стойка передатчика СП-02 в развернутом виде

На передней панели установлен механизм блока коммутации под крышкой, выступающей за габариты блока. 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.

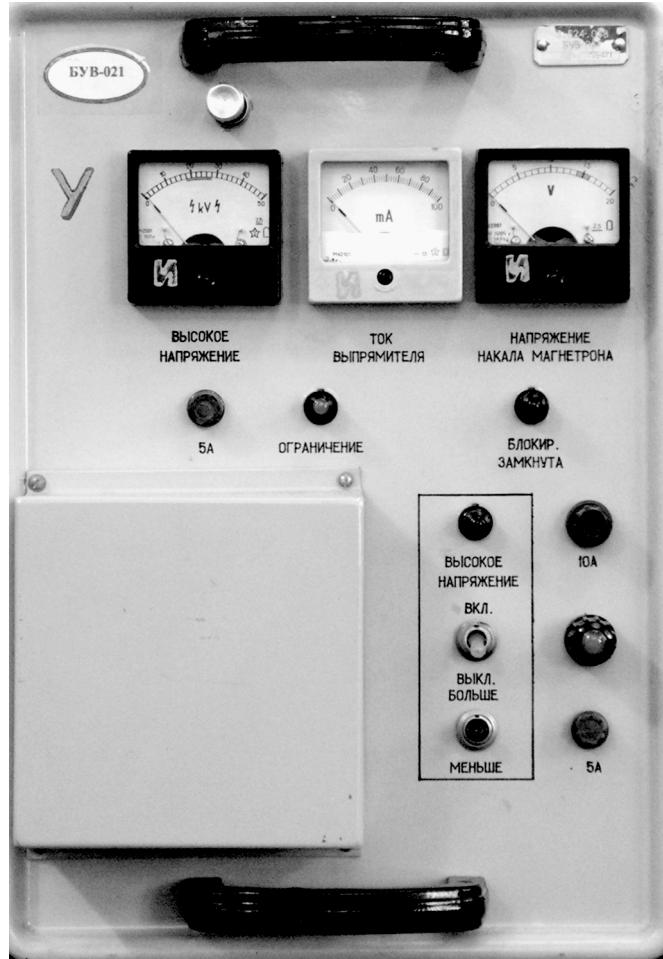


Рисунок 3.9. БУВ-021

БПМ-021 собран также на типовом шасси (рисунок 3.10). На лицевой 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 (рисунок 3.11) и стойки передатчика были описаны ранее при описании конструкции блоков передающего устройства ДРЛ [7].



Рисунок 3.10. БПМ-021

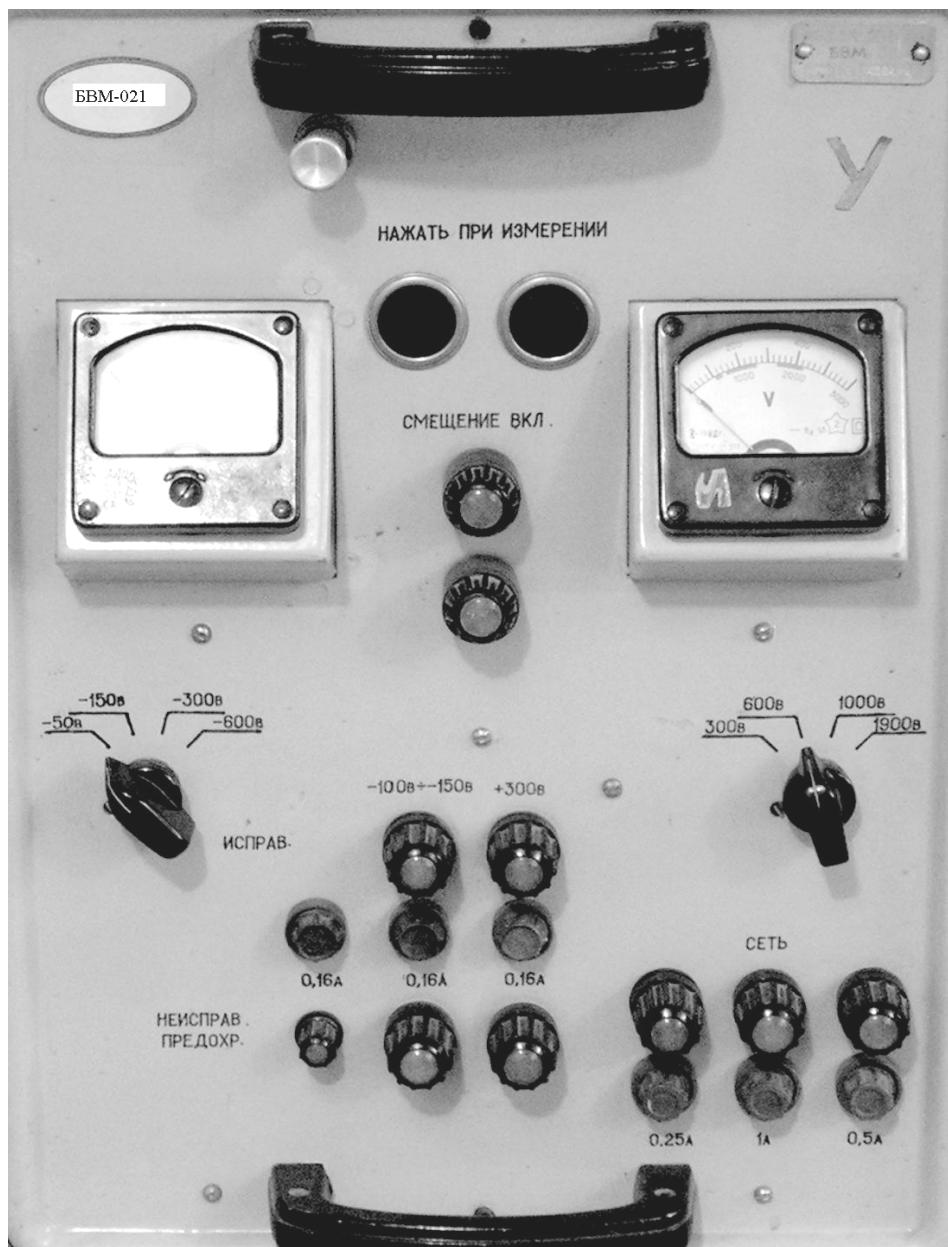


Рисунок 3.11. БВМ-021

Контрольные вопросы к главе 3

1. Назовите технические характеристики передатчика ПРЛ-6М2. Как они влияют на тактические характеристики ПРЛ?
2. Почему в ПРЛ два передатчика?
3. Назначение второго передатчика ПРЛ-6М2?
4. В каком элементе передатчика выполняется изменение длительности импульса ПРЛ-6М2?
5. Назначение органов управления на лицевых панелях блоков передатчика?
6. Почему в передатчике применяется схема накопителя с частичным разрядом емкости?

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.

Технические характеристики приемников приведены в [1].

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

- 1) более детерминированный характер изменения мощности отраженных от ВС 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 СМ-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 рисунке

4.1. Особенности построения приемника первичного канала:

- 1) УВЧ широкополосный ($\Delta f_{УВЧ} = 400$ 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 выполняется сигналами от магнетронного генератора;
- 5) подавление помех по зеркальному каналу выполняется в перестраиваемом преселекторе.

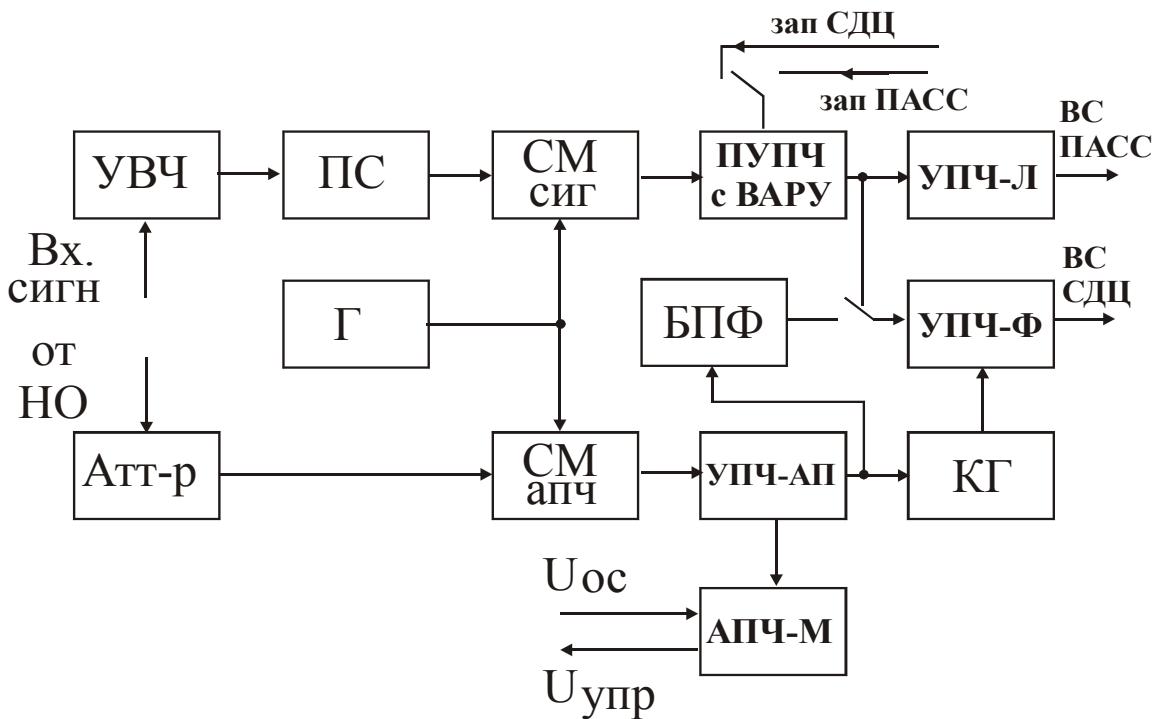


Рисунок 4.1. Структурная схема ПРМ первичного канала ПРЛ-6М2
Функциональная схема приемника вторичного канала с каналом дешифрации ответных сигналов (ДШОС) приведена на рисунке 4.2.

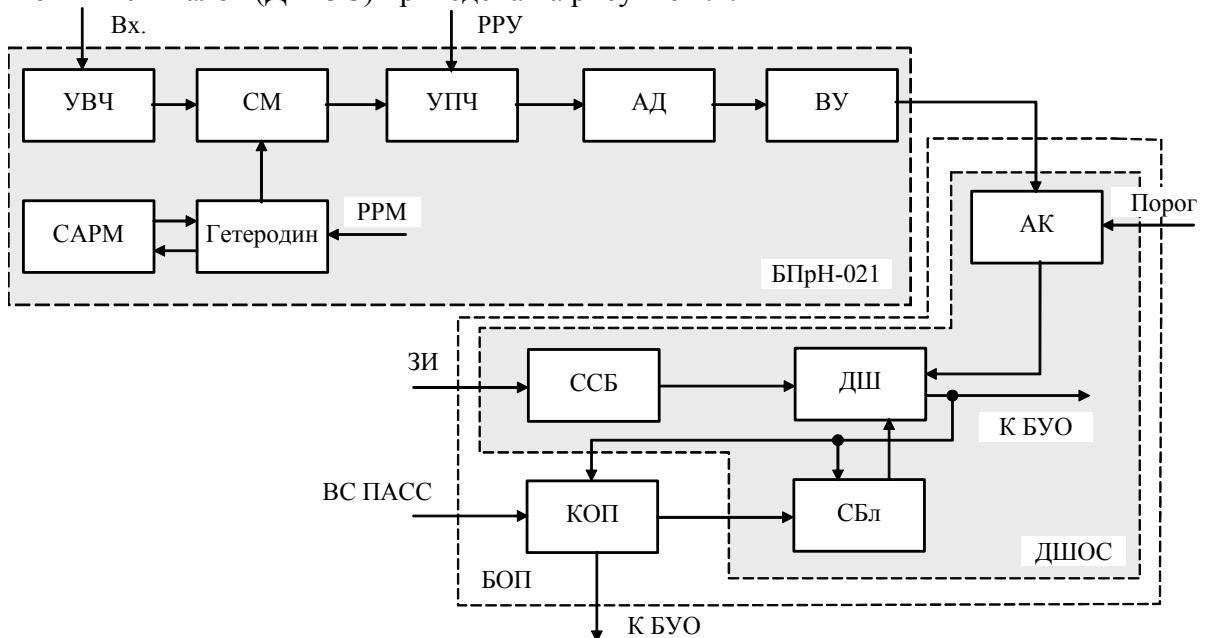


Рисунок 4.2. Функциональная схема приемника вторичного канала с ДШОС

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 используеться в качестве основного путем подачи напряжения +27 В на контакт 0а разъема 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 (рисунок 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) 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 стабильного источника питания.

4.2.2. Преселектор

Преселектор предназначен для ограничения спектра шумов, поступающих с блока УВЧ, и ослабления сигналов зеркального канала на f_z (рисунок 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.

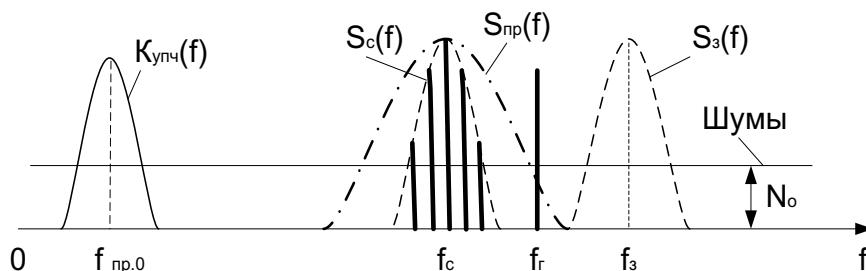


Рисунок 4.3. Спектры сигналов, шумов и помех на входе приёмника

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 рисунке 4.4.

В блоке приемника размещены два канала: канал предварительного усиления сигналов промежуточной частоты и канал автоматической подстройки частоты, в котором, кроме сигнала ошибки для подстройки частоты магнетронного генератора (МГ), формируется фазирующий импульс для когерентного гетеродина. Каждый канал имеет собственный смеситель, на который подаются 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 МГ.

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 поступают 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.

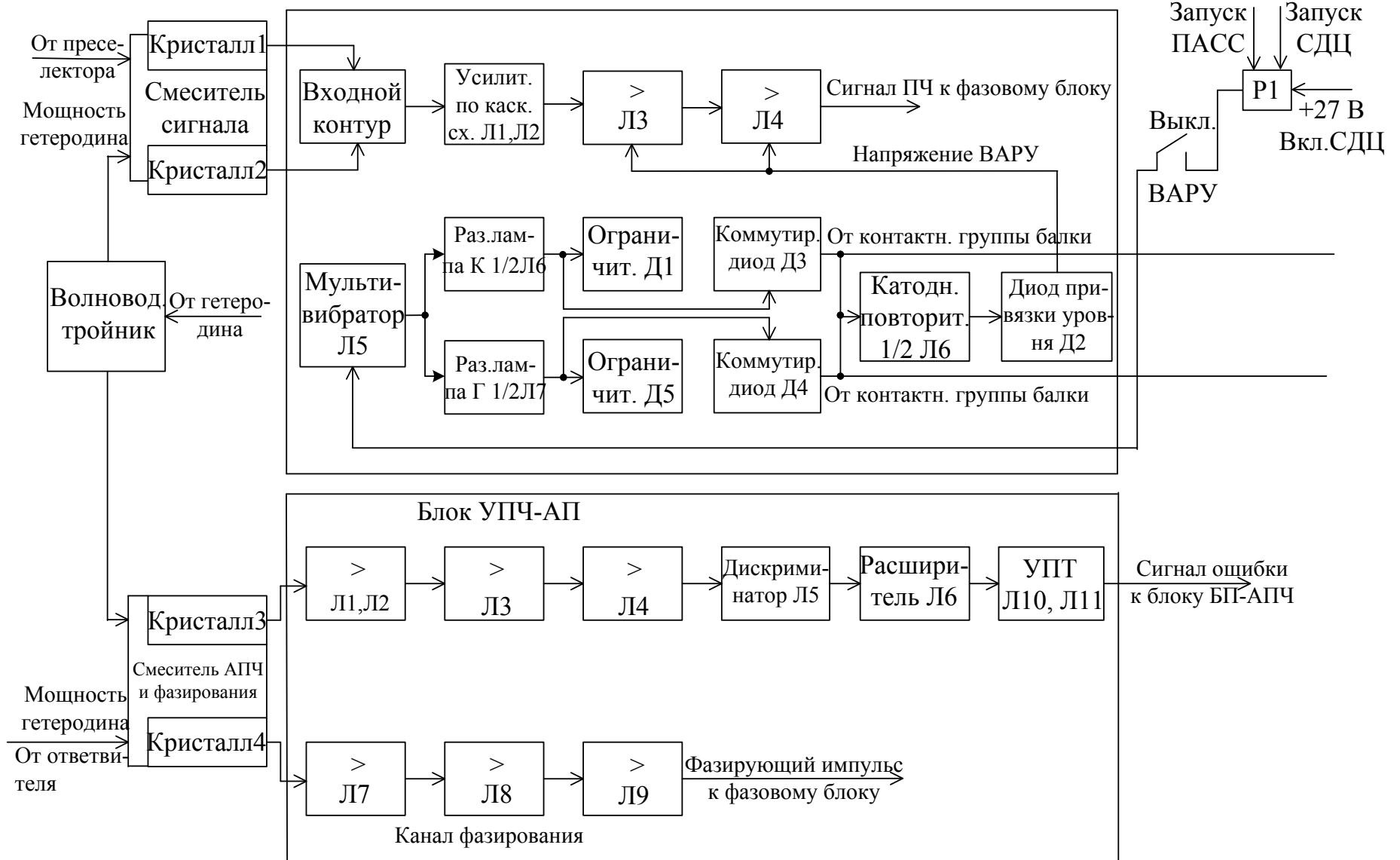


Рисунок 4.4. Функциональная схема БПр-021.

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 рисунке 4.5.

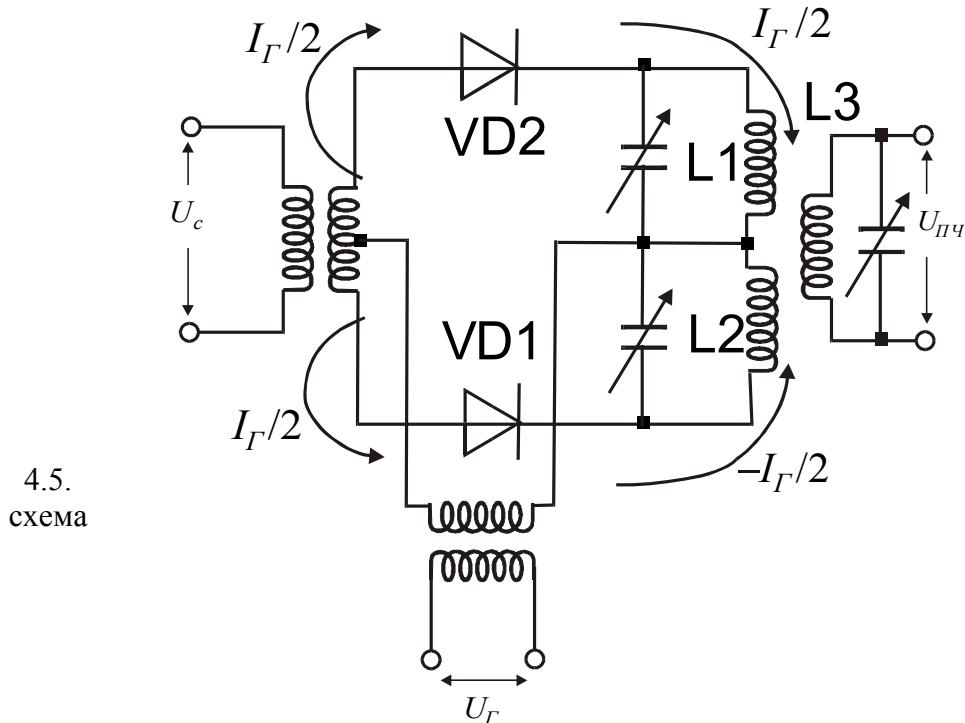


Рисунок
Эквивалентная
смесителя

4.5.
схема

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 L_1 и L_2 будут встречными и одинаковыми. Эти токи компенсируют друг друга, не увеличивая результирующий коэффициент шума приемника.

С целью унификации приемника смеситель АПЧ выполнен так же, как смеситель сигнала, но не является балансным. С одного из диодов снимается сигнал для канала АПЧ, а с другого — для фазирования когерентного гетеродина.

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 ПУПЧ 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 L_1 , L_2 , L_3 , намотанных на одном каркасе в одном направлении, и конденсаторов C_7 , C_8 , C_{11} . 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.

ПУПЧ 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 3б 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 С40 и С46. 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 очередность заряда конденсаторов С40 и С46. Амплитуда напряжения

заряда конденсаторов С40 и С46 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, диод открывается и дальнейший заряд конденсатора прекращается. По окончании импульса мультивибратора разрядные лампы отпираются и конденсаторы С40, С46 быстро разряжаются через разрядные лампы. Пилообразные напряжения с конденсаторов С40, С46 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 с помощью переменных резисторов R1 и R13 АМПЛИТУДА Г, 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 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 (см. рисунок 4.6).

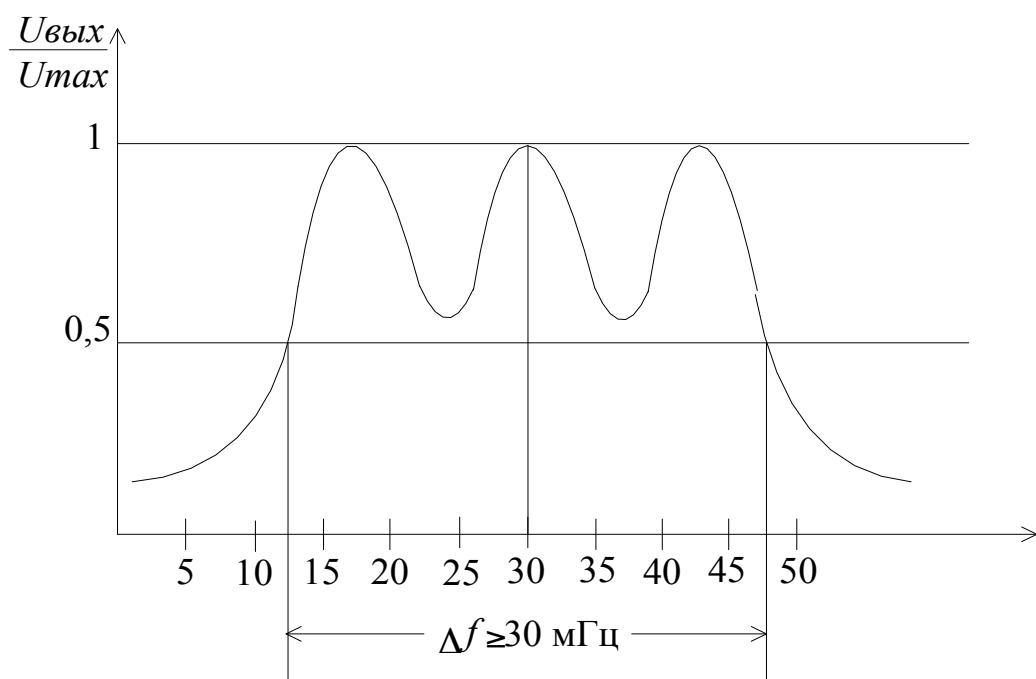


Рисунок 4.6. АЧХ широкополосного УПЧ субблока УПЧ-АП

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 ($f_{\text{пр.о}} = 30 \text{ МГц}$) порядка 15 МГц (рисунок 4.7).

С выхода дискриминатора импульсы сигнала ошибки поступают на схему расширения импульсов (Л6). Постоянные времени 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 рисунке 4.8 изображена эквивалентная 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.

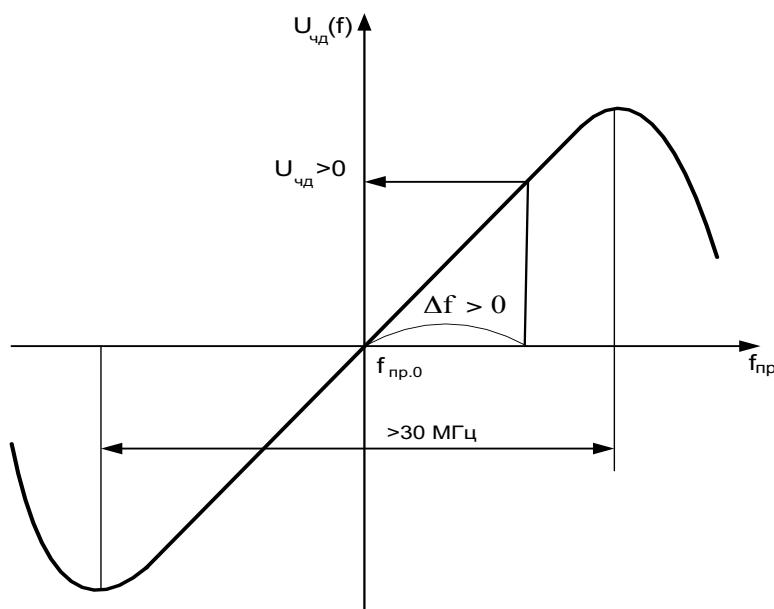


Рисунок 4.7. Амплитудно-частотная характеристика частотного дискриминатора

Резистор R40 КРУТИЗНА используется при настройке субблока для выбора одинакового уровня ограничения обеих ветвей дискриминационной характеристики и одинаковой крутизны ветвей (см. рисунок 4.7).

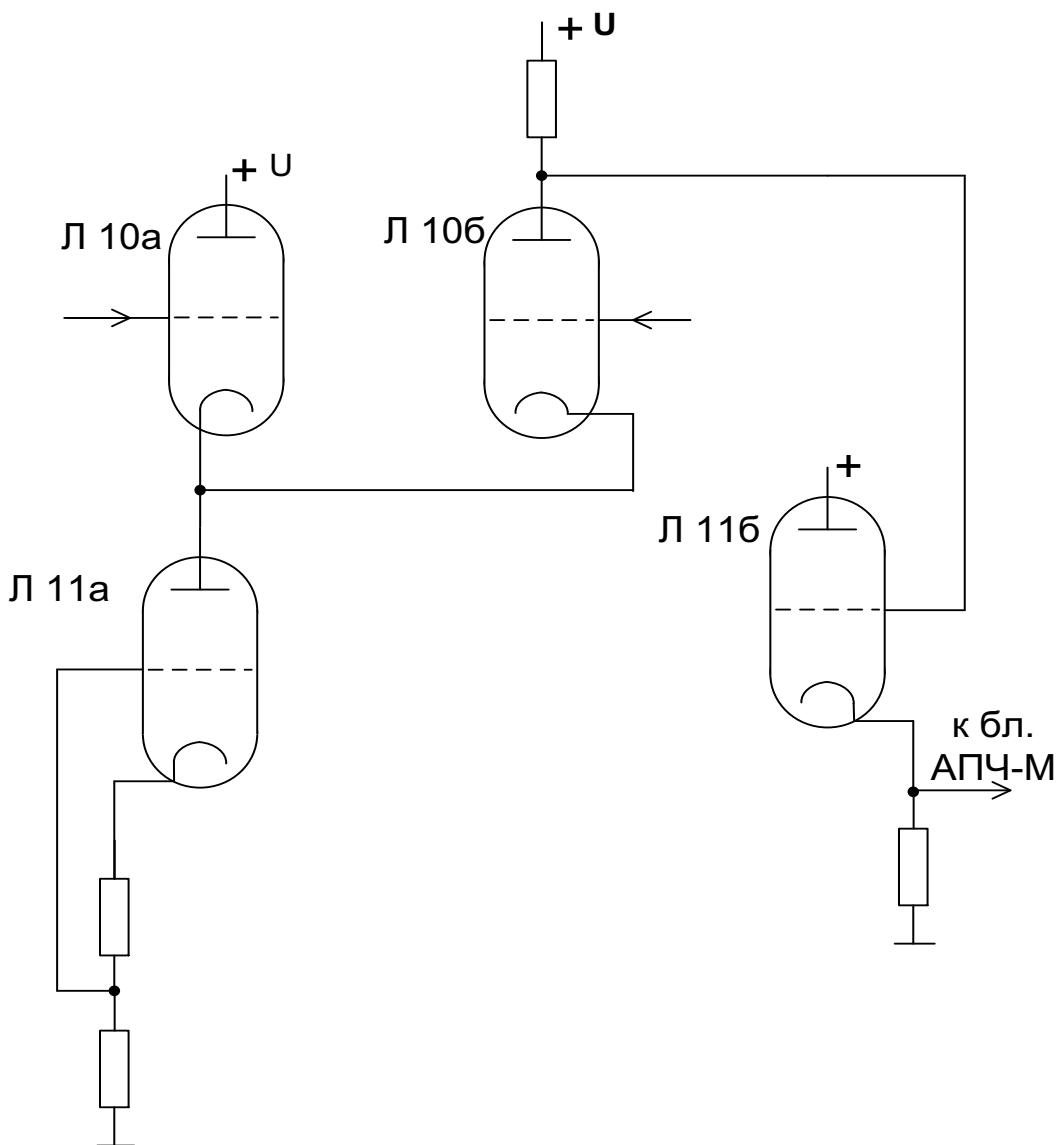


Рисунок 4.8. Упрощенная схема УПТ

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 66 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 рисунке 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 (рисунок 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 видеоусиления и сложения. (Л1...Л6). В качестве сумматоров используется линия задержки на ДР1...ДР14 и междуэлектронные емкости 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 управляющей сетке лампы Л9 вначале войдет в режим насыщения последний каскад УПЧ (Л14).

При дальнейшем 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 на Л9. Дальнейший рост входного напряжения не приведет к увеличению сигнала на выходе.

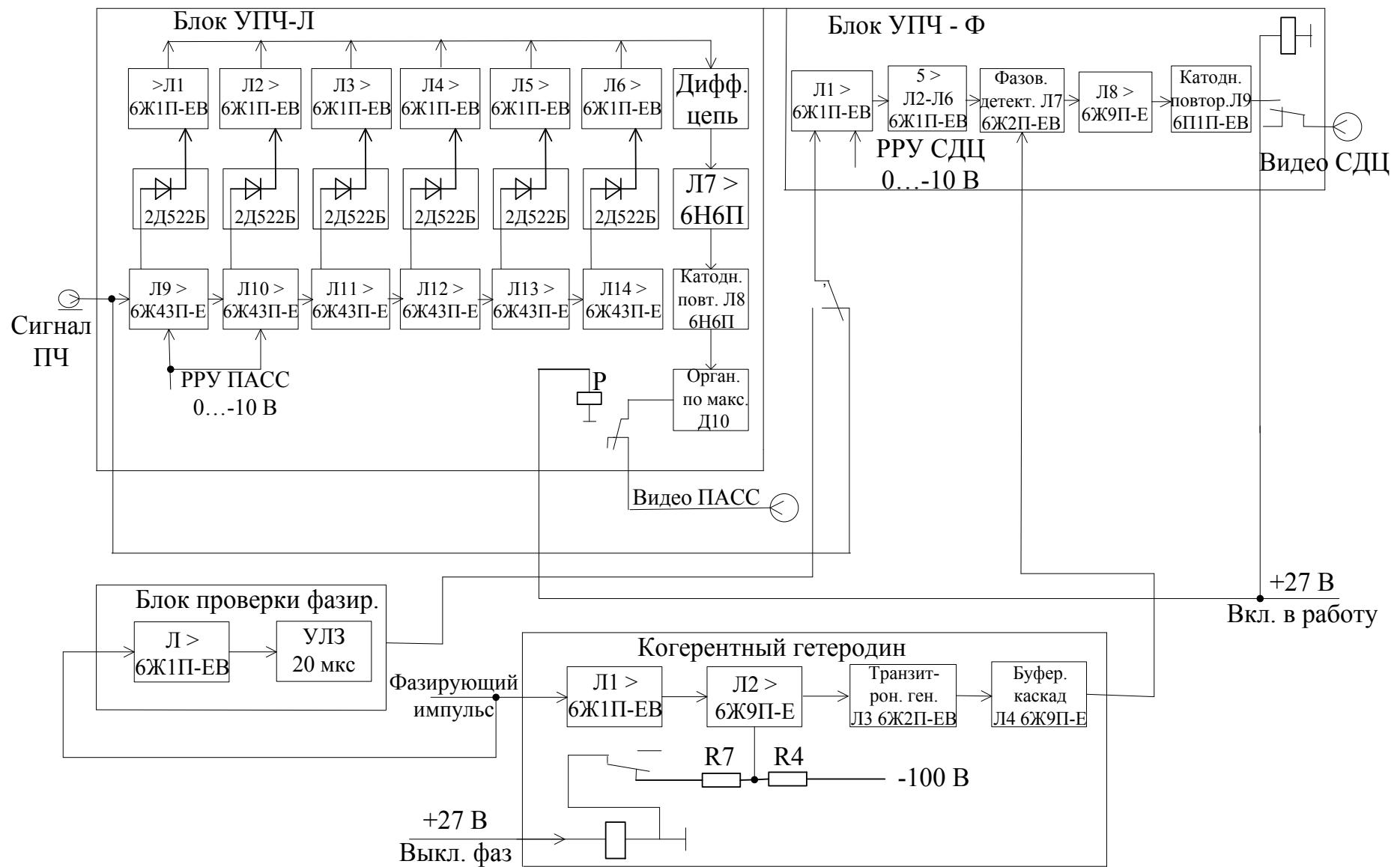


Рисунок 4.9. Функциональная схема фазового блока.

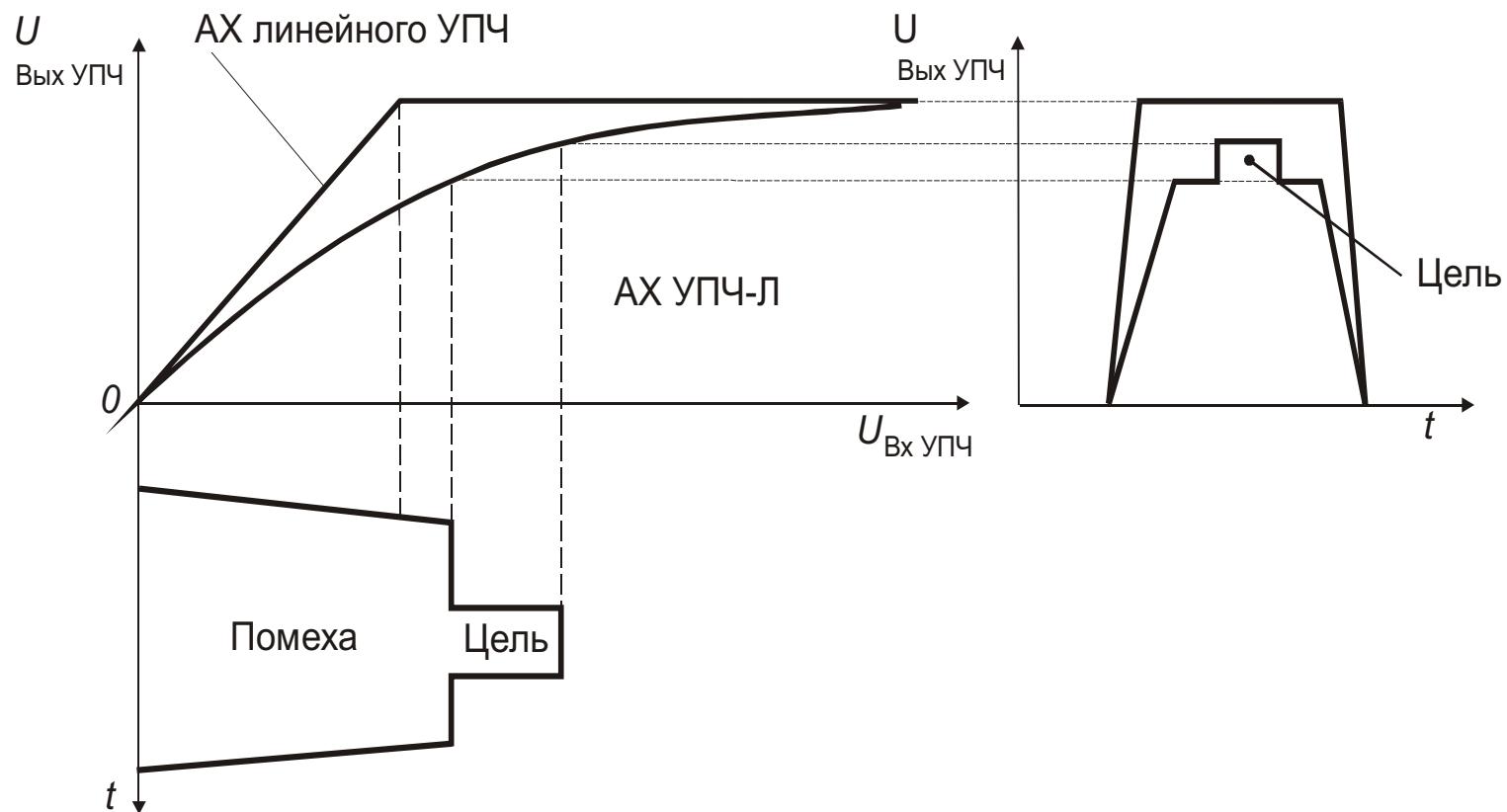


Рисунок 4.10. Временные диаграммы в УПЧ-Л

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

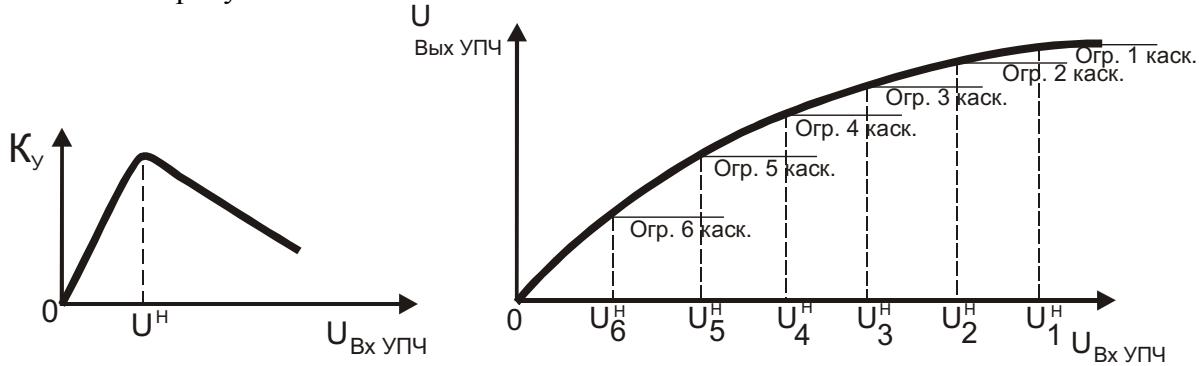


Рисунок 4.11. Принцип получения логарифмической амплитудной характеристики

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.

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 D7. 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 (рисунок 4.12).

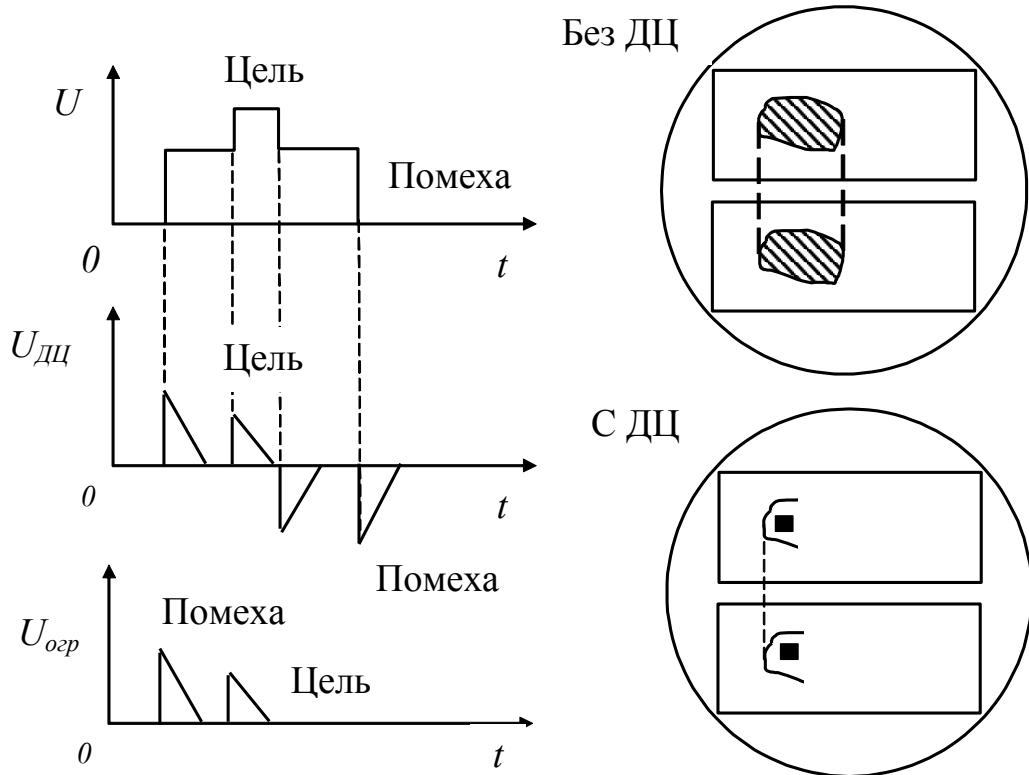


Рисунок 4.12. Принцип работы дифференцирующей цепочки и вид ИКГ

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 предотвращения 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 стабилистроне Д814А (диод Д10).

УПЧ-Ф

Субблок УПЧ-Ф предназначен для усиления сигналов промежуточной частоты, поступающих с ПУПЧ в режиме СДЦ. 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 (Л7) подаются одновременно два напряжения: напряжение с последнего каскада УПЧ и опорное напряжение с когерентного гетеродина, сформированное зондирующими импульсами МГ.

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».

Видеоимпульсы 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 высокомоментного 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 МГ.

Принципиальная схема когерентного 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 пентодную 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, 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 – ≤ 30 мин; выходная мощность на любой из частот не менее 6 мВт.

В состав блока гетеродина входят:

гетеродин; субблок АРМ (автоматической регулировки мощности); выпрямитель минус 125 В 75 мА;

выпрямитель +150 В 70 мА;

выпрямитель +250 В 190 мА.

Гетеродин

Гетеродин построен по схеме Шембеля – последовательного умножения частоты кварцевого генератора в шести каскадах. Функциональная схема гетеродина представлена на рисунке 4.13.



Рисунок 4.13. Функциональная схема гетеродина

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 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.

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.

Схема Шембеля обеспечивает минимальную зависимость частоты генератора от нагрузки.

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 короткозамкнутого 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.

4.3. Конструкция приемника первичного канала

Блоки обоих приемников первого канала размещены в трех стойках: две стойки СПр-02 и СГ-02. В каждой из СПр-02 расположены блоки в следующем порядке: УВЧ (рисунок 4.14), БПр-021 (рисунок 4.15), БП-АПЧ (рисунок 4.16), БФ-02 (рисунок 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 СГ-02 с тремя блоками: два блока гетеродина БГ-021 (рисунок 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, выполненных в виде откидных субпанелей.

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.

Микро-
метриче-ский
винт
перестройки
частоты

Преселек-
тор

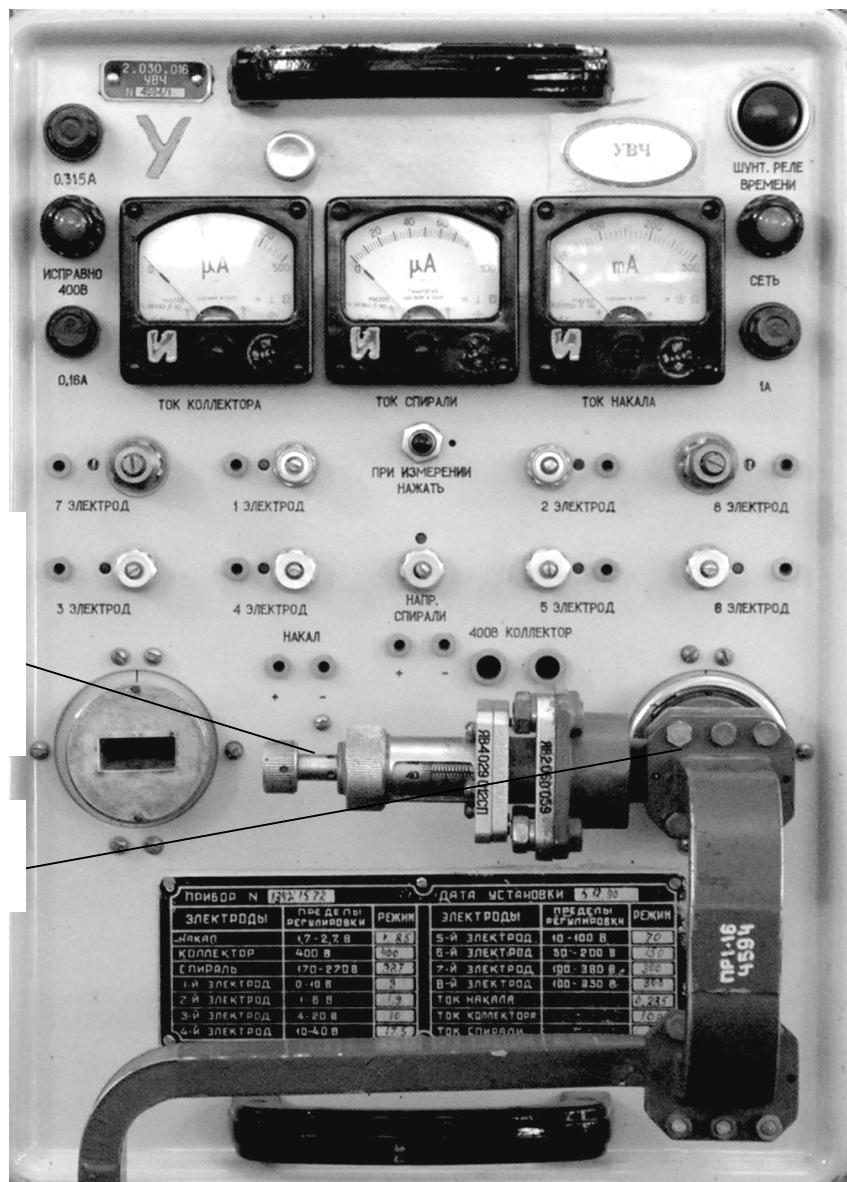


Рисунок 4.14. Блок УВЧ с преселектором

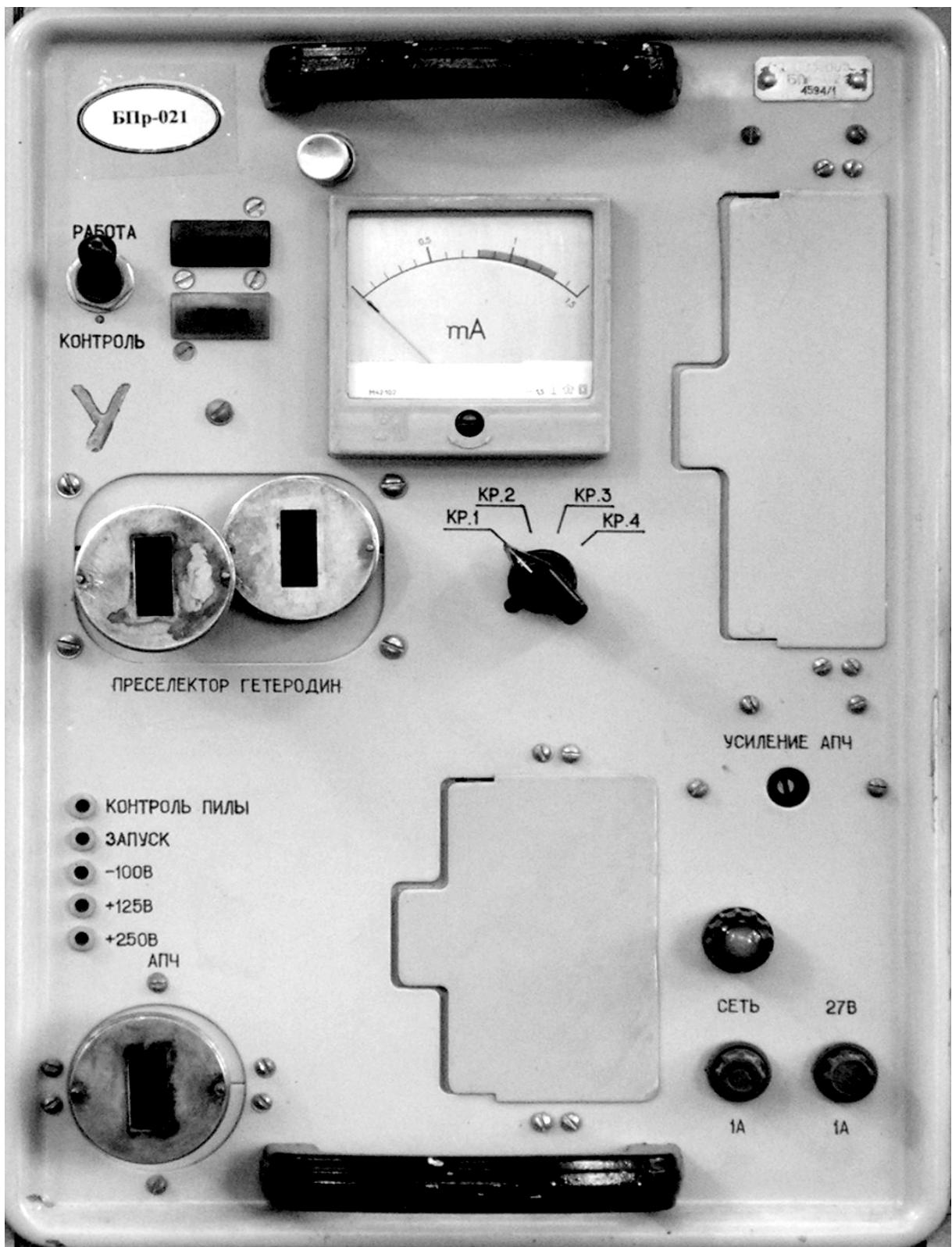


Рисунок 4.15. БПр-021

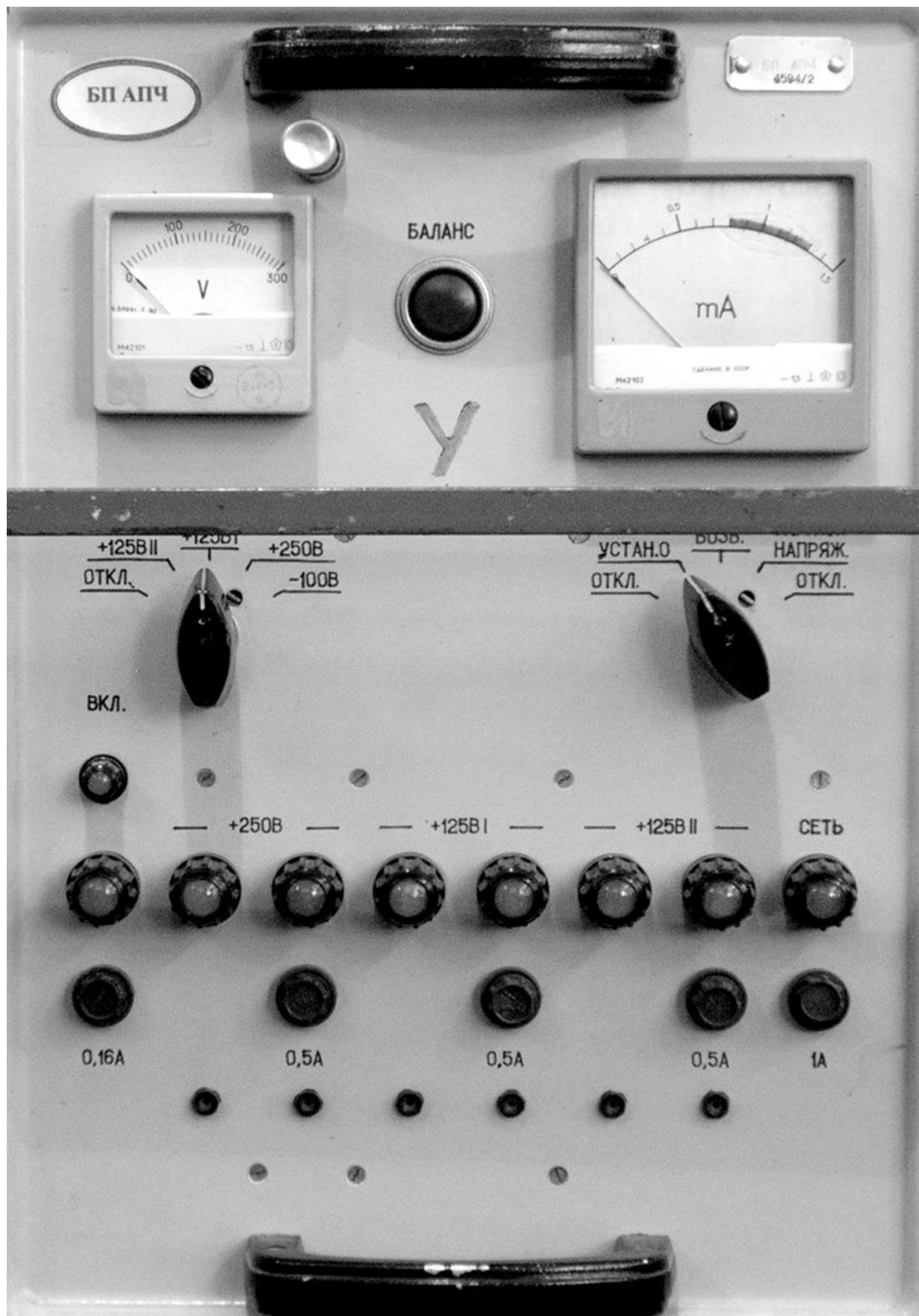


Рисунок 4.16. БП-АПЧ

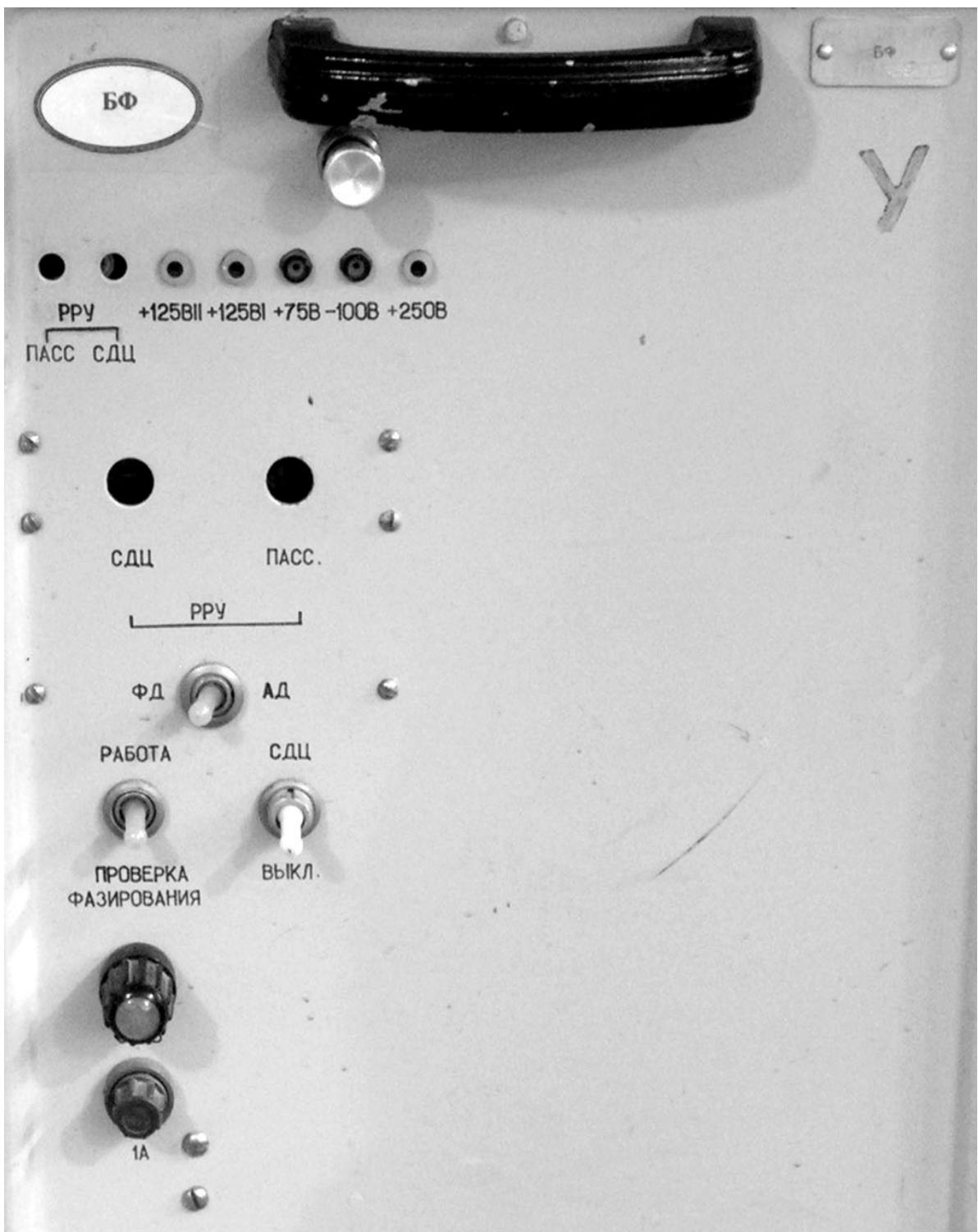


Рисунок 4.17. БФ-02

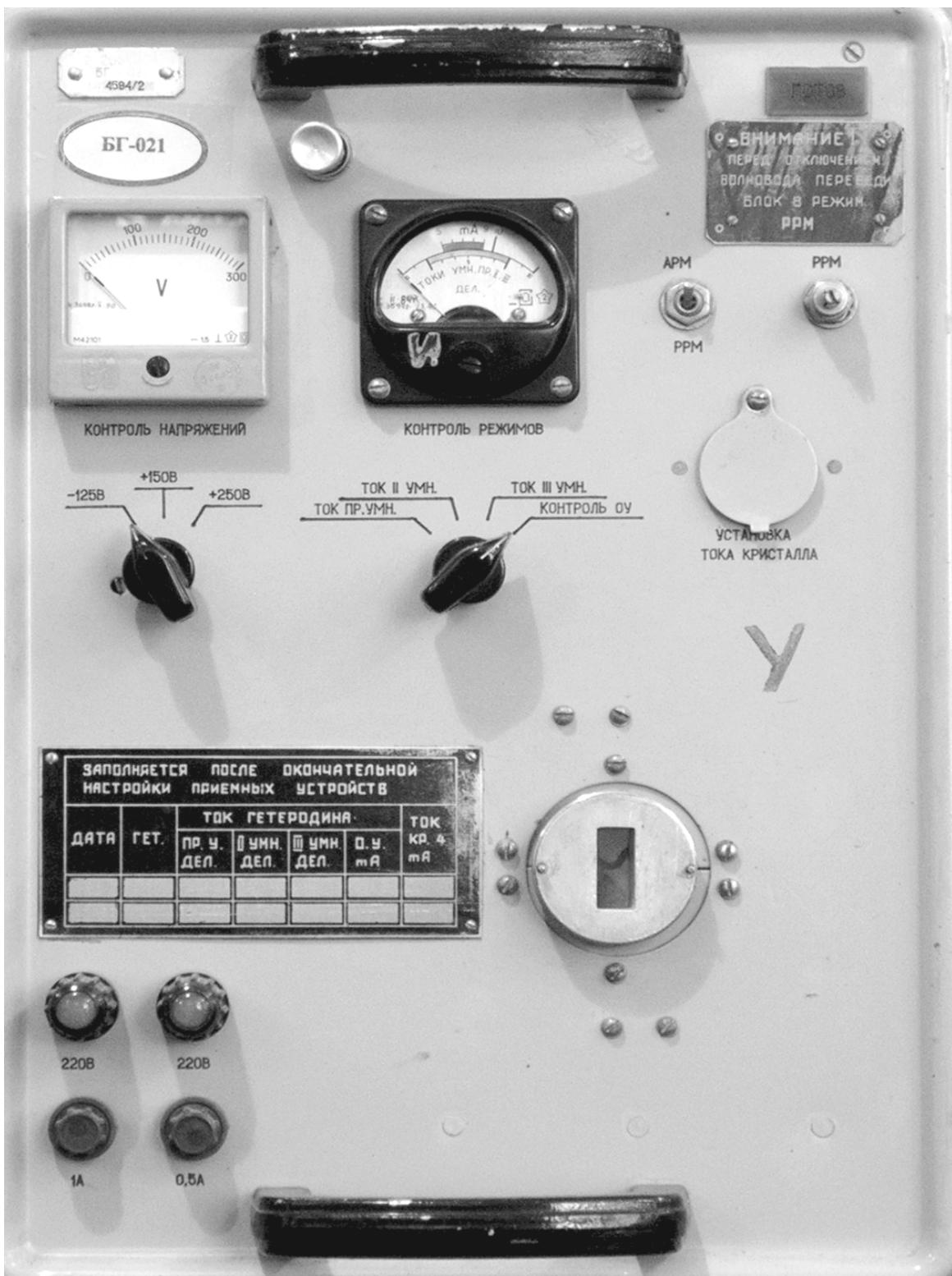


Рисунок 4.18. БГ-021

4.4. Конструкция приемника вторичного канала

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

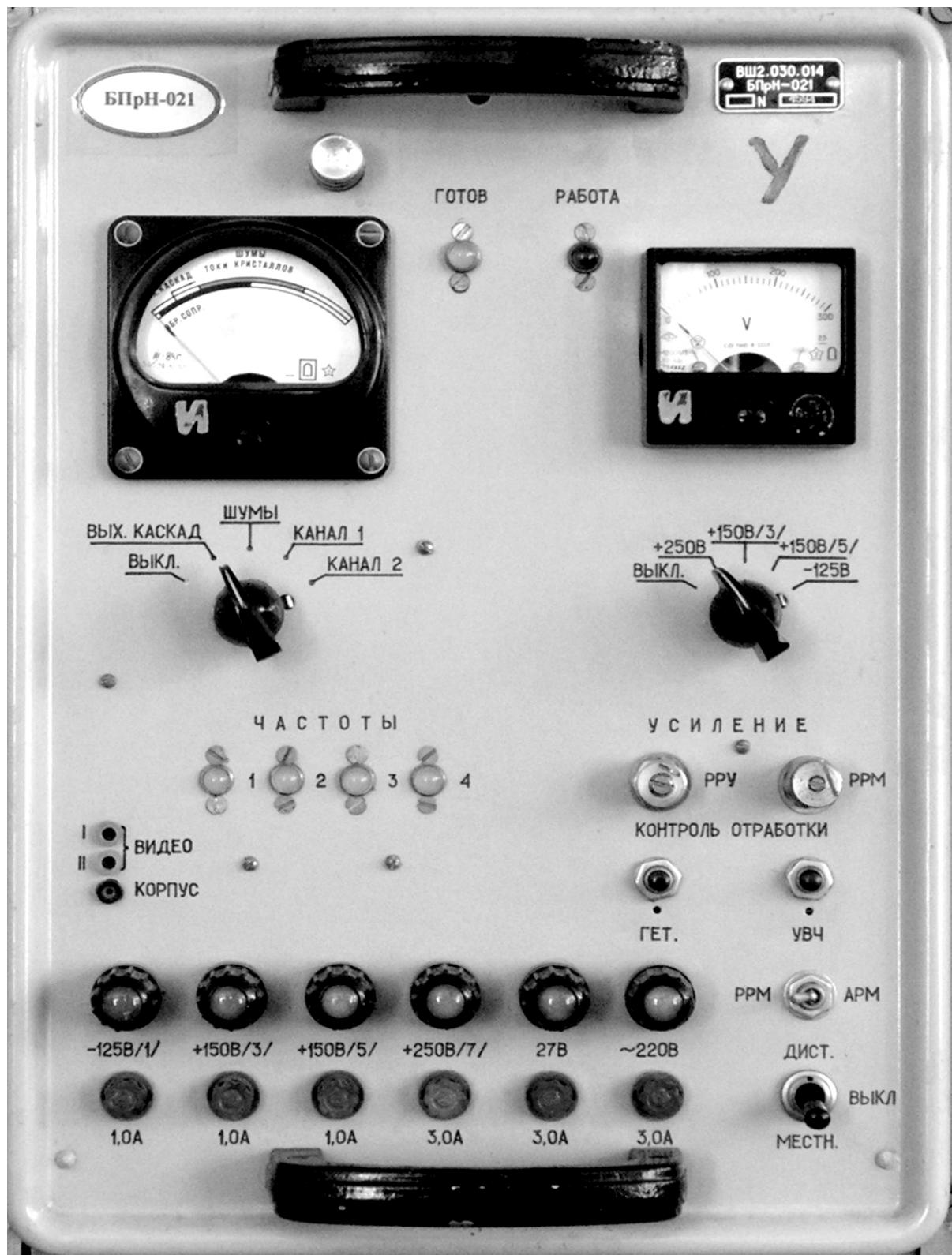


Рисунок 4.19. БПрН-021

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.;

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");

сигнализацию местного включения (сигнал "+27В").

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). БСФ обеспечивает формирование следующих управляющих импульсов для основных каналов ПРЛ:

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 функцию ретранслятора импульсов ЗИ СДЦ с компенсирующего устройства, запускающих импульсов БОП, БУО-П, на КДП, в СПр-021 (на схему ВАРУ). Кроме того, в блоке БСФ выполняется дешифрация отраженных от цели сигналов в АКТ режиме ПРЛ.

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

В ПАСС режиме ПРЛ ИКГ запускается на 2,7 мкс раньше, чем передатчики, что необходимо для компенсации нелинейного начального участка развертки (эпюра 1). В АКТ режиме $T_i=916$ 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 $\tau_i=0,9$ мкс, а через 2,4 мкс – ПРД-1 (эпюра 4), который формирует кодовую пару импульсов по 0,45 мкс. 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).

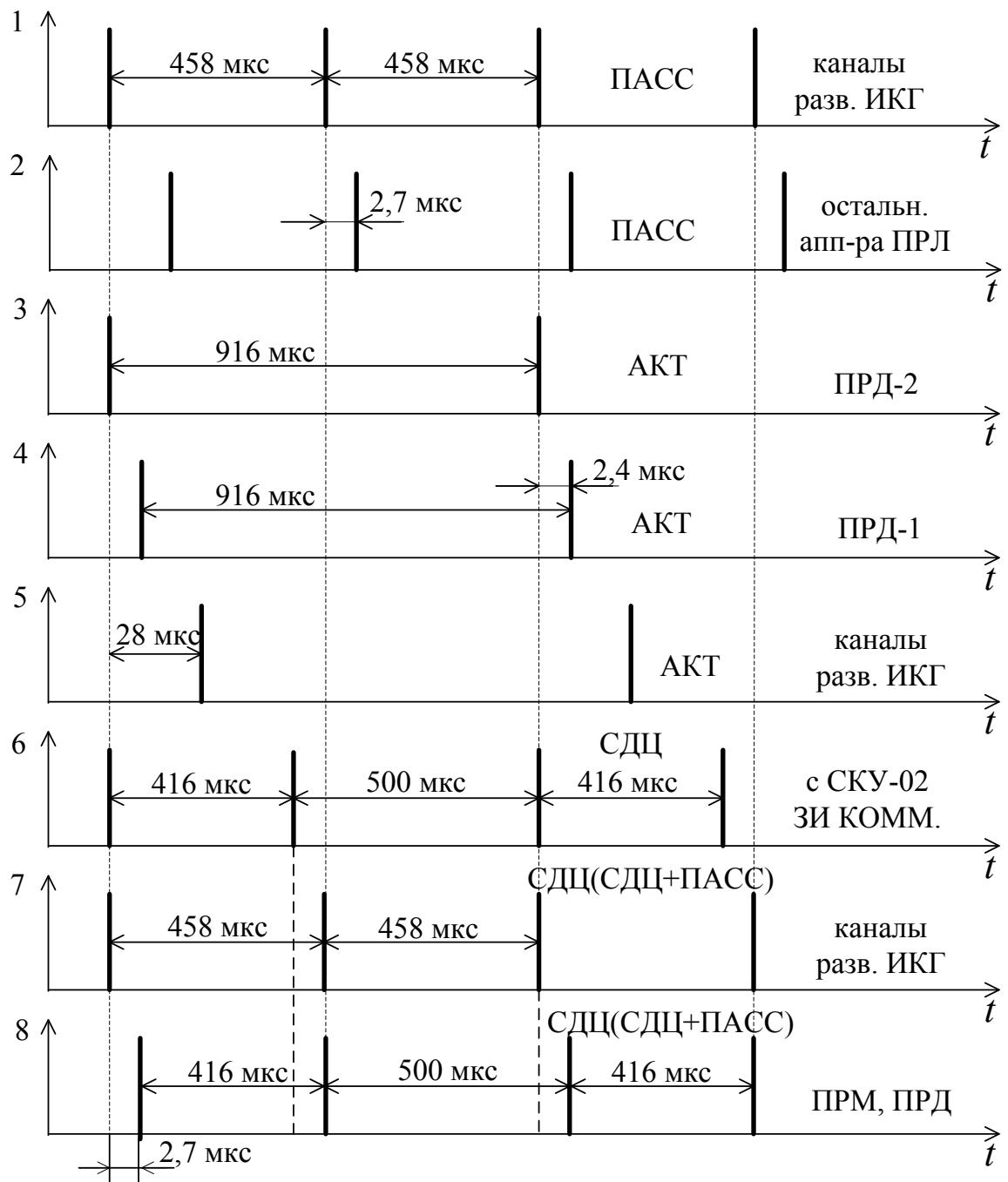


Рисунок 5.1. Временные диаграммы синхроимпульсов БСФ

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 БСФ

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

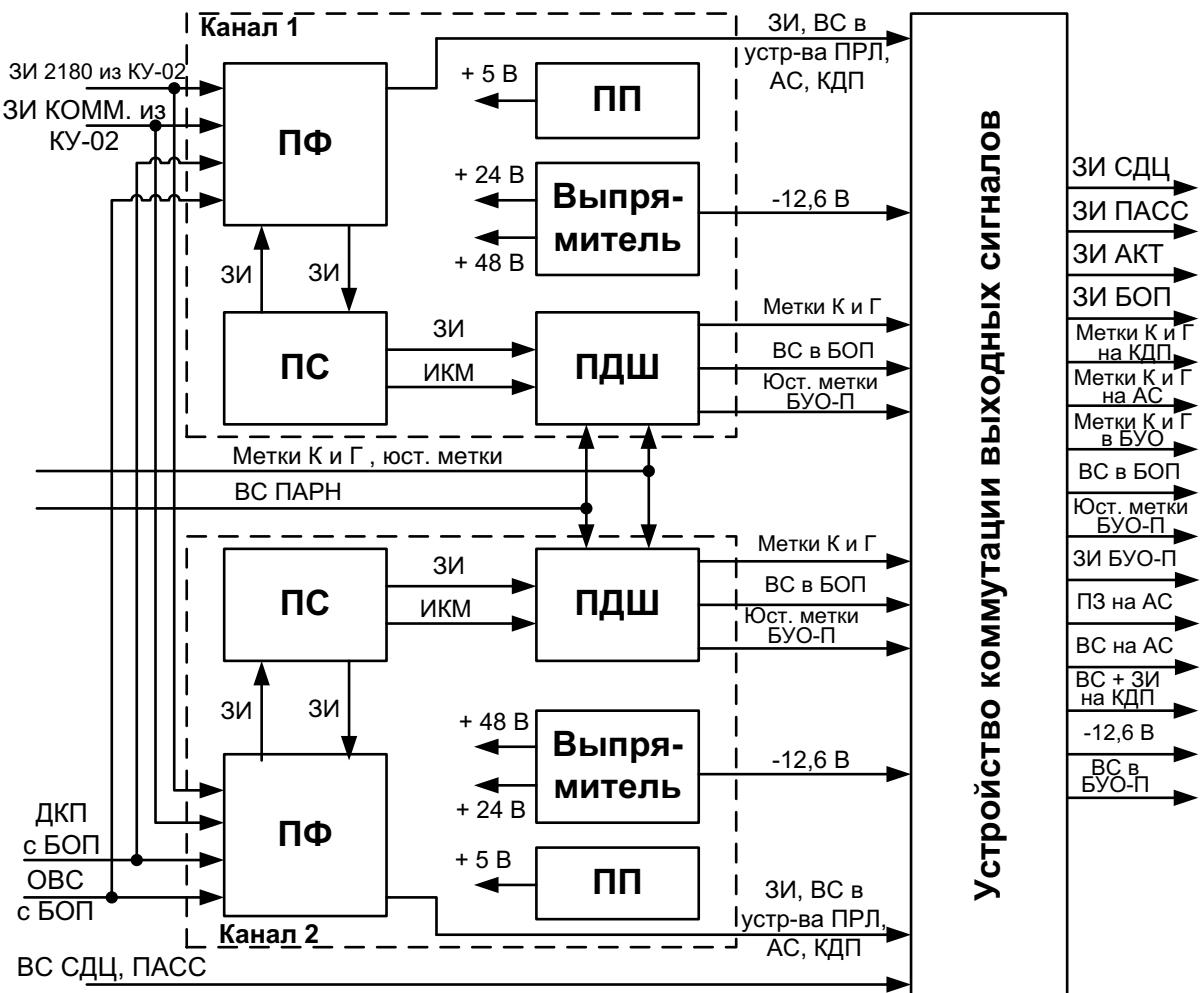


Рисунок 5.2. Структурная схема БСФ

Входные сигналы поступают на оба канала, 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 формирователей обеспечивает усиление входных и выходных сигналов блока. Основным элементом БСФ является плата синхронизации, в которой формируются все запускающие импульсы. В режиме СДЦ ЗИ 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 ПРЛ. Кроме того, ПДШ обеспечивает формирование угловых меток курса и глиссады, юстировочных угловых меток по сигналам от фотодатчиков, расположенных в антенных приводах по курсу и глиссаде.

5.3. Функциональная схема БСФ

5.3.1. Функциональная схема ПС

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

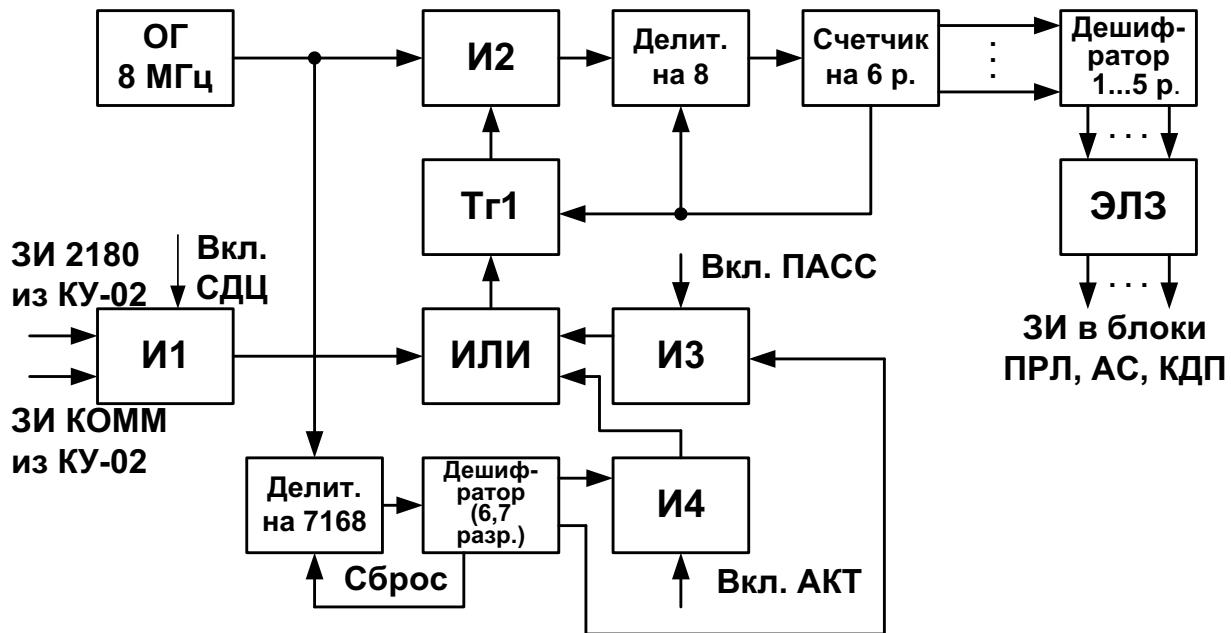


Рисунок 5.3. Функциональная схема ПС

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 $F_{\text{оп}}=8 \text{ МГц}$. На выходе делителя на 8 будет последовательность с $F_i=1 \text{ МГц}$, что соответствует $T_i=1 \text{ мкс}$. Счетчик на шесть разрядов и пять дешифраторов состояний счетчика выполняют функцию многоотводной (на 5 отводов) цифровой линии задержки (время задержки 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 $F_i=2180 \text{ Гц}$ ($T_i=458 \text{ мкс}$) или $F_i=1090 \text{ Гц}$ ($T_i=916 \text{ мкс}$) формируются на выходе дешифратора состояния 6-го и 7-го разрядов, на вход которого поступают поделенные на 7168 импульсы ОГ. 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 ПДШ

Плата дешифратора обеспечивает декодирование отраженных ВС с выхода приемника при работе ПРЛ в АКТ режиме с подавлением и без подавления, а также формирование угловых меток для ИКГ, аппаратуры сопряжения (АС) и ВИСП-75 на КДП.

Функциональная схема ПДШ приведена на рисунке 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

рассматривается пример формирования угловой глиссадной метки Г1 по временным диаграммам рисунка 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) (рисунок 5.6).

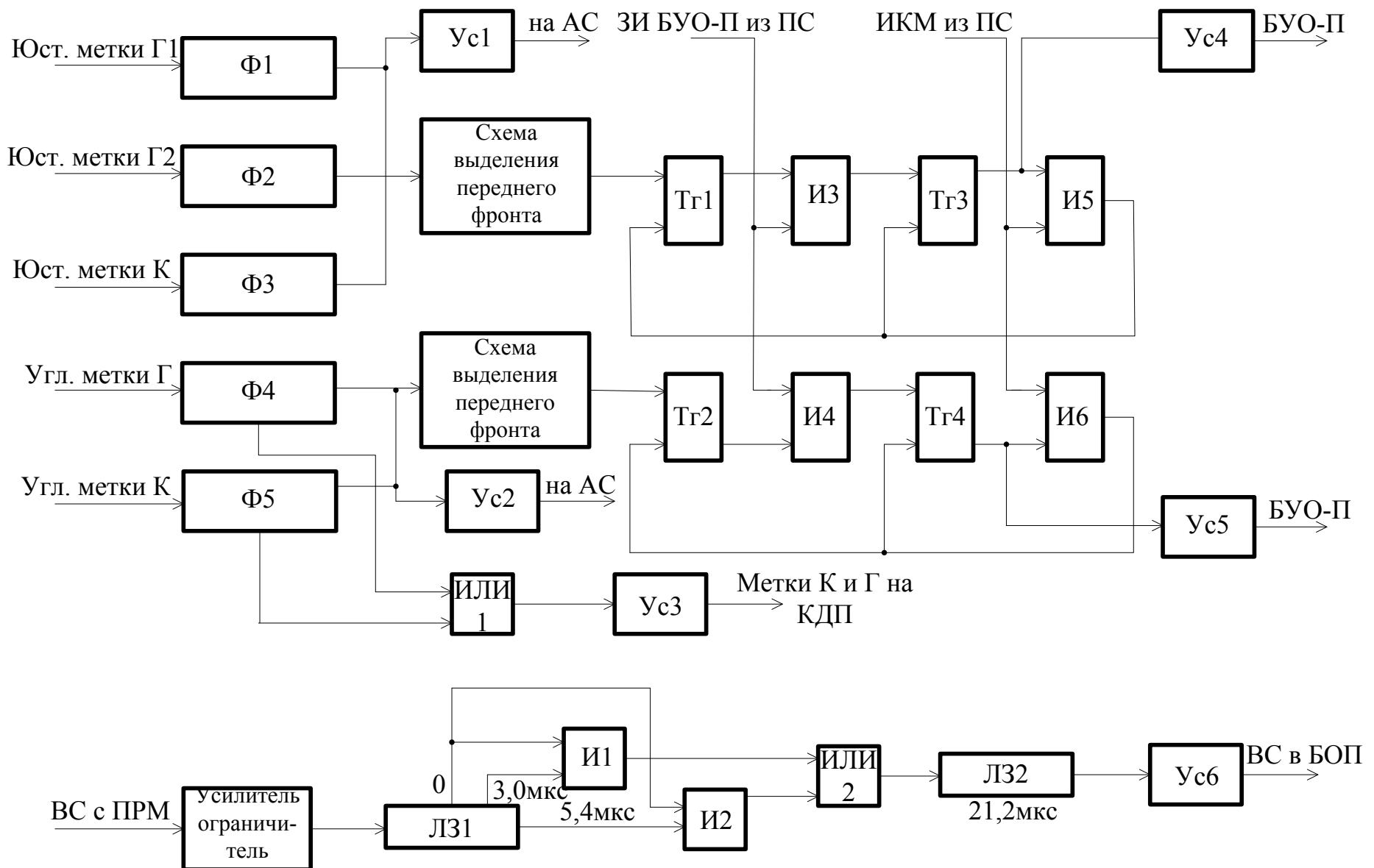


Рисунок 5.4. Функциональная схема ПДШ

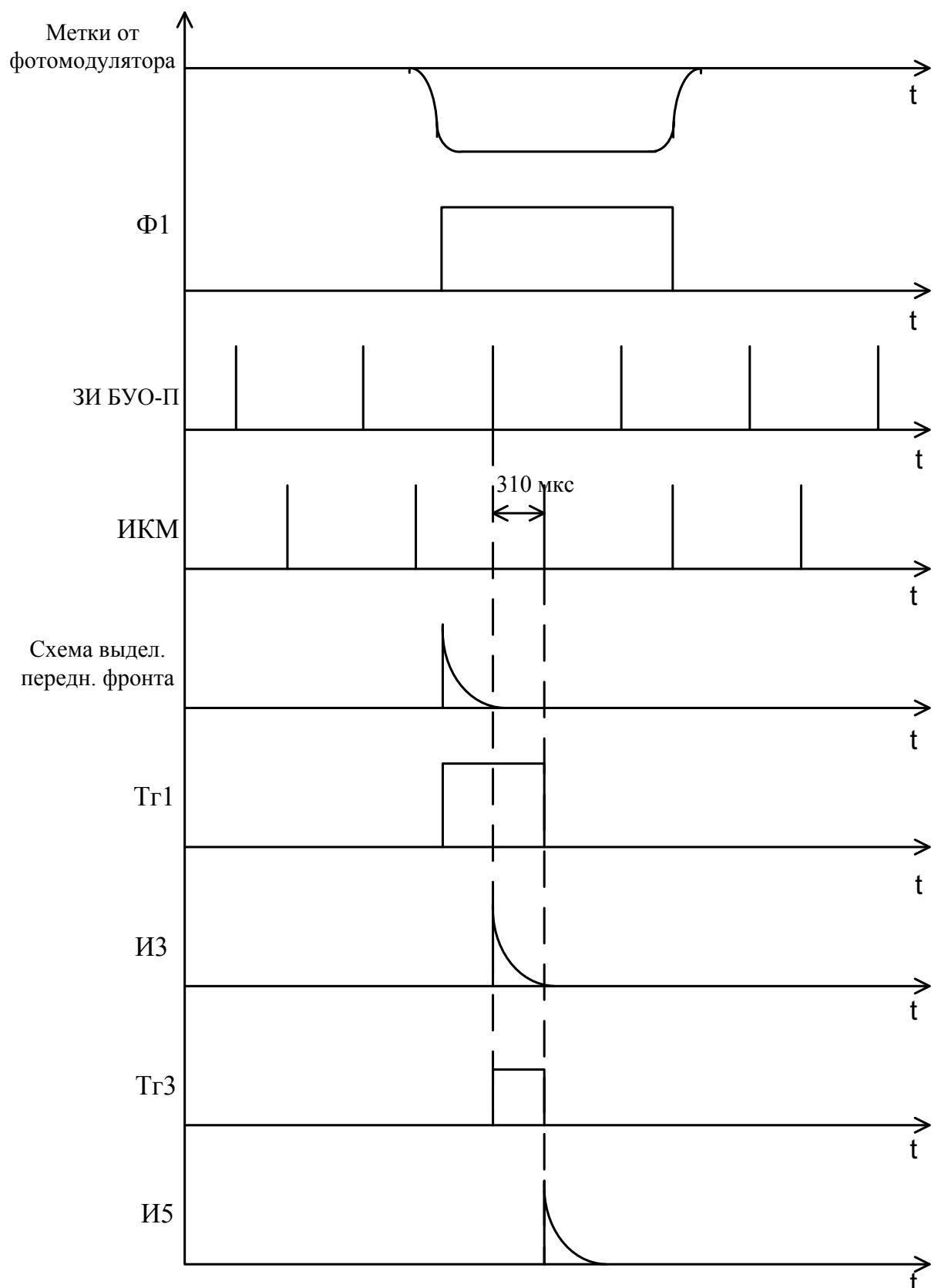


Рисунок 5.5. Временные диаграммы формирования угловых меток в ПДШ

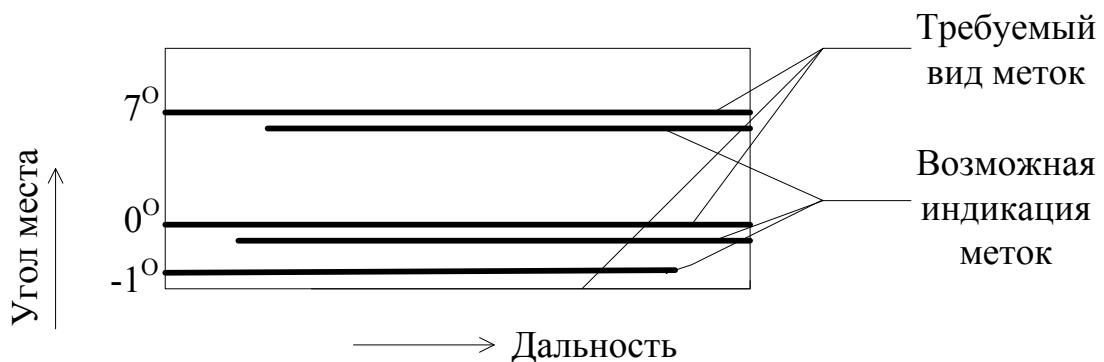


Рисунок 5.6. Глиссадный сектор развертки ИКГ

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 ПРЛ и обеспечивает засветку только одной линии развертки по дальности.

В нижней части схемы ПДШ приведена схема декодирования отраженных ВС с выхода ПРМ первичного канала при работе ПРЛ в АКТ режиме. На рисунке 5.7 приведены временные диаграммы, поясняющие принцип декодирования отраженных сигналов в АКТ режиме с подавлением. В режиме АКТ без подавления принцип работы схемы аналогичен. Видеосигналы 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 $\tau_k=5,4$ мкс импульсы 3' показаны пунктиром) – в 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.

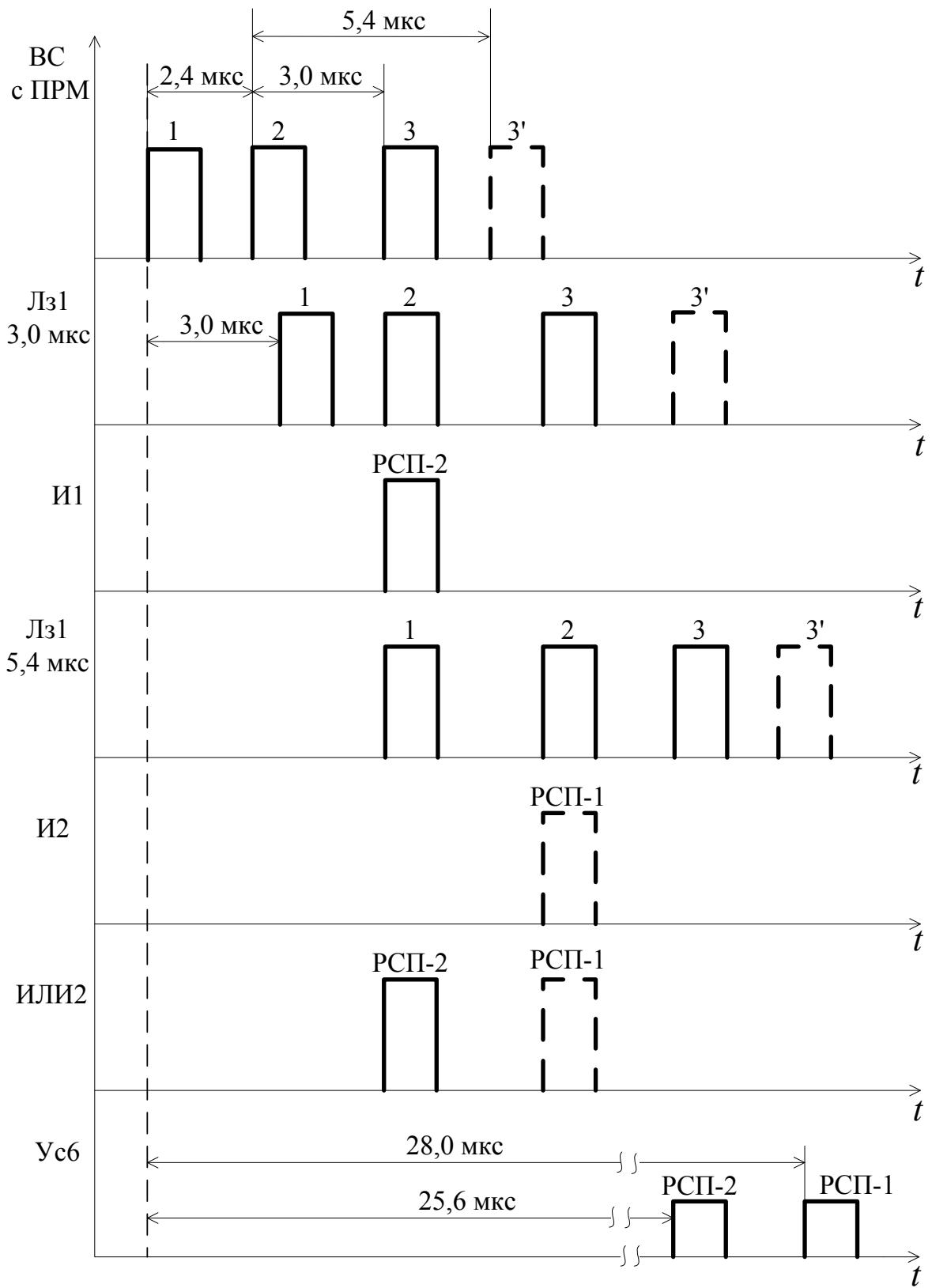


Рисунок 5.7. Временные диаграммы декодирования ВС в АКТ режиме

5.4. Принципиальная схема ПДШ

На рисунке 5.8 приведена принципиальная схема платы дешифратора. Формирователи $\Phi_1 \dots \Phi_5$ схемы формирования угловых меток (рисунок 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, где R15 – для регулировки уровня порога срабатывания ограничителя на ВД1 и ВД2. Линия задержки Лз1 функциональной схемы дешифратора (рисунок 5.4) реализована на Лз1 и Лз2, а Лз2 - на Лз3, Лз4, Лз5, Лз6, Лз7. Усилитель УС6 выполнен на У24. Усилители между ЛЗ необходимы для компенсации потерь в видеосигналах. Микросхемы устройств ПДШ 133-й и 109-й серии.

Вклейка 5.1

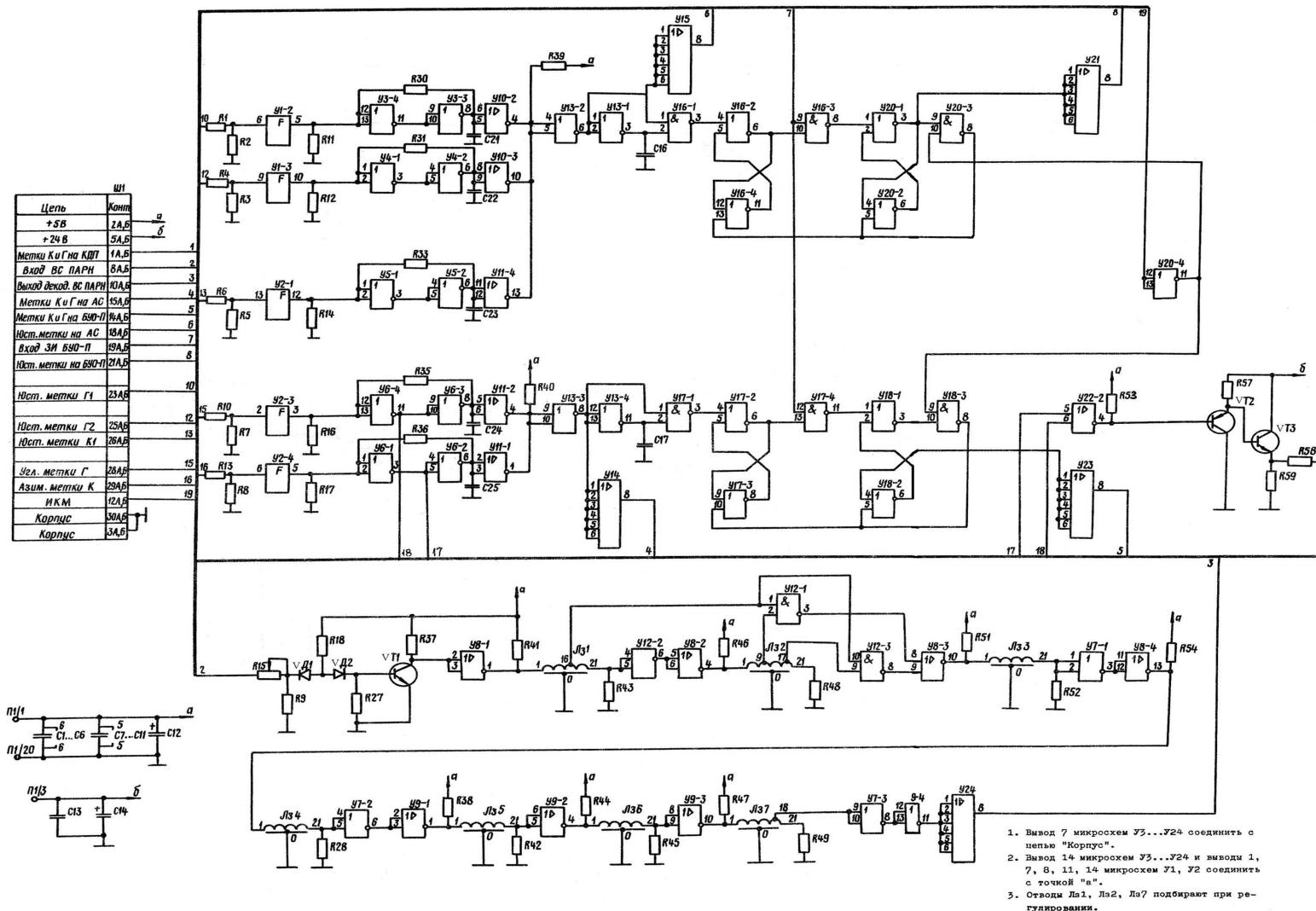


Рисунок 5.8. Принципиальная схема платы дешифратора

5.5. Конструкция БСФ

БСФ собран на типовом шасси (рисунок 5.9). 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.

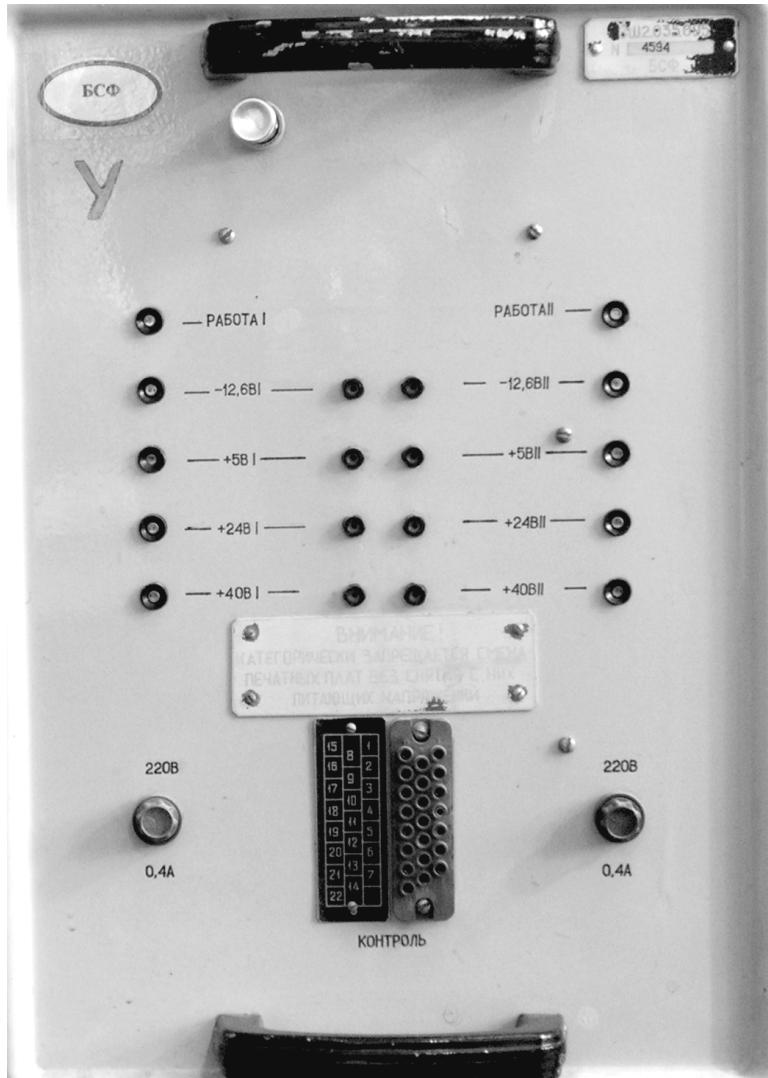


Рисунок 5.9. БСФ

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 РЛС 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 T_i и селекция по 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 рисунке 6.1. Период повторения полезного сигнала не равен периоду повторения помехи ($T_i \neq T_p$), поэтому помеховые сигналы не пройдут на выход схемы. Рассмотрена 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 ($i=2$). БОП выполнен на цифровых элементах. В его состав входят (рисунок 6.2):

- | | | |
|--------|---|---|
| ЛОУ | – | платы логической обработки и управления; |
| ГУВ | – | плата генератора ударного возбуждения; |
| ЗУ | – | плата запоминающего устройства; |
| 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).

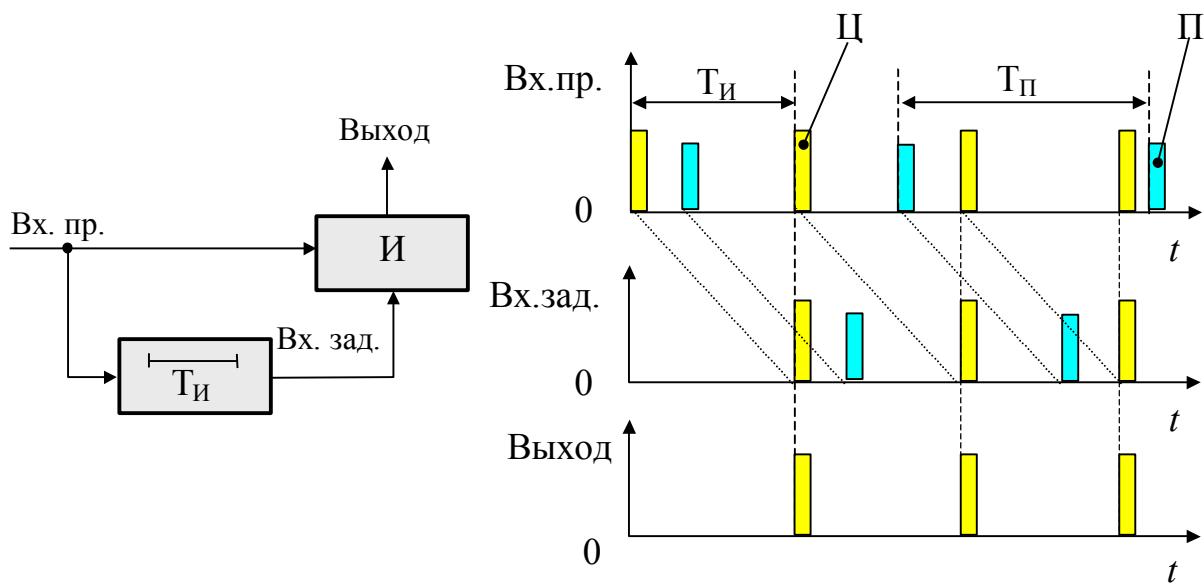


Рисунок 6.1. Принцип защиты от НИП и ХИП

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, записываемой 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.

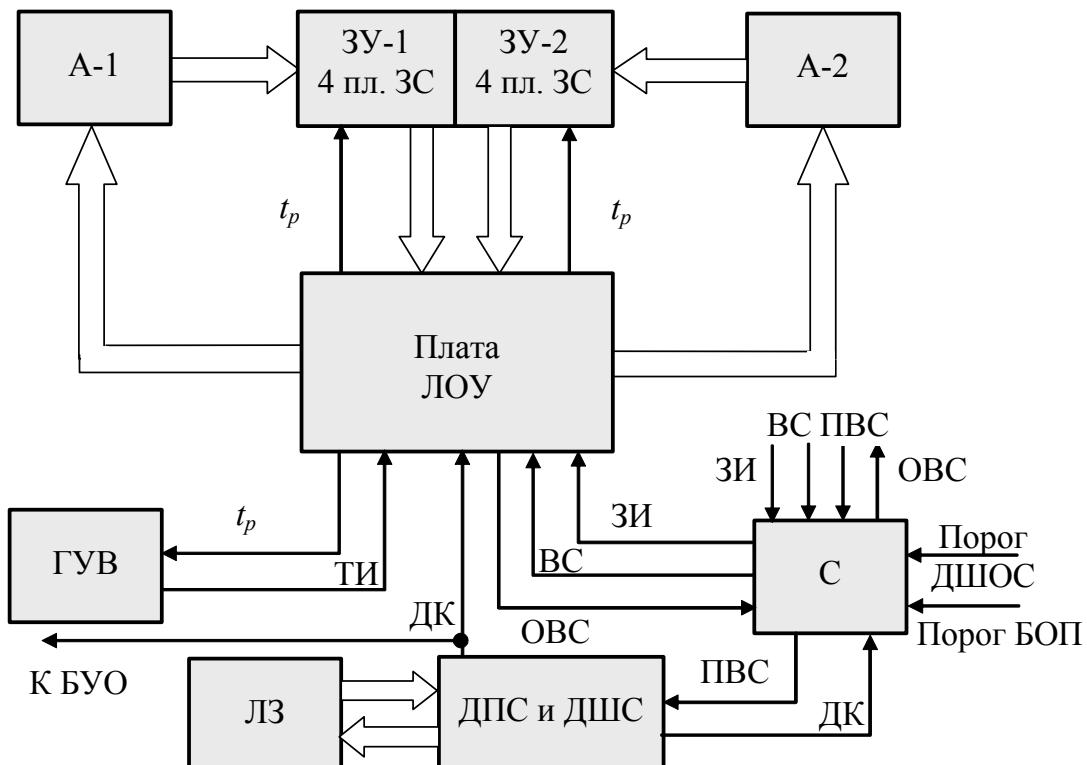


Рисунок 6.2. Блок-схема БОП

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

ЗУ – запоминающее устройство предназначено для записи, хранения и считывания сигналов. ЗУ 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 – 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 ВС и очищенного. Если происходит временное совпадение этих сигналов, то на выход схемы проходит импульс, длительность которого равна длительности

входного ВС. 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 рисунке 6.3.

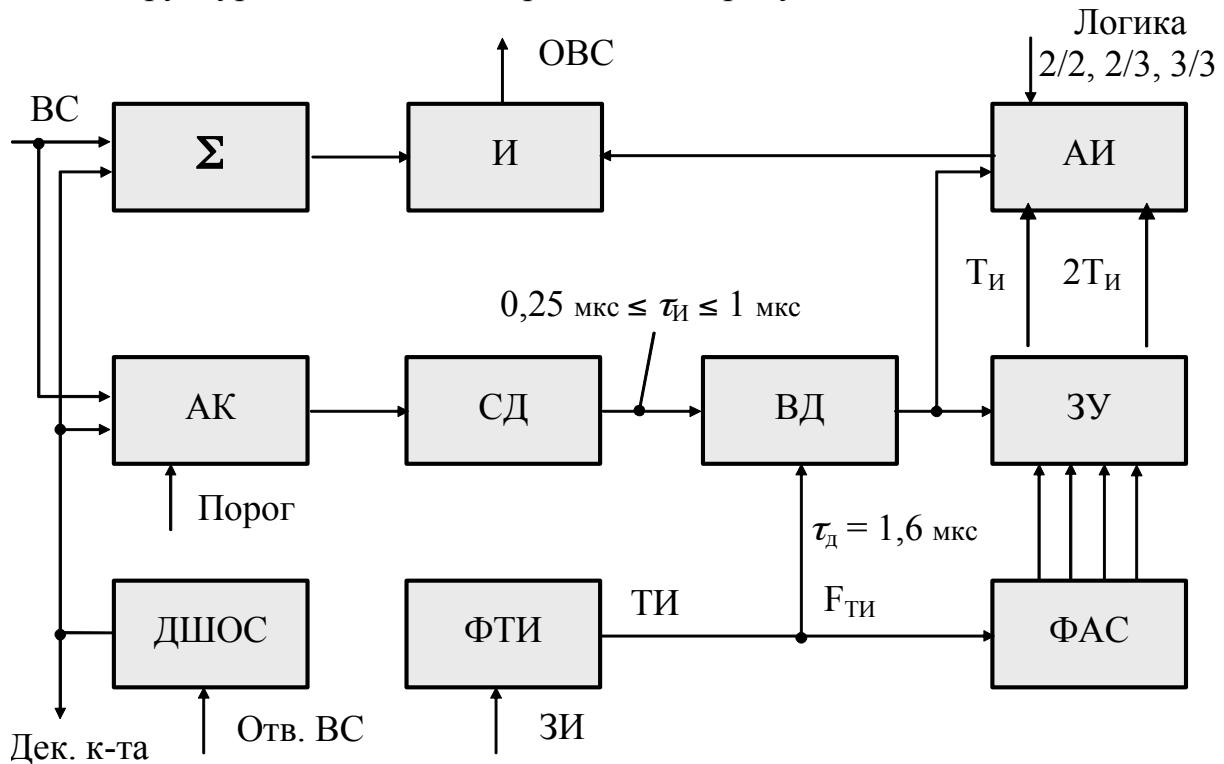


Рисунок 6.3. Структурная схема БОП

6.2. Функциональные схемы плат БОП

6.2.1. Функциональная схема платы ГУВ

Плата генератора ударного возбуждения (ГУВ) является источником синхронизирующих тактовых импульсов (ТИ) для всего БОП. На плате расположены три идентичных по структуре ГУВ, генерирующих ТИ с частотами 600 кГц, 300 кГц, 150 кГц (рисунок 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.

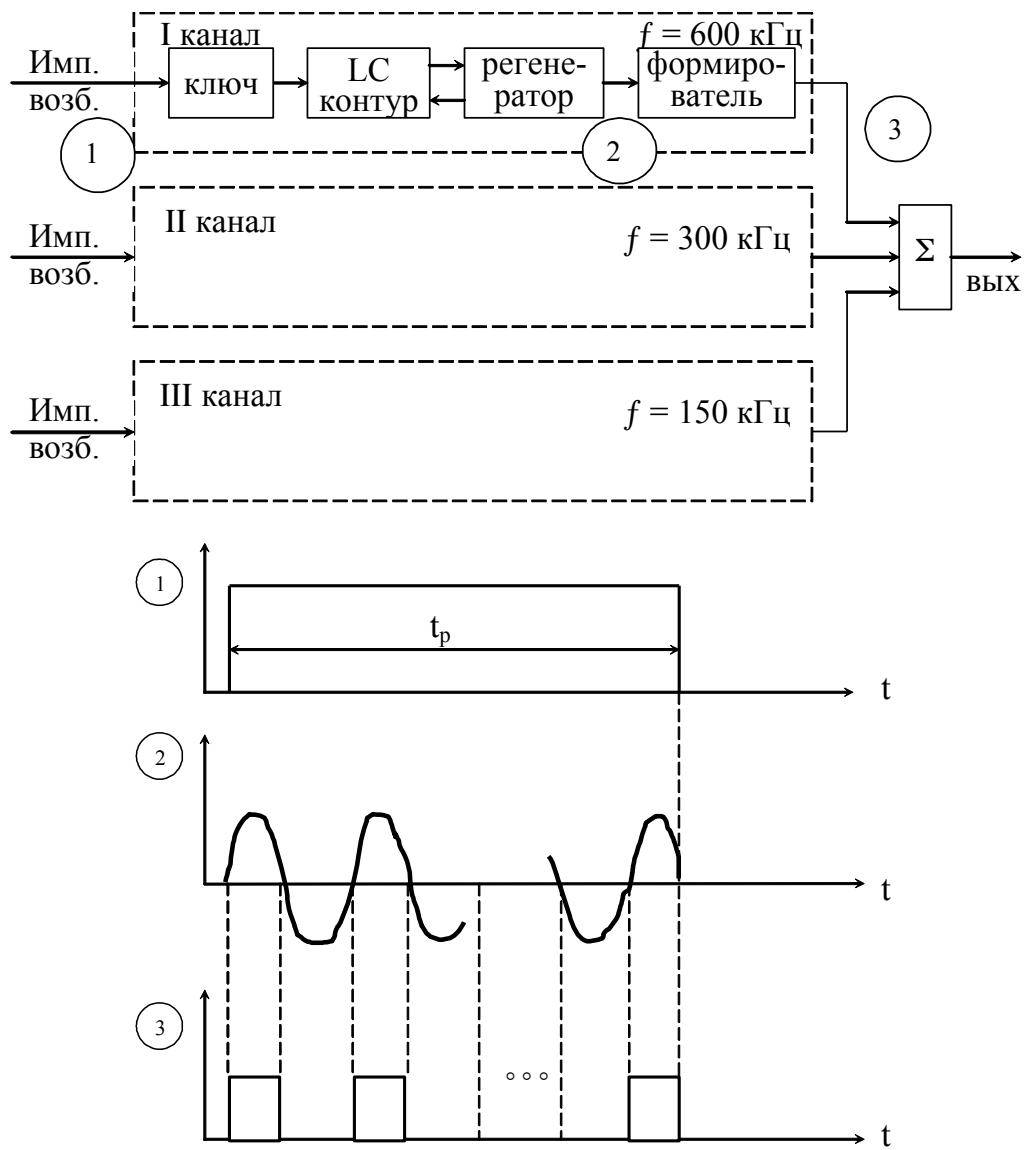


Рисунок 6.4. Функциональная схема платы ГУВ и временные диаграммы сигналов в ней

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 (рисунок 6.4, эпюра 2). Формирователь ГУВ преобразует синусоидальные колебания в последовательность прямоугольных импульсов с частотой F_τ , которые через сумматор поступают на выход (рисунок 6.4, эпюра 3).

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

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) (рисунок 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 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 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 приведена на рисунке 6.6. Запуск синхронизатора ведется ТИ от ГУВ. Тактовые импульсы запускают три отдельных канала формирования с выхода ИЛИ2 в течение временного интервала t_p .

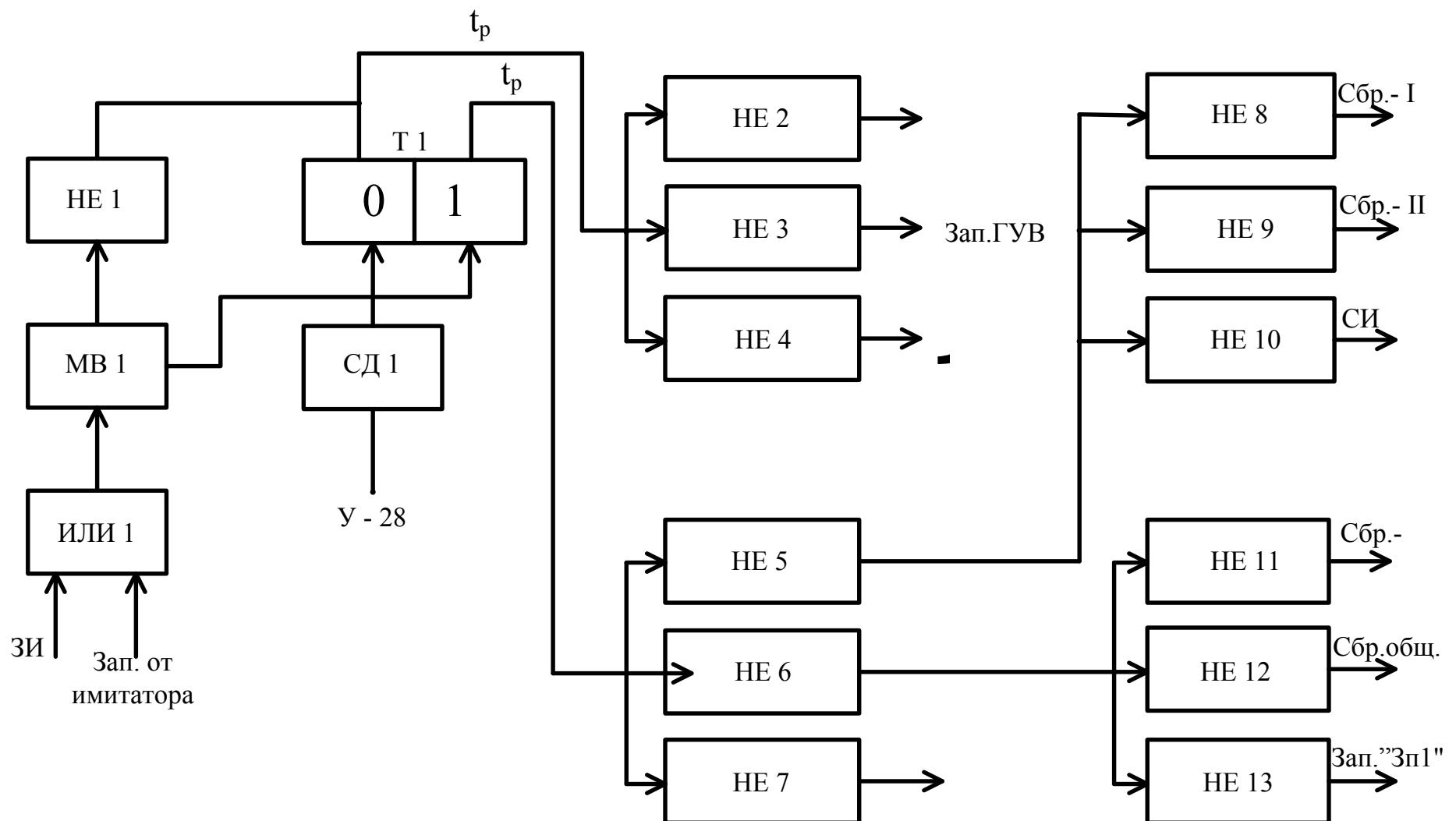


Рисунок 6.5. Функциональная схема формирователя импульсов

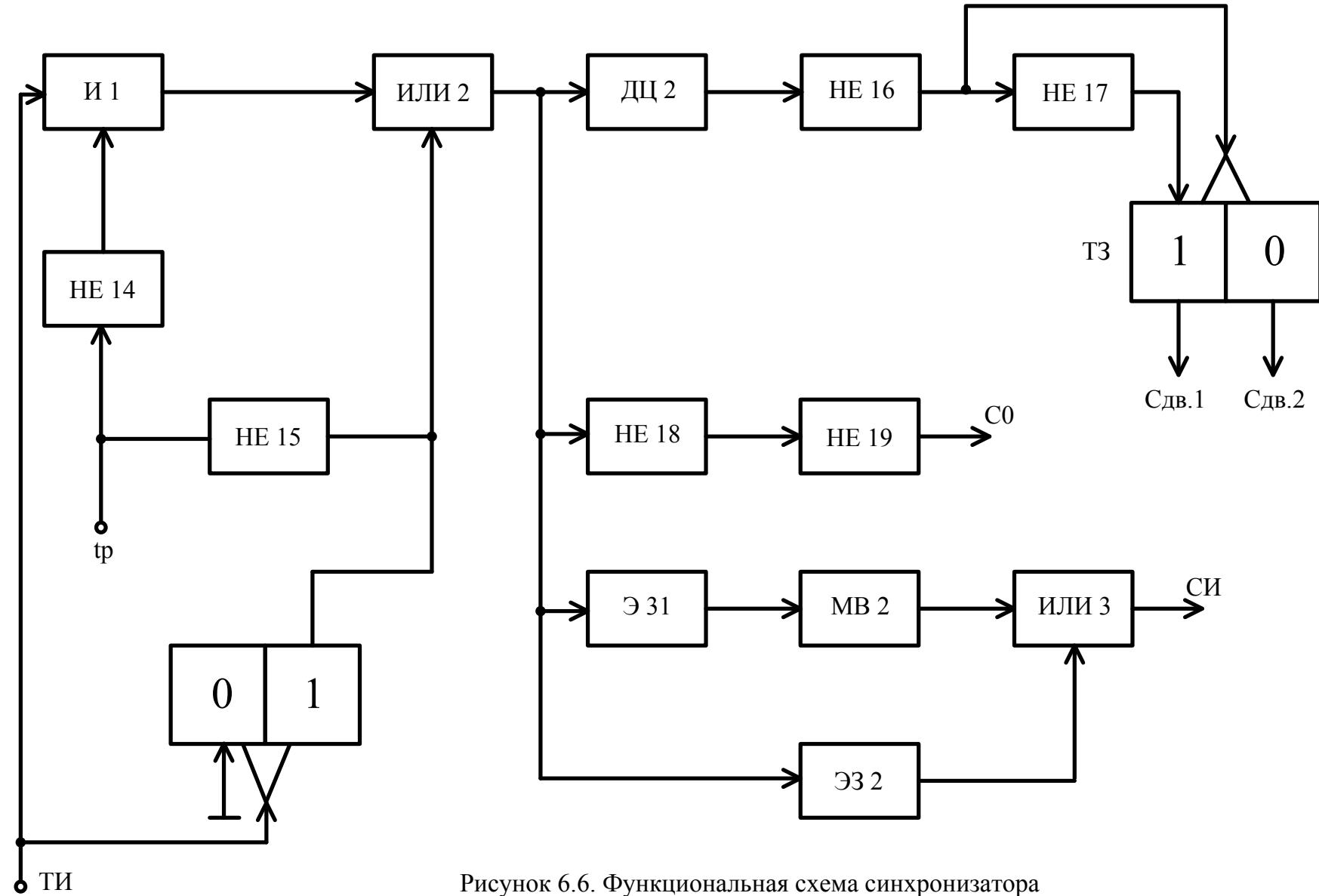


Рисунок 6.6. Функциональная схема синхронизатора

Дифференцирующая цепь (ДЦ2) выделяет фронт ТИ для запуска триггера Тг3. Второй канал формирует СО. Третий канал формирует СИ, которые должны запаздывать относительно СО. Эта задержка обеспечивается элементами задержки ЭЗ1 и ЭЗ2. При этом мультивибратор МВ2 обеспечивает формирование необходимой дальности СИ на дальностях выше 100 км.

Функциональная схема электронного коммутатора

Электронный коммутатор (ЭК) обеспечивает формирование адресных импульсов У25-У28. ЭК состоит из четырех однотипных триггеров со связью через элементы НЕ и дифференцирующие цепи (ДЦ) (рисунок 6.7). Запуск триггера Тг4 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 Тг7 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 (рисунок 6.8). ВС поступают на схему селектора минимальной длительности СД2. Если ВС превышает некоторый установленный порог t_{01} , срабатывает триггер Тг8, который через 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 Тг8 в триггер Тг9. Это происходит до тех пор, пока длительность ВС $t_{иBC} < t_{02}$. При нарушении данного неравенства селектор длительности СД3 начинает блокировать ключ ИЗ и информация на запись в ЗУ не поступает.

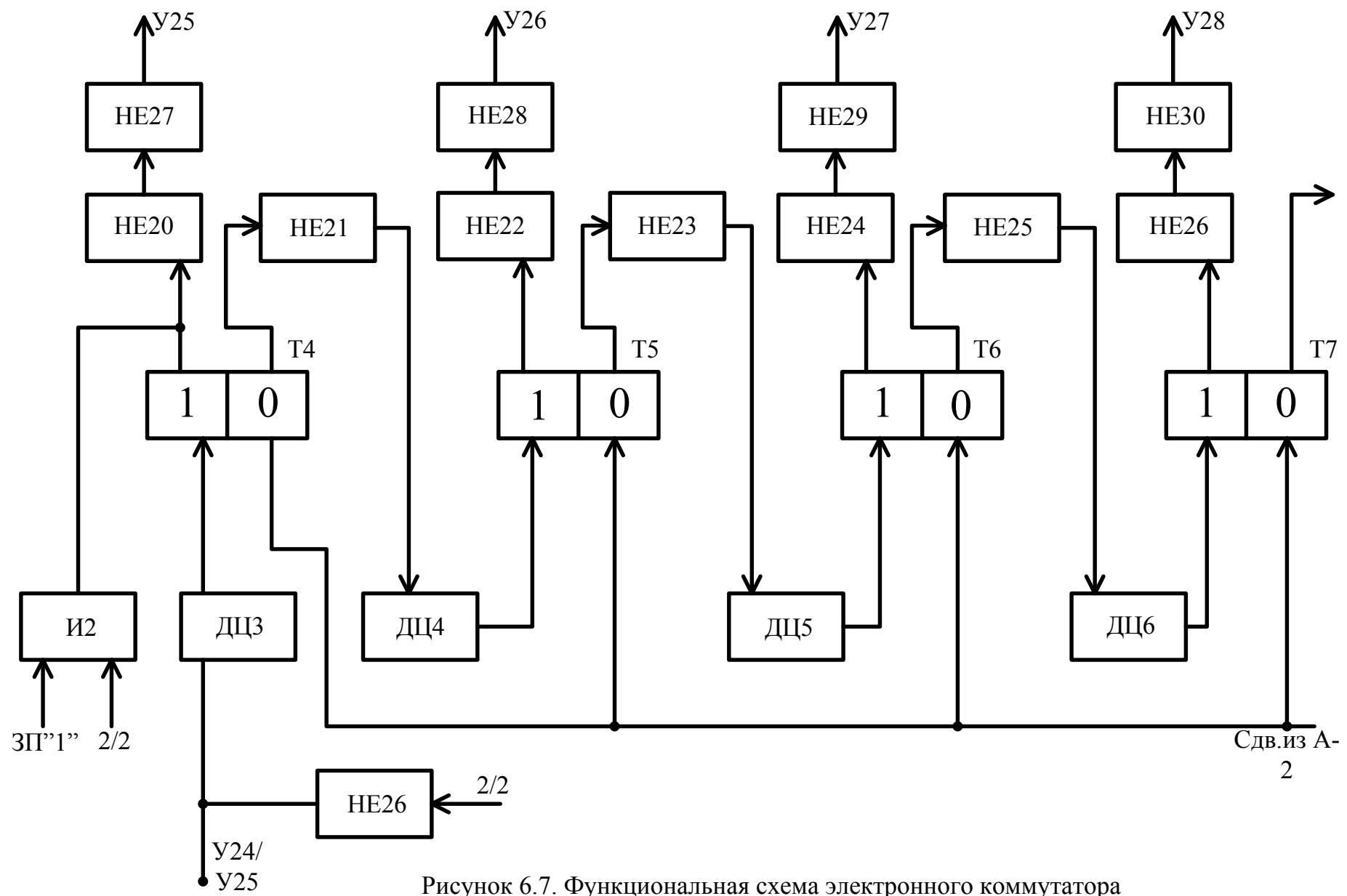


Рисунок 6.7. Функциональная схема электронного коммутатора

Для ПРЛ В 4 находится в
положении “1 мкс”,
а В 3 -- “0,25 мкс”

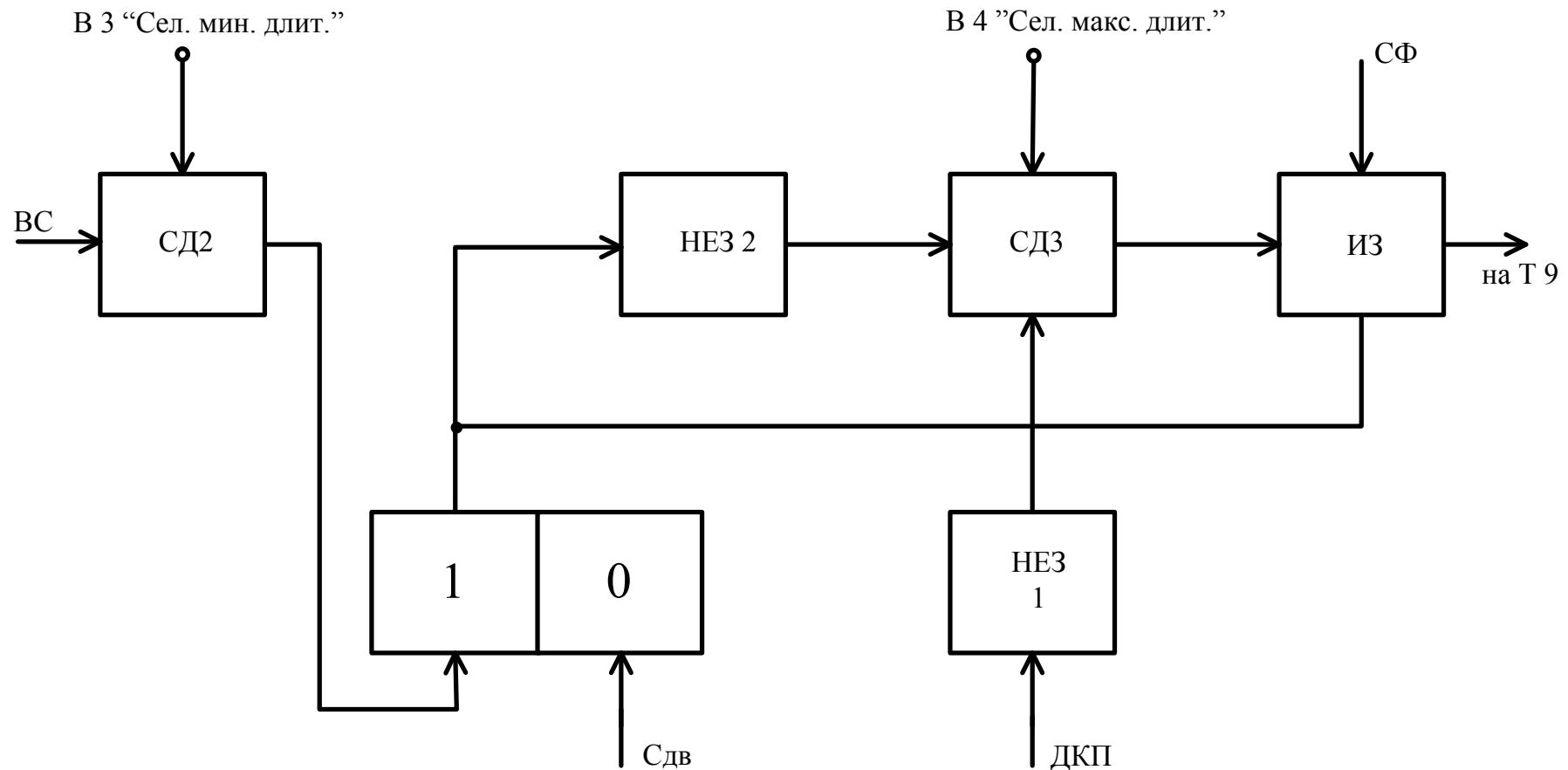


Рисунок 6.8. Функциональная схема узла входной обработки

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) приходит с платы ДПС и, поскольку его $t_{ii} = 1 \text{ мкс} < t_{01}$, 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) дальности и вырабатывает стробирующий импульс для управления видеосигналом от цели на пути его следования на индикатор ПРЛ. АИ представляет собой комбинационную логическую схему, состоящую из двух НЕ (буферные каскады), трех схем И и одной схемы ИЛИ (рисунок 6.9). При включении логики 3/3 работает только И11, а два других ключа заперты. Если выбраны логики 2/2 или 2/3, то работают И9 и И10. При логике 2/2 они переключаются поочередно. Первую половину выбранной дистанции дальности обслуживает И9, вторую – И10. При логике 2/3 ключи функционируют одновременно и их сигналы проходят на выход 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 (рисунок 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.

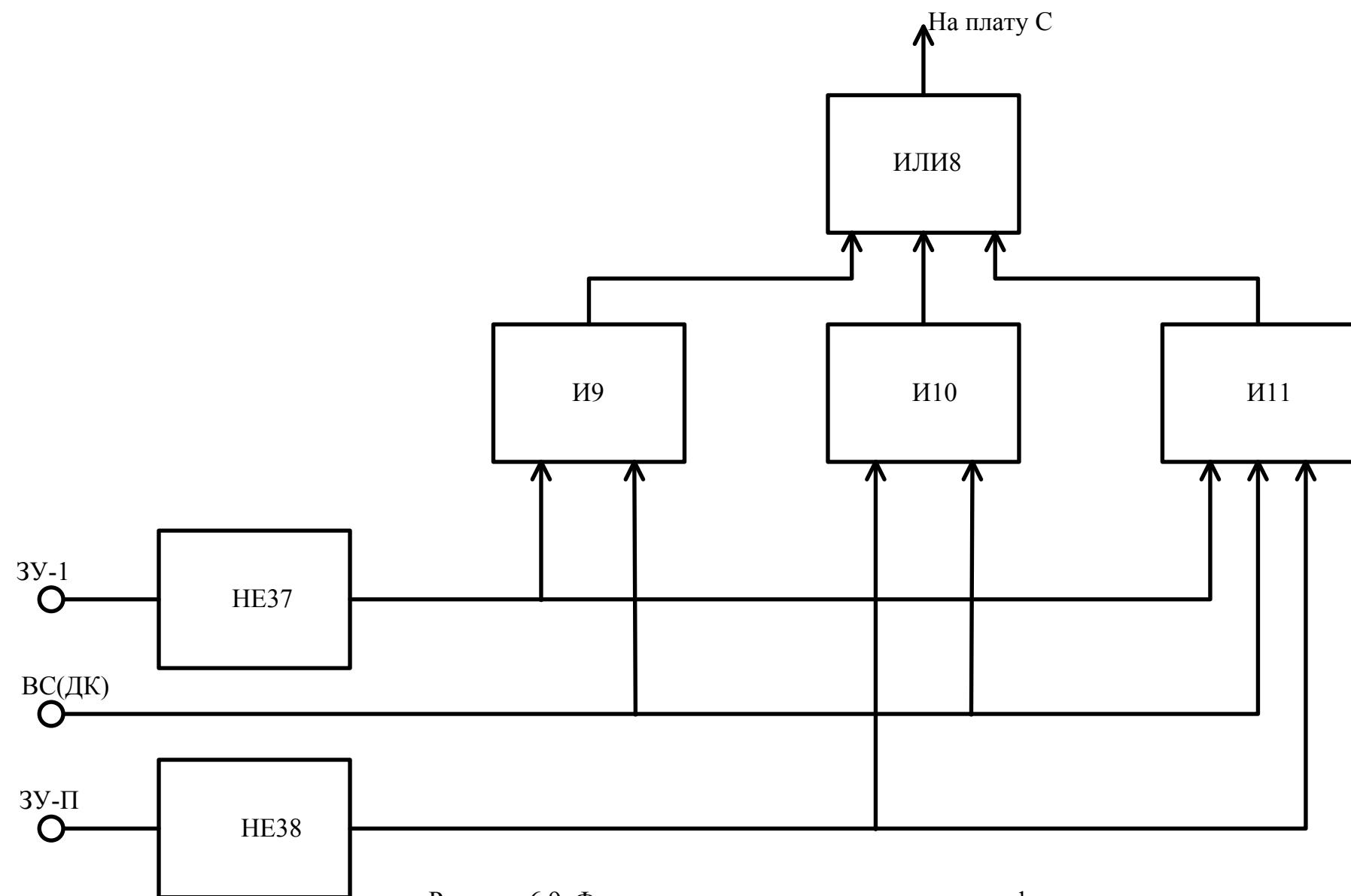


Рисунок 6.9. Функциональная схема анализатора информации

Спустя время τ_d на управляющей шине «Сдв.-1» появляется импульс сдвига, обнуляющий нечетные разряды ЭК-І и продвигающий «1» из его первого разряда во второй. Импульс адресации теперь возникает только на выходе №2 ЭК-І. В ЭК-ІІ по-прежнему возбужден адресный выход № 1. Следующий импульс сдвига поступит на шину «Сдв.-2», соединенную с четными разрядами ЭК-І. В третий разряд запишется «1», второй разряд обнуляется, а рабочий импульс с выхода №2 переместится на выход № 3 и т.д. У ЭК-ІІ по-прежнему установлены в единичное состояние триггеры 1-го разряда, то есть возбужден адресный выход № 1. Когда обнуляются 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, продвигающий 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 этап функционирования не будет отличаться от предыдущего. Так будет продолжаться до тех пор, пока на шины «Сдв.-1» и «Сдв.-2» 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 №=4x4x=16 генерируется коммутаторами за время однократного «пробега» «1» по ЭК-ІІ (до появления импульса переноса в цепи его обратной связи).

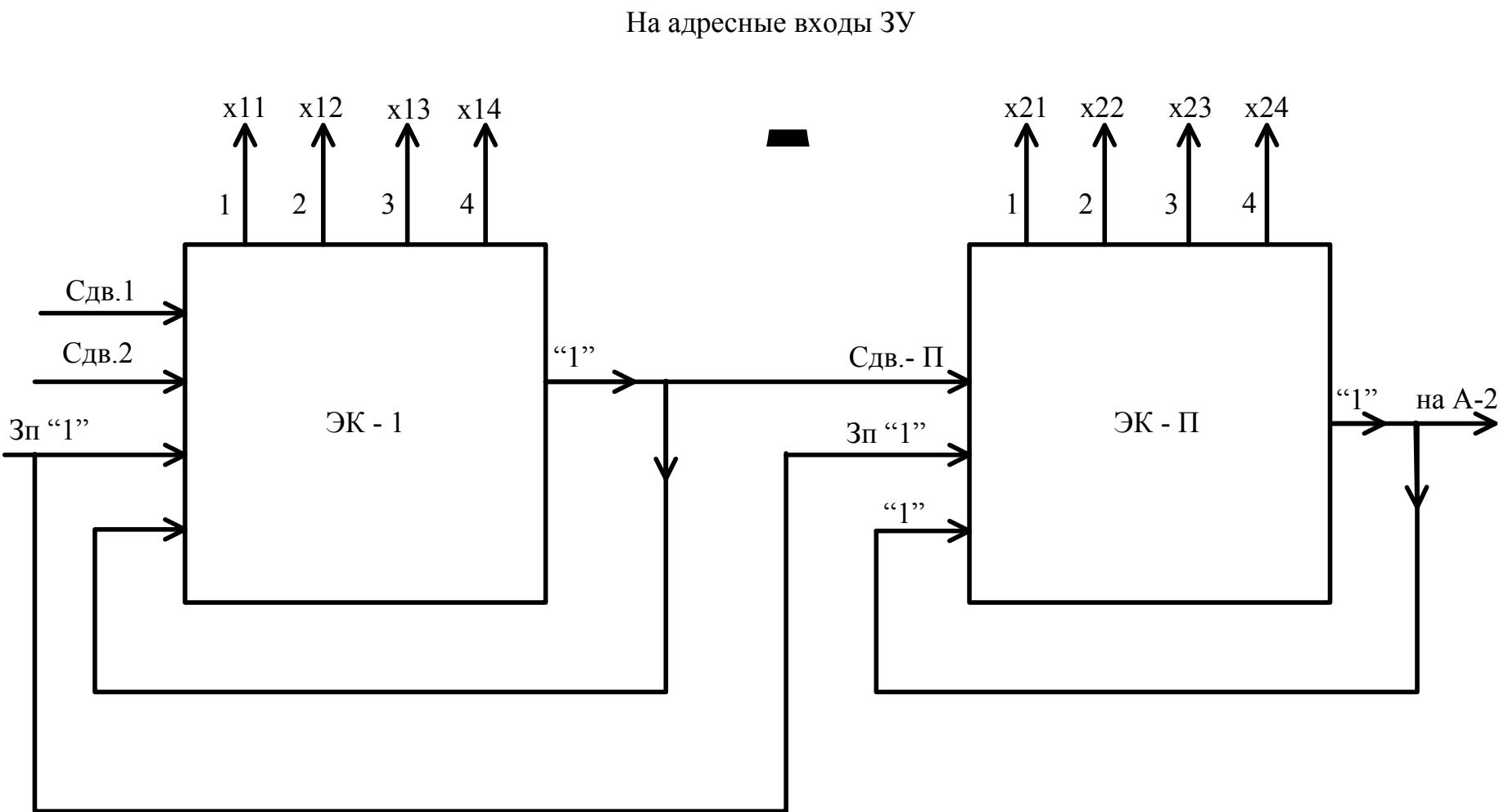


Рисунок 6.10. Функциональная схема платы А-1

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 (рисунок 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. 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 ВС на индикаторе ПРЛ в пределах рабочей дальности БОП, а в режиме контроля – контрольные «единицы» в виде линий, находящихся на определенных дальностях.

6.2.5. Функциональная схема платы запоминающей среды

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

Входными управляющими импульсами для ЗС служат: X11-X14, X21-X24, Y11-Y13, У2(*i*), строб записи информации (СИ), строб обращения (считывания) (СО), строб формирования (СФ), вспомогательный адресный импульс (ВАИ), приходящий из ИКЗ с другой ЗС. Выходными сигналами являются: ВАИ для ИКЗ другой ЗС, импульсы УНД, направляемые в АИ. Одни и те же адресные импульсы, кроме У2(*i*), подаются на все 8 плат ЗС. У2(*i*) несет информацию о порядковом номере выбранной платы ЗС.

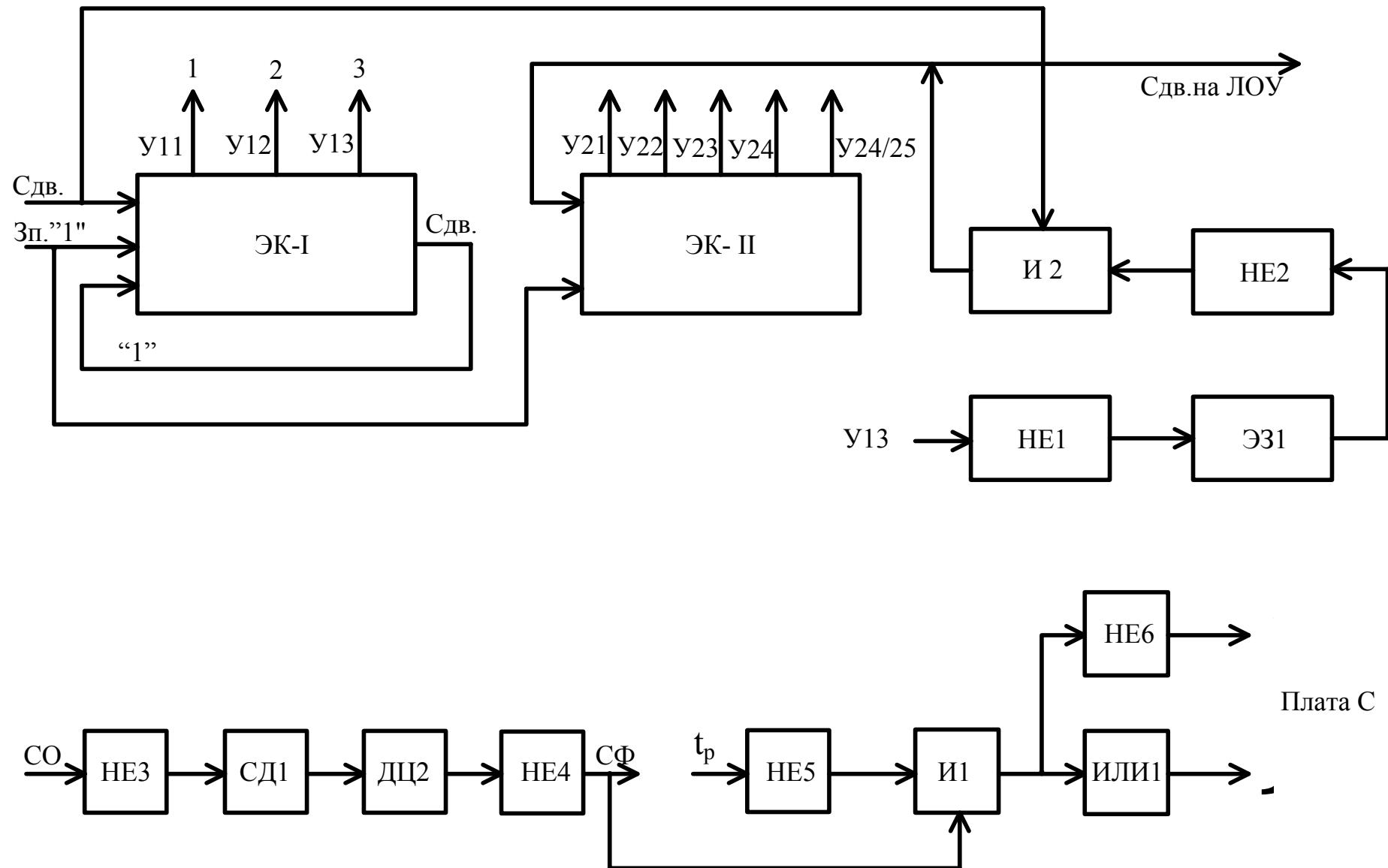


Рисунок 6.11. Функциональная схема платы А-2

ГАК-I и ГАК-II 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-I и ГАК-II, равно $4 \times 12 = 48$, что позволяет избирательно обращаться 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 $t_i=0,15$ мкс. На выходе УНД будет импульс с $t_i=0,8$ мкс и $U_m=2$ 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 СИ. 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 дискрете дальности (то есть в ЗЭ с порядковым адресным номером, на «1» меньшим номера данного ЗЭ).

6.2.6. Функциональная схема платы С

Плата С предназначена для сопряжения ламповой РЛС с цифровым БОП, а также выхода последнего – с индикаторами РЛС.

Она состоит из четырех независимых узлов (рисунок 6.13):

- 1) канала линейного стробирования (КЛС);
- 2) ограничителя амплитуды (ОА) ВС;
- 3) ОА посадочных видеосигналов (ПВС);
- 4) ОА ЗИ.

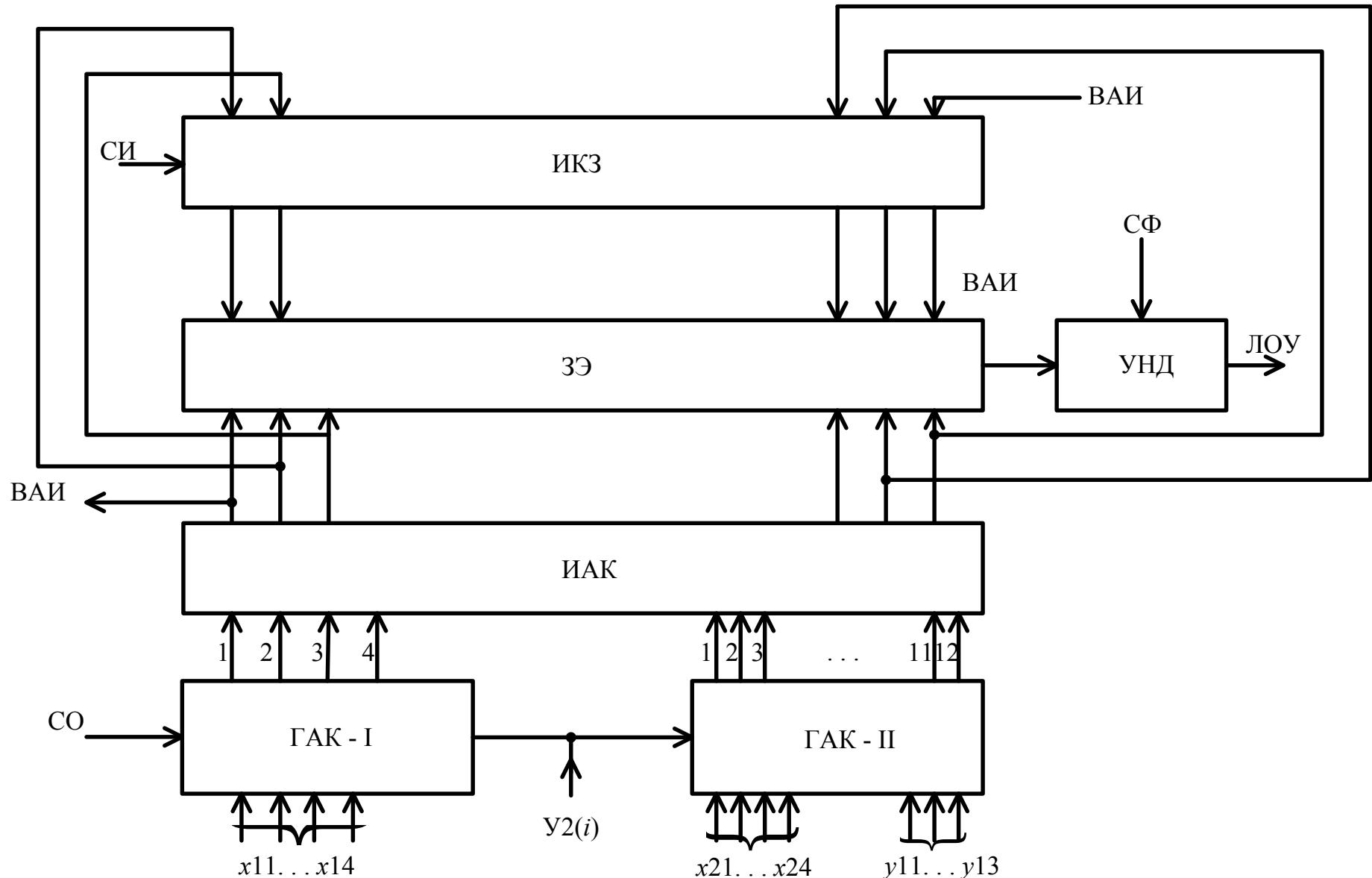


Рисунок 6.12. Функциональная схема платы 3С

Канал линейного стробирования

КЛС представляет собой устройство, выполняющее завершающую операцию по очистке сигнала от помех – логическое перемножение входного ВС и извлекаемого из ЗУ БОП очищенного сигнала. Если происходит временное совпадение этих сигналов, то на выход схемы И1 проходит импульс, амплитуда которого пропорциональна амплитуде входного ВС. С выхода приемника ПРЛ ВС поступают во входную RC цепь, которая пропускает на ЭП1 только импульсные сигналы с высокой прямоугольностью. После ЭП1 ВС 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 ДКП, подается на ключ И1, представляющий собой линейный стробирующий каскад, управляемый выходными очищенными импульсами, поступающими из ЛОУ БОП. Стробированные сигналы проходят через ЭП2, ЭП3 и ЭП4 на индикатор ПРЛ.

Ограничители амплитуды ВС и ПВС

ОА1 ВС и 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.

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 ЗИ

ОА3 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.

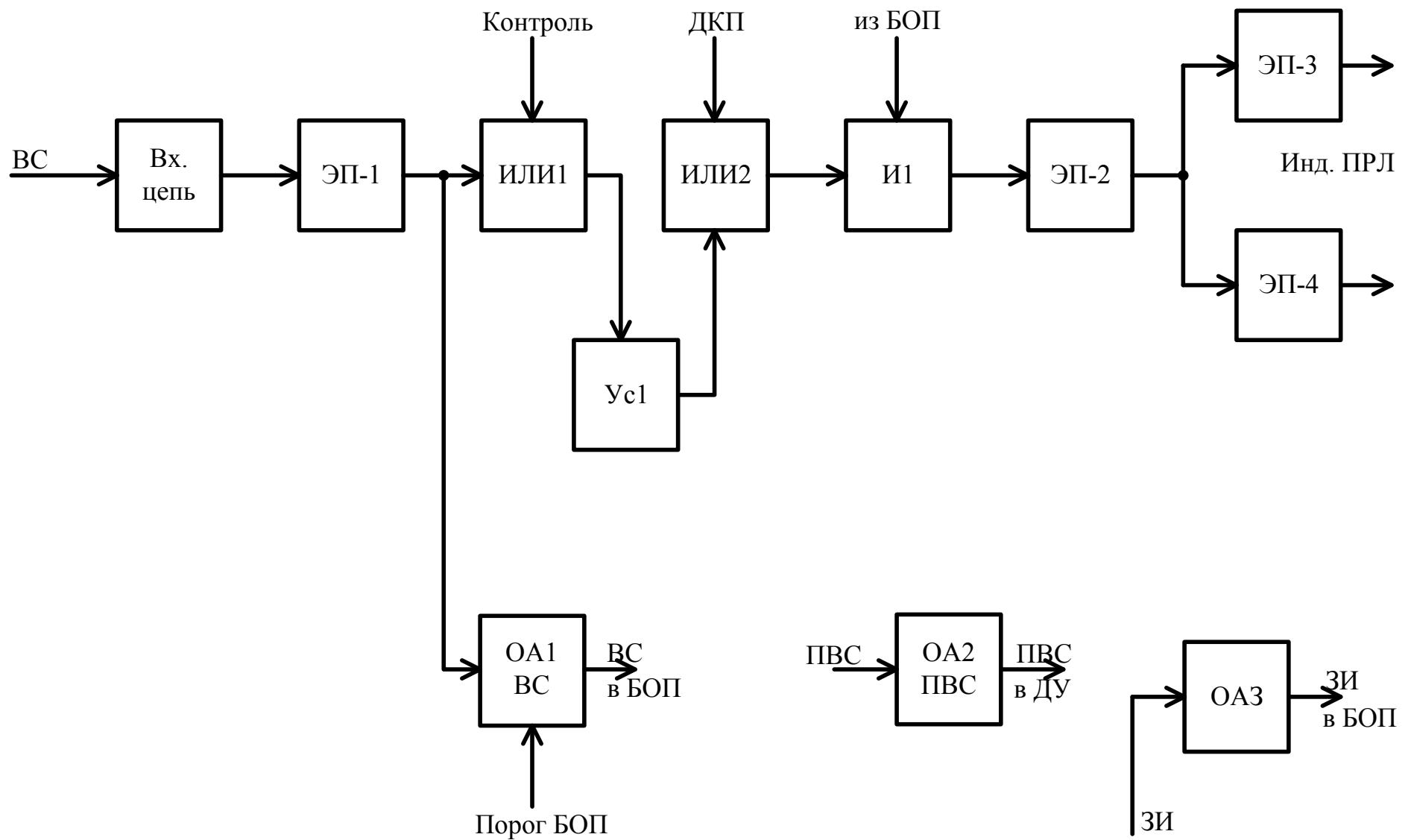


Рисунок 6.13. Функциональная схема платы сопряжения

6.2.7. Функциональная схема декодирующего устройства

ДУ предназначено для выдачи на ИКГ декодированных ответных сигналов с самолетного ответчика. Источником сигналов для ДУ служит наземный приемник ответчика. Функциональная схема ДУ приведена на рисунке 6.14. ДУ 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 ВС через НЕ1 поступает в НЛЗ. Импульсные ВС, задержанные на 6, 7, 9, 13 и 15 мкс, поступают на выход линии.

Пройдя через ЭП1-ЭП4, они поступают на ключи И3 и И4, И5, в которых выполняется совпадение ответных сигналов. На выходе И4 будут декодированные ответные сигналы ОПОЗНАВАНИЕ, на выходе И5 – ШАССИ ВЫПУЩЕНО. После селекции в СД1 и СД2 декодированный сигнал запускает соответственно НД1 и НД2, вырабатывающие стандартные импульсы длительностью 1,5 мкс и 7 мкс, которые через ИЛИ2, НЕ5 и формирователь Ф2 поступают на ИКГ.

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

- если они совпадают с импульсом мультивибратора МВ1 ($\tau_u \leq 33$ 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 ($\tau_u \leq 33$ мкс). Это позволяет подавить ложные ответные сигналы, полученные за счет боковых лепестков передающих антенн на малых удалениях до цели (менее 5 км).

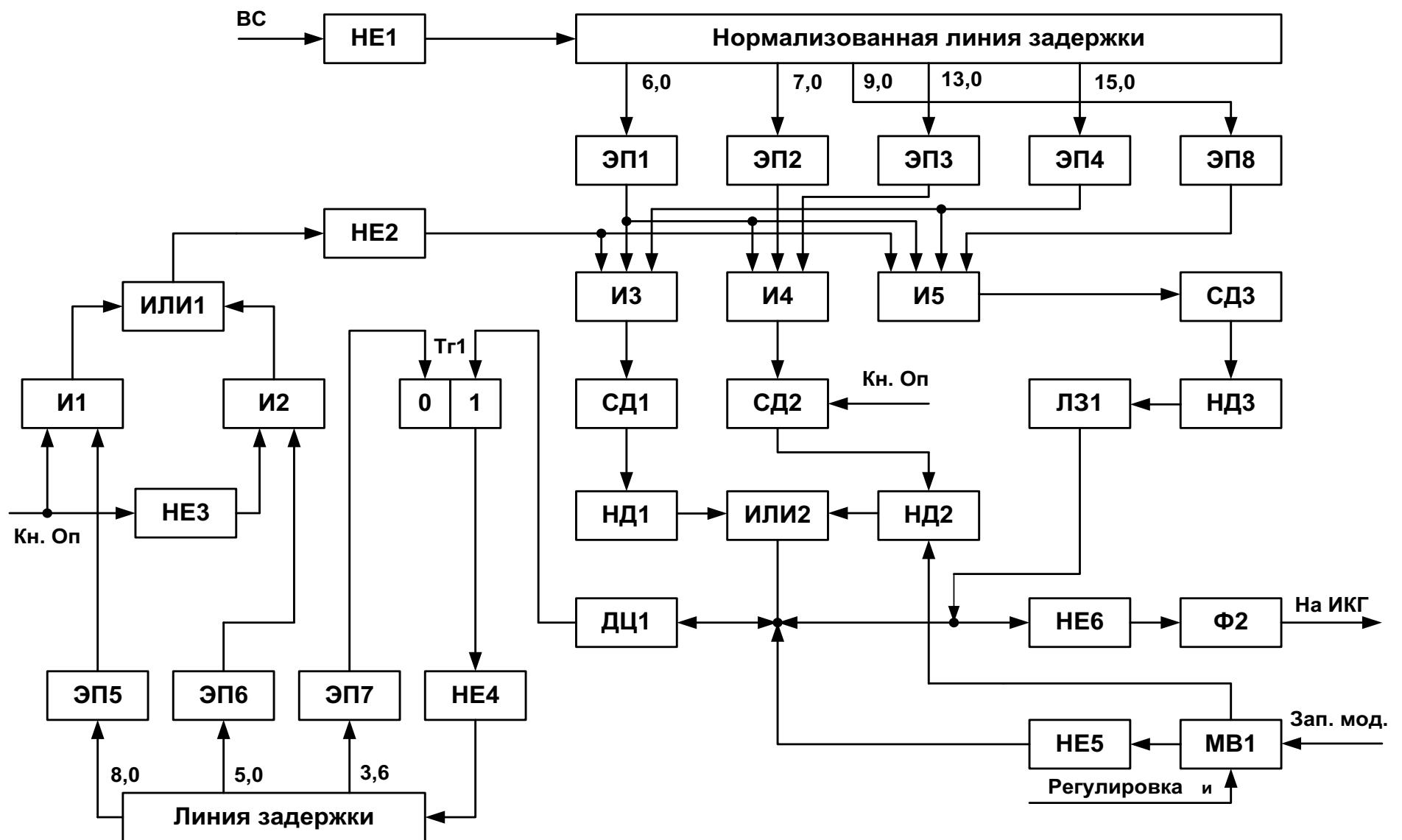
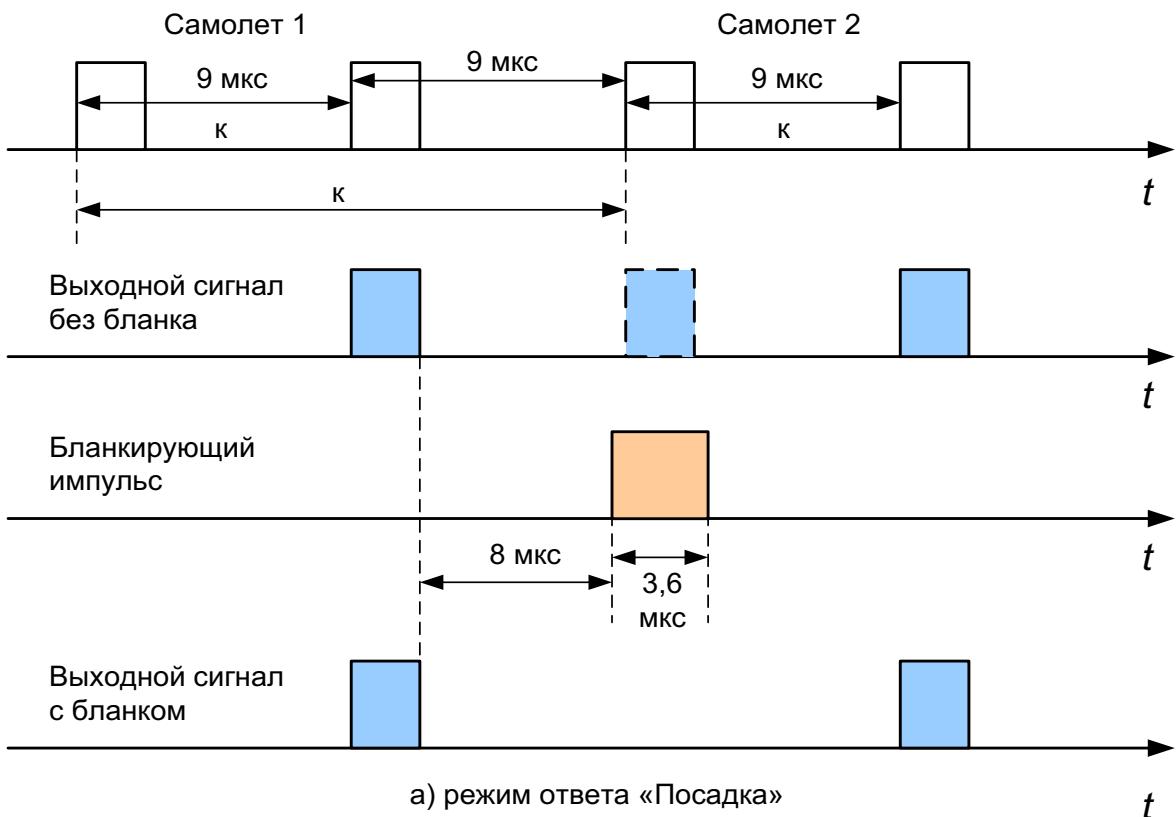


Рисунок 6.14. Функциональная схема ДУ

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

Длительность бланкирующего импульса определяется триггером Тг1. Импульс с выхода ИЛИ2 укорачивается в дифференцирующей цепи ДЦ1 и меняет состояние триггера. Единичный импульс с Тг1 через 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 И3, 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

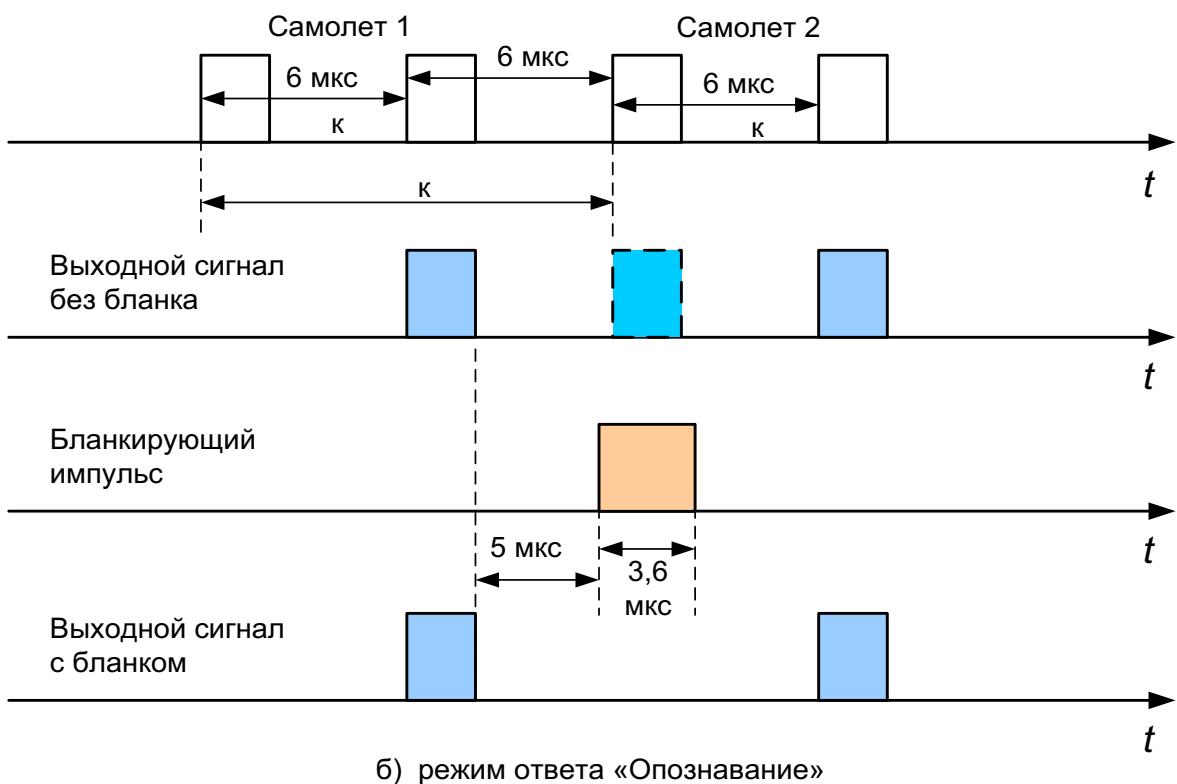


Рисунок 6.15. Временные диаграммы в ДУ

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);
- 3) блок-схема модернизированного БОП имеет вид, показанный на рисунке 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 рисунке 6.17. ПО 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 (С3)), стробы считывания (СС), контрольные сигналы для проверки исправности БОП.

Временные диаграммы, поясняющие принцип работы узла синхронизации, приведены на рисунке 6.20.

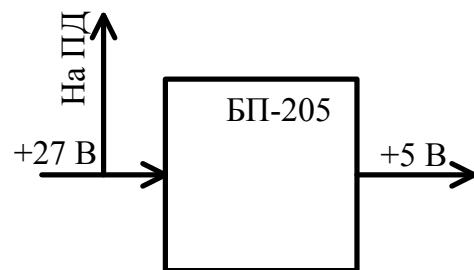
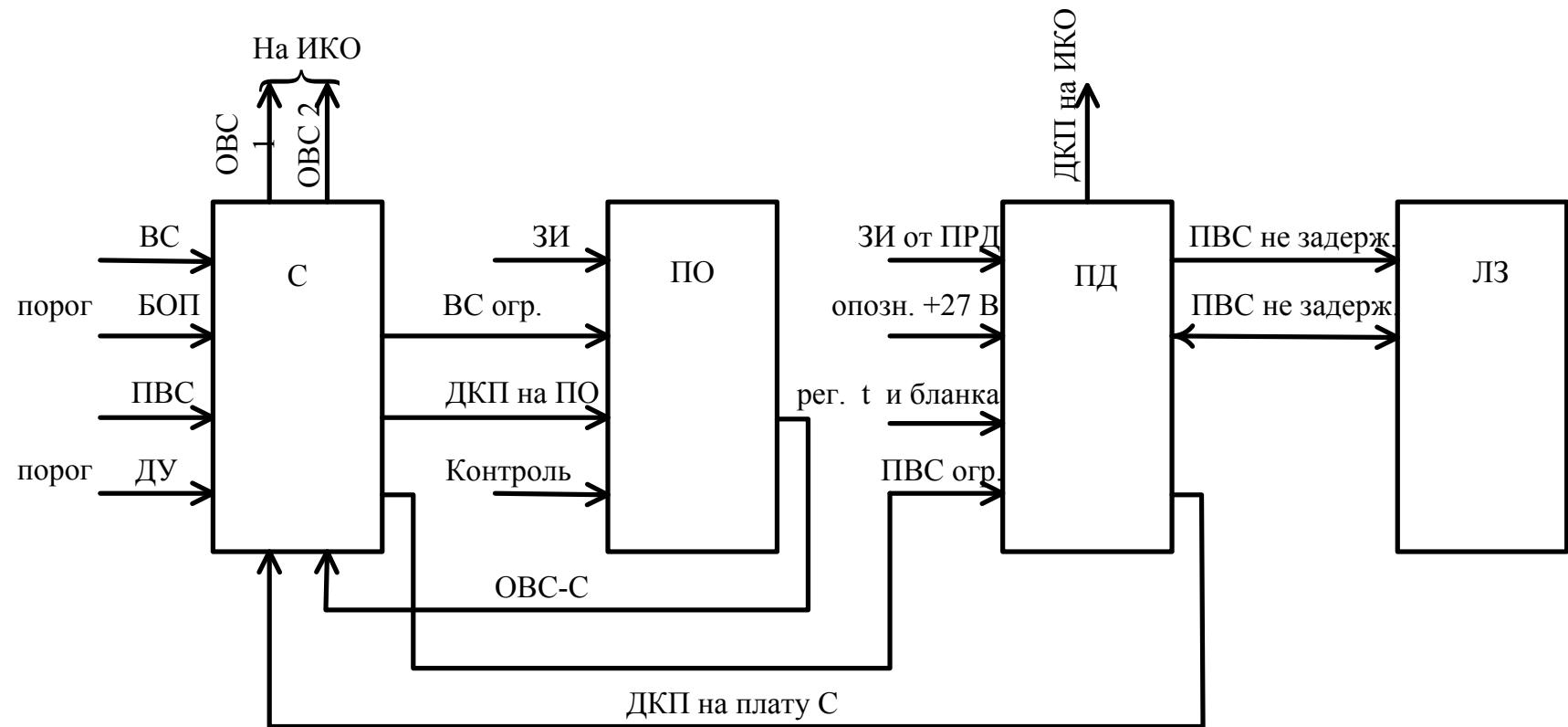


Рисунок 6.16. Блок-схема БОП в модернизированном исполнении

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 Тг1. С переходом 11-го разряда в состояние «0» отпирается 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, 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 (рисунок 6.20) 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 Сч.2 из состояния «1» в «0» и наоборот, а также моментами прихода ЗИ.

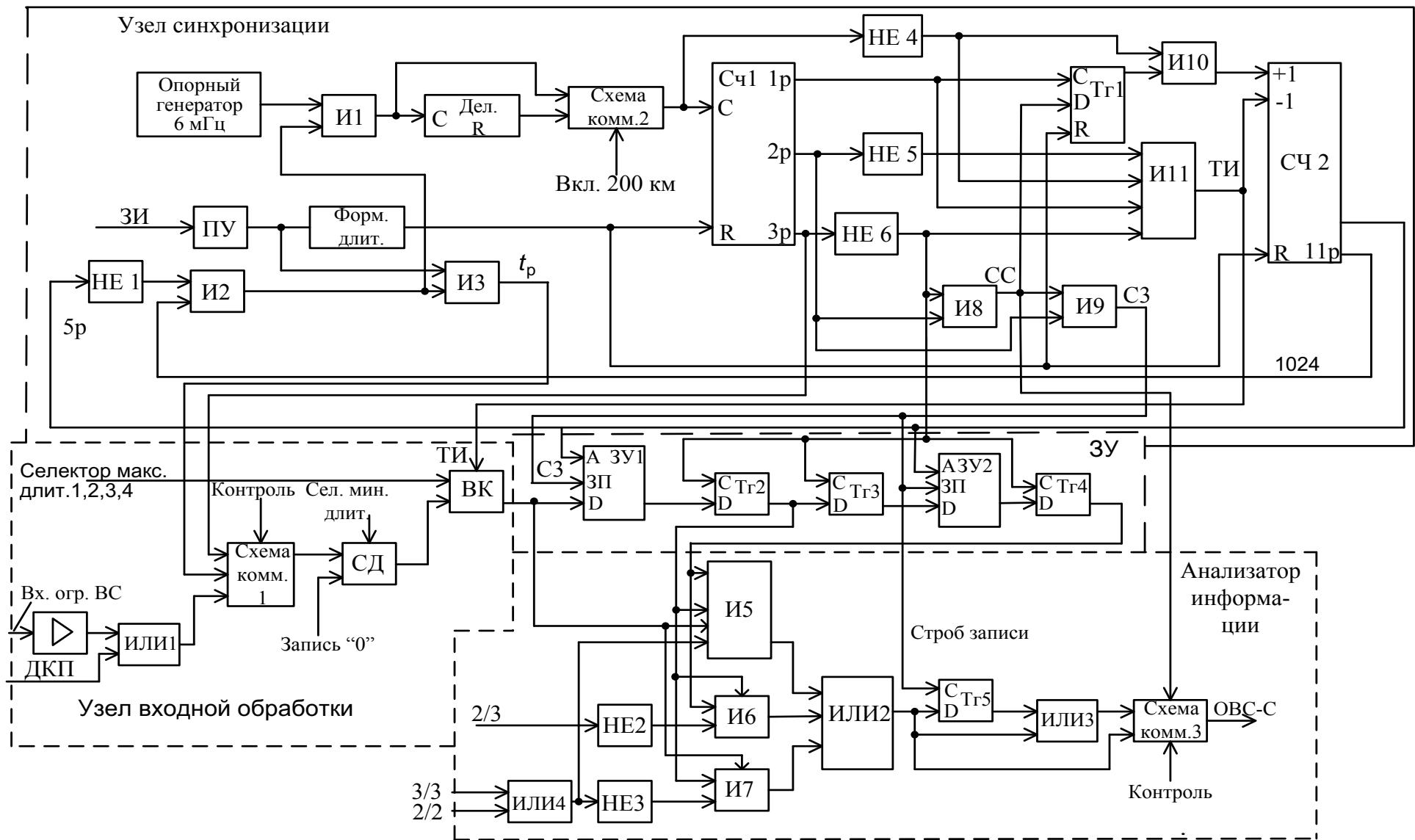


Рисунок 6.17. Функциональная схема ПО

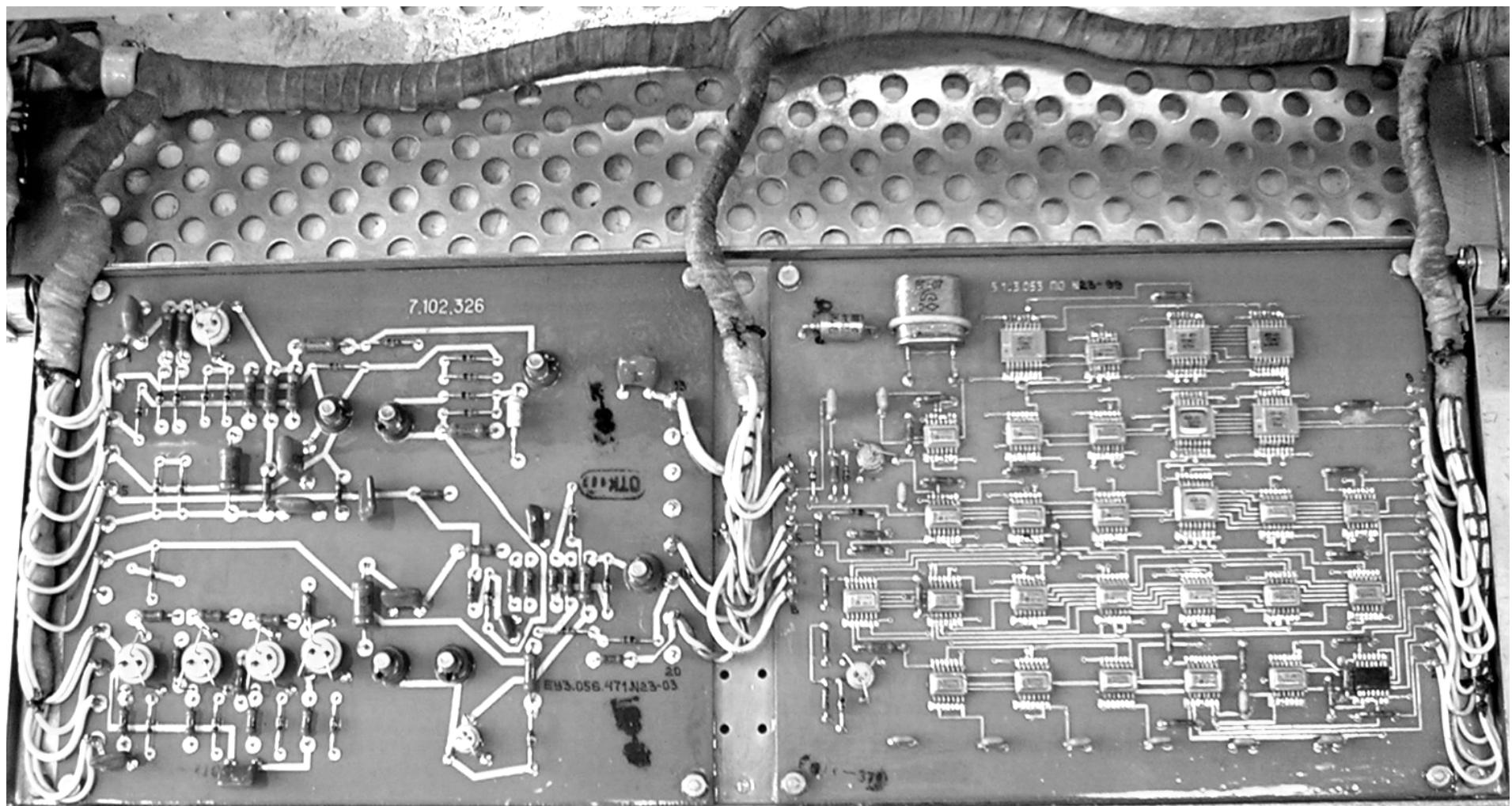


Рисунок 6.18. Конструкция ПО модернизированного БОП

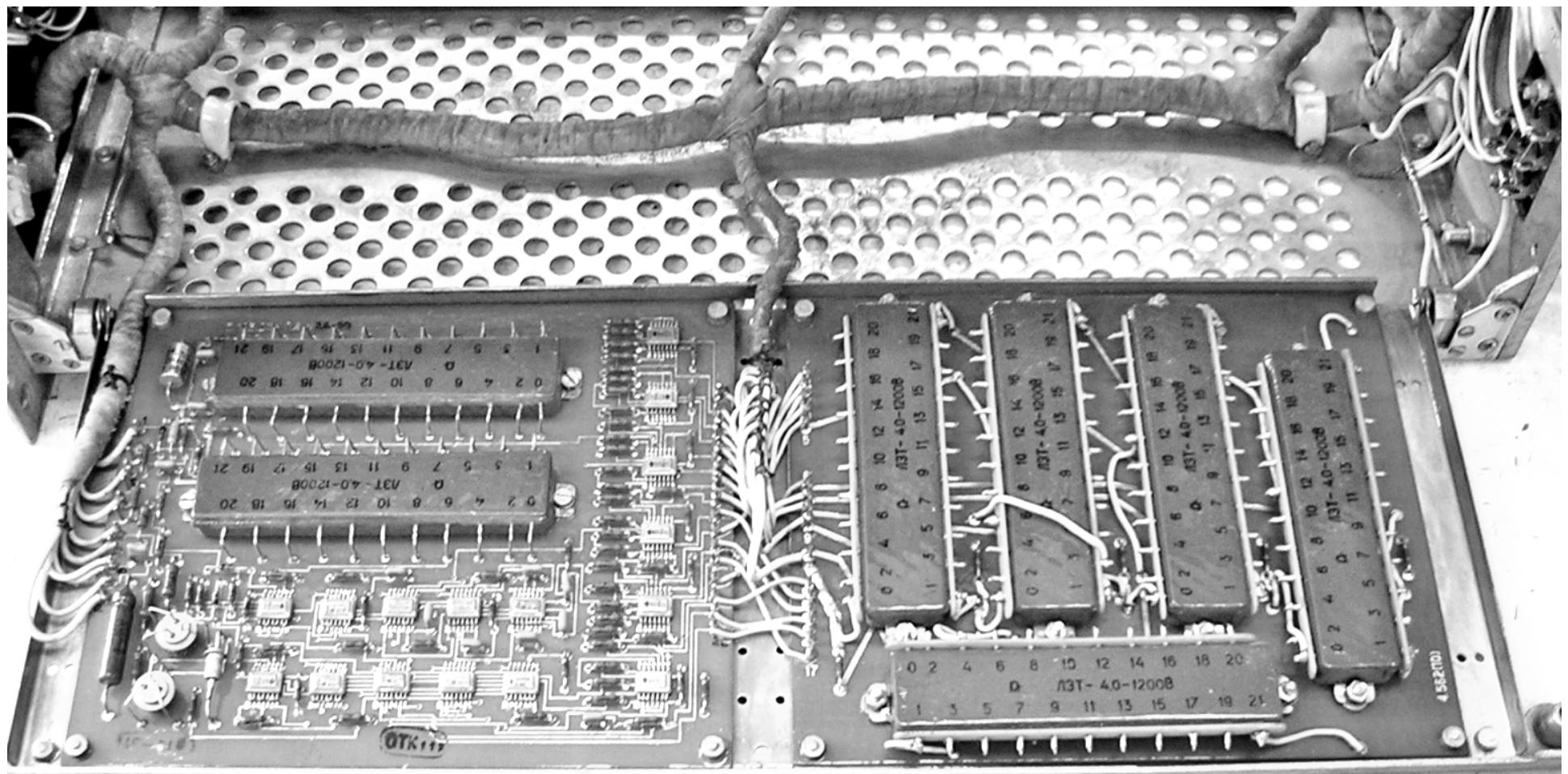


Рисунок 6.19. Конструкция ПД и ЛЗ модернизированного БОП

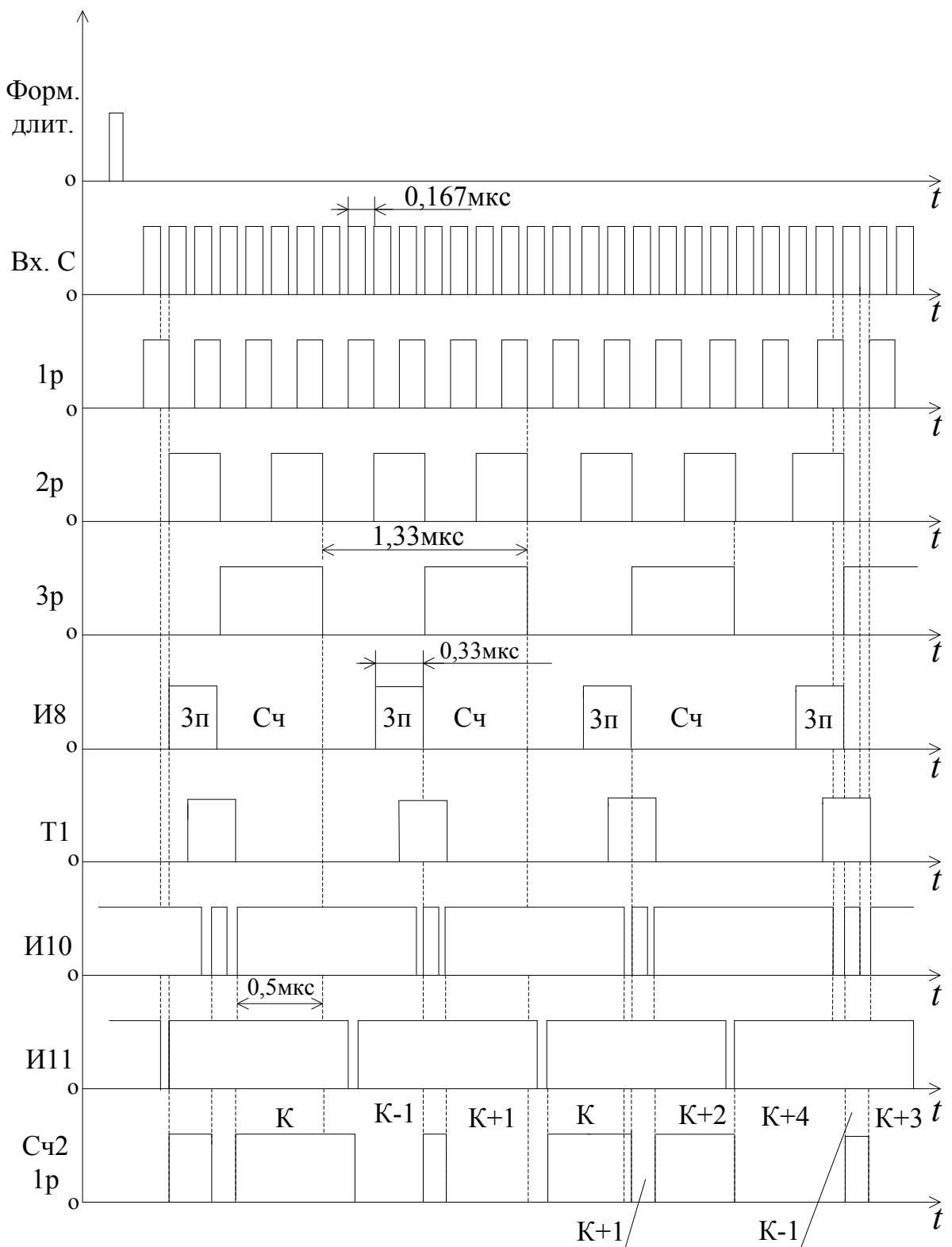


Рисунок 6.20. Временные диаграммы работы узла синхронизации

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 дискрета (кванта дальности), разбивает ВС на временные интервалы, равные $(1\dots4)\tau_d$. Одновременно с этим решается задача селекции ВС по максимальной длительности. Режим работы ВК определяется переключателем с передней панели БОП (Селектор макс. длит. 1, 2, 3, 4, ОТКЛ.). Синхронизация ВК выполняется ТИ с И11.

Запоминающее устройство выполнено из двух ЗУ1, ЗУ2, триггеров T2, T3, T4. Запись ВС и ДКП с ВК в ЗУ1 и ЗУ2 выполняется импульсами строб записи (С3) адресных последовательностей с выхода Сч.2, считывание задержанных ВС осуществляется по сигналам СТРОБ СЧИТЫВАНИЯ (СС), а также адресных последовательностей Сч.2. Каждое из ЗУ обеспечивает задержку на период повторения T_i . По истечении $t = T_i$ 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, 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 ПО. В режиме «Контроль» в качестве контрольного сигнала в БОП используется импульсный сигнал третьего разряда счетчика Сч.1. 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 (рисунок 6.21) расположены следующие 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 модернизованных блоках 200, 400 км); потенциометр ПОРОГ-БОП (выбор порога ограничения ВС в плате С). Кроме того, на передней панели размещены сигнальные лампы НОРМА, АВАРИЯ, сигнализирующие о функциональном состоянии БОП, а также предохранители.

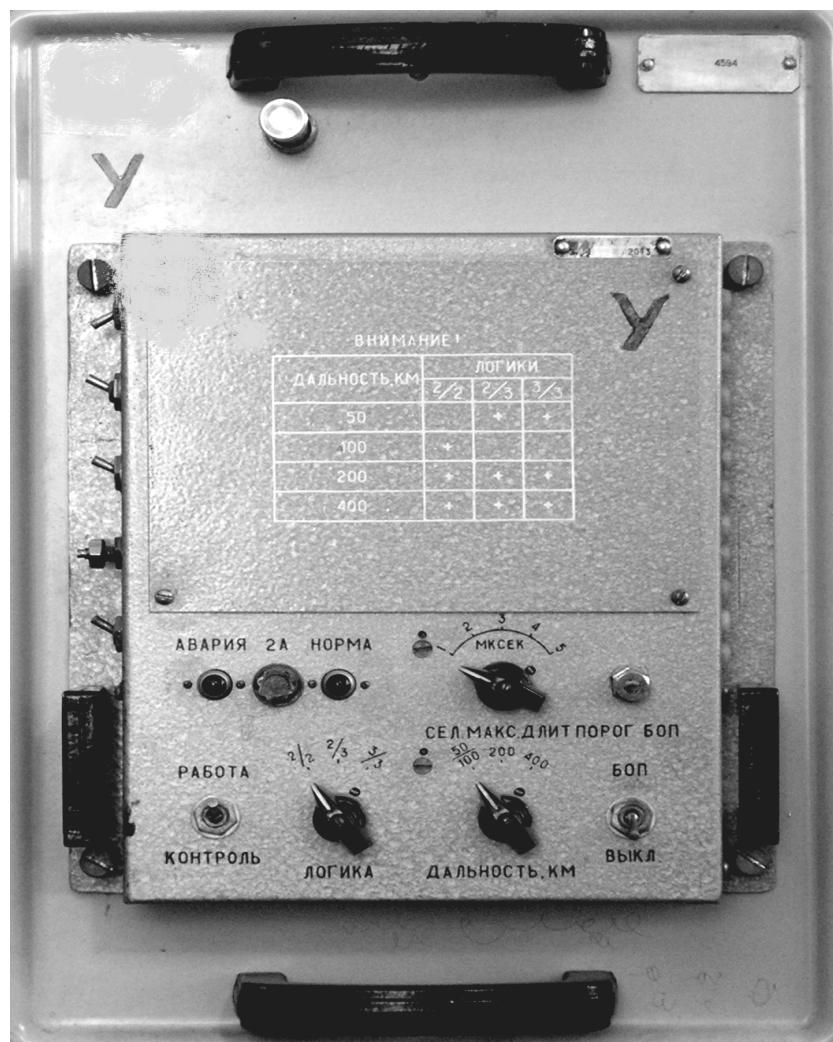


Рисунок 6.21. БОП

Контрольные вопросы к главе 6

1. От каких помех выполняется очистка в БОП?
2. В чем состоит принцип очистки от НИП и ХИП?
3. Какие логики очистки можно применять в различных режимах 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. Каков принцип работы А1 и А2?
9. Зачем в плате ДШ нужны схемы бланкирования и скользящего бланка?
10. Особенности построения ЗУ БОП в отличие от ЗУ в БОСТ ДРЛ.
11. Является ли БОП универсальным блоком?

7. Аппаратура защиты ПРЛ-6М2 от пассивных помех

7.1. Основные сведения об аппаратуре защиты ПРЛ-6М2 от пассивных помех

Методы и средства защиты от пассивных помех, реализованные в ПРЛ-6М2. Защита ПРЛ-6М2 от различного рода помех основана на комплексном использовании методов и средств защиты от помех (таблица 7.1). В основу всех способов защиты положено какое-либо различие в параметрах полезного сигнала и помехи. Основу методов защиты ПРЛ-6М2 от пассивных помех составляют различные методы селекции, в частности, поляризационная селекция, пространственная селекция, частотная селекция, амплитудная селекция, селекция по T_i , селекция по τ_i и селекция по доплеровской частоте. Часть методов защиты от помех в ПРЛ-6М2 реализована в блоке БОП, часть – в компенсирующем устройстве КУ-02.

Таблица 7.1

Методы защиты от помех	Средства защиты от помех
I. Предотвращение перегрузки ПРМ: 1) схема АРУ 2) МАРУ 3) ВАРУ	УВЧ на ЛБВ УПЧ-Л ПУПЧ с ВАРУ
II. Селекция: 1) поляризационная 2) пространственная 3) частотная 4) амплитудная 5) по T_i 6) по τ_i 7) по частоте Доплера	АВС, поляризационные решетки АВС ПРД, гетеродин БОП БОП БОП КУ-02
III. Оптимальная обработка сигналов-согласованный прием	УПЧ-Л

Для защиты любой РЛС от пассивных помех в настоящее время применяются способы, основанные на доплеровской селекции полезных сигналов. К техническим средствам, которые реализуют такие способы, можно отнести системы селекции движущихся целей (СДЦ). Системы СДЦ различных РЛС могут отличаться по принципу построения друг от друга и в соответствии с этим делятся на две группы. К первой группе относятся системы СДЦ, построенные по принципу выделения и накопления сигналов от движущихся целей –

фильтровые СДЦ. Ко второй можно отнести системы СДЦ, построенные по принципу режекции и подавления сигналов от неподвижных целей – системы череспериодной компенсации сигналов (ЧПК). Эффективным средством защиты ПРЛ от пассивных помех являются поляризационные решетки. В основу их работы положены различия в поляризационных свойствах полезных сигналов и помех.

Назначение, состав и технические данные КУ-02

Компенсирующее устройство КУ-02 служит для подавления сигналов, отраженных от неподвижных и малоподвижных целей (холмы, здания, гидрометеоры, облака дипольных отражателей и т.п.) и дает возможность наблюдать на экране индикатора только движущиеся цели. Кроме того, КУ-02 формирует запускающие импульсы для синхронизации всего ПРЛ-6М2.

Основные характеристики КУ-02:

- 1) период повторения запускающих импульсов – 416/500 мкс;
- 2) амплитуда запускающих сигналов – 40 В;
- 3) кратность ЧПК – однократная или двухкратная.

КУ-02 состоит из следующих блоков:

БЧВ-021 – блок череспериодной компенсации по видеотракту;

БЧК-021 – блок череспериодной компенсации;

БУ-021 – блок усреднения;

БКИ-021 – блок компенсатора импульсный;

БАК – блок автоматического контроля (БКС – блок контрольного сигнала в новых РСП);

БП-127 – блок питания.

Первые четыре блока размещены в стойке СКУ-02, остальные – в стойке ССФ.

Характеристики видеосигналов:

амплитуда сигналов на входе $-2 \pm 0,3$ В;

амплитуда сигналов на выходе – 8 В;

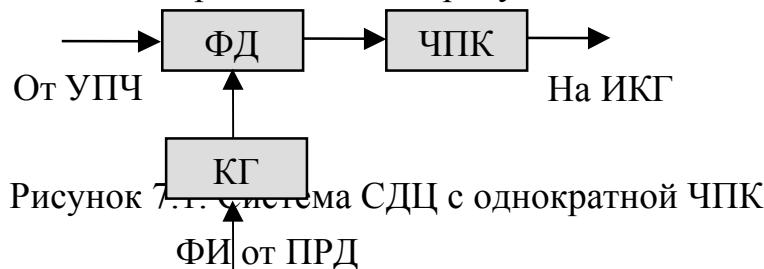
длительность переднего фронта на выходе – не более 0,4 мкс;

величина нескомпенсированного сигнала, измеренная по постоянному контролльному сигналу относительно переменного контрольного сигнала – не более 10%.

Компенсирующее устройство формирует запускающие импульсы ЗИ КОММ. и ЗИ 2180 ($F_i=2180$ Гц). Амплитуда ЗИ должна быть не менее 40 В, длительность 1 мкс. Питание аппаратуры КУ-02 осуществляется от стабилизированных источников питания +250 В, +150 В, -100 В, +10 В, +6,3 В.

Принцип СДЦ в ПРЛ-6М2

ПРЛ-6М2 в режиме СДЦ функционирует как квазикогерентная РЛС с внутренней когерентностью с системой СДЦ, построенной по принципу однократной ЧПК (двухкратной, при использовании универсального блока компенсирующих устройств (УБКУ). В системе СДЦ ПРЛ-6М2 реализованы аналогичные технические решения, характерные для СДЦ ДРЛ-6М2. Вместе с тем работа СДЦ ПРЛ-6М2 происходит при дополнительных требованиях к ней: более жесткие требования по надежной проводке ВС, заходящих на посадку; надежное обнаружение ВС на фоне метеообразований ($P_{no}>0,9$); надежное обнаружение ВС, находящихся в зоне четвертого разворота при выполнении захода на посадку по "коробочке". Упрощенная структура системы СДЦ с однократной ЧПК представлена на рисунке 7.1.



Структурная схема ЧПК с девобуляцией периода повторения импульсов приведена на рисунке 7.2.

За счет применения двух линий задержек на $(T_{i2}-T_{i1})/2$ и $(T_{i2}+T_{i1})/2$ (T_i – период повторения зондирующих импульсов) и коммутатора К, поочередно подключающего к входу вычитающего устройства выход линии задержки, решается задача ЧПК при девобуляции периода повторения. Достоинством такой схемы является ее функциональная простота построения.

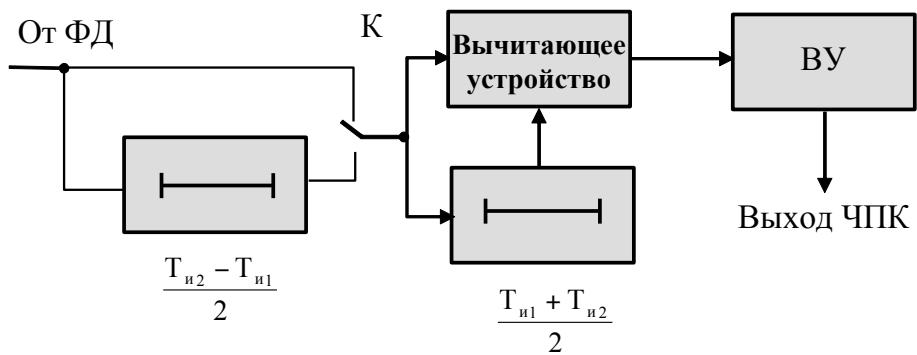


Рисунок 7.2. Схема однократной ЧПК с девобуляцией T_i

Принцип усреднения периода повторения поясняет рисунок 7.3.

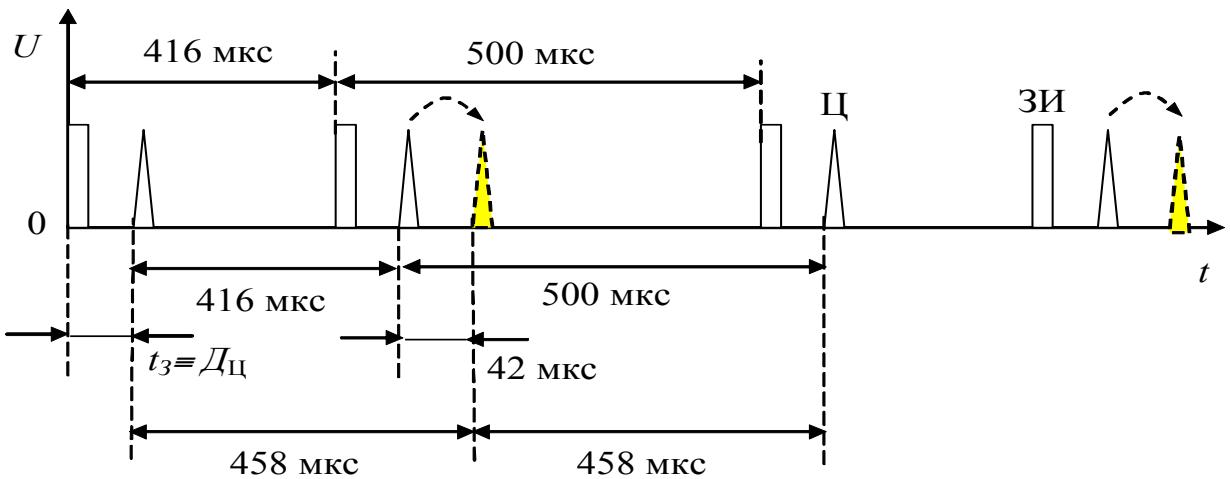


Рисунок 7.3. Принцип усреднения периода повторения

7.2. Особенности структурной схемы КУ-02

На рисунке 7.4 приведена структурная схема КУ-02. Канал СДЦ ПРЛ-6М2 построен по аналогичной с ДРЛ-6М2 схеме, поэтому ограничимся уточнением некоторых особенностей и основных отличий канала СДЦ ПРЛ-6М2 от КУ-01.

Основная задача КУ состоит в череспериодном вычитании всех импульсов входного сигнала с учетом вобуляции периода следования импульсов: $T_{i1}=416$ мкс, $T_{i2}=500$ мкс.

В БУ-021 входной видеосигнал в длинном периоде ($T_{i2}=500$ мкс) задерживается на 42 мкс в УЛЗ, а в коротком ($T_{i1}=416$ мкс) сигнал проходит без задержки по прямому каналу. Блок стробируемых каскадов (БСК) осуществляет поочередное подключение сигналов к выходу прямого и задержанного каналов БУ-021 в соответствии со стробами ПК и ЗК. Таким образом, с выхода

первого канала обработки (с выхода БУ-021) отраженные импульсы любой цели следуют со средним периодом повторения $T_{и}=(T_{и1}+T_{и2})/2=458$ мкс, т.е. осуществляется усреднение периода следования импульсов.

Для эффективной работы КУ-02 по череспериодной компенсации сигналов неподвижных целей необходимо выполнить два условия:

- обеспечить равенство коэффициентов усиления прямого и задержанного каналов;
- обеспечить, чтобы время задержки сигналов задержанным каналом было строго равно среднему периоду повторения импульсов.

Поскольку УЛЗ не обладает высокой стабильностью задержки ($\tau_{зад}$ зависит от изменения давления, температуры, влажности, старения), то конструкторами принято следующее инженерное решение: УЛЗ используется в КУ-02 и для задержки полезного сигнала, и для формирования импульсов запуска со средним периодом повторения 458 мкс.

Для поддержания равенства коэффициентов усиления усилителей задержанного и прямого каналов применяется схема автоматического выравнивающего устройства (АВУ) по контрольным сигналам, формируемым в БАК.

Таким образом, с помощью БУ-021 и БЧК-021 осуществляется усреднение периода следования отраженных импульсов и их ЧПК для усредненного периода. На выходе вычитающего устройства сигналы отраженные, от неподвижных целей, оказываются уже подавленными.

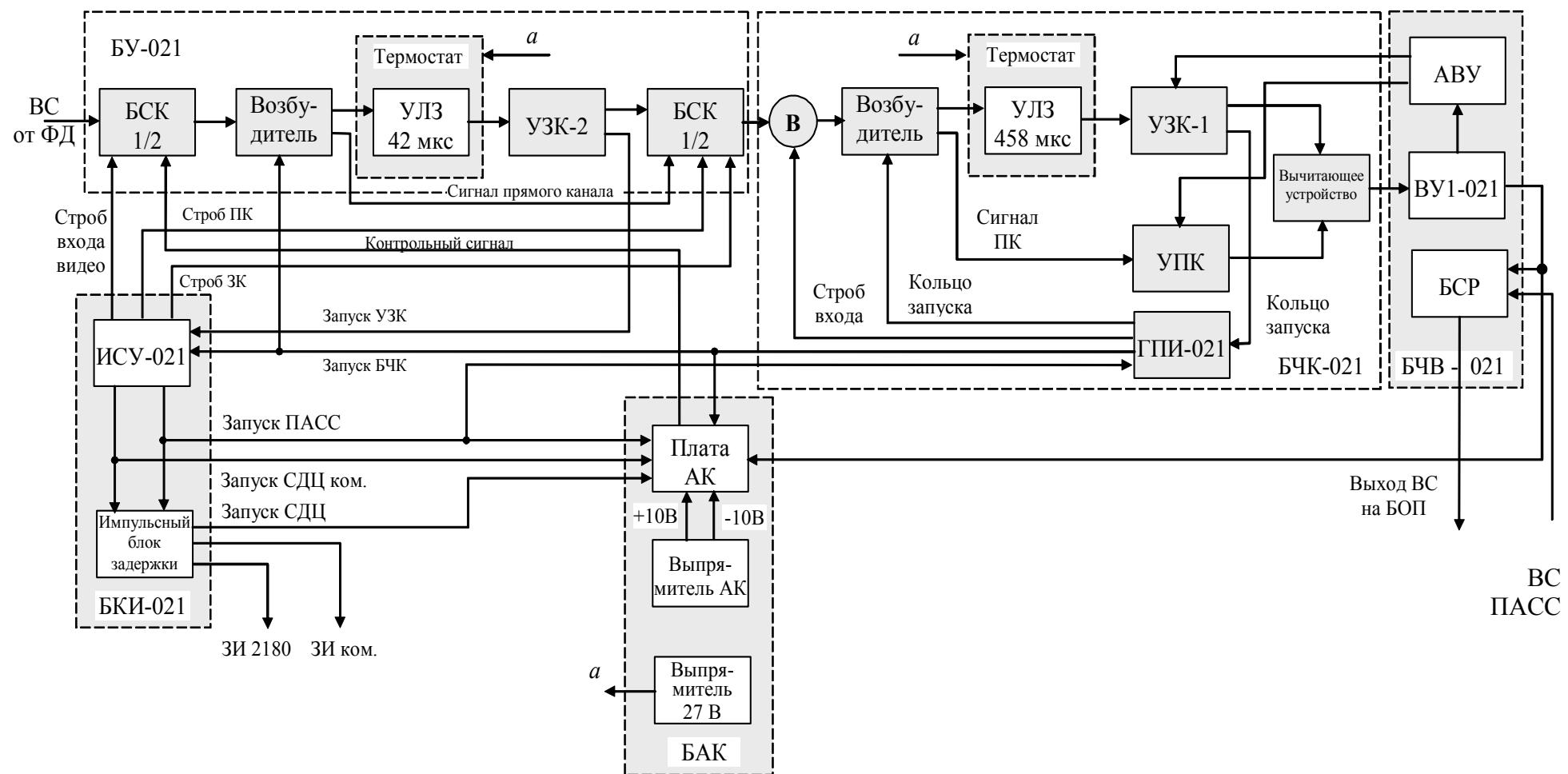


Рисунок 7.4. Структурная схема КУ-02

Генератор пусковых импульсов (ГПИ-021) выполняет первичную задачу по формированию ЗИ для ПРЛ-6М2 в режимах СДЦ и СДЦ+ПАСС. Он работает в режиме автогенератора с внешней самосинхронизацией собственными импульсами, задержанными в УЛЗ. За счет этого достигается равенство T_i импульсов запуска и $t_{ЗАД}$ ВС.

БАК предназначен для формирования контрольных сигналов (КС) в каждом T_i , имитирующих сигналы неподвижных и движущихся целей. По этим сигналам проверяется работоспособность и выполняется автоматическая настройка КУ-02. Для этих целей контрольный сигнал должен проходить тот же путь, что и полезный ВС. Задачу объединения ВС и КС выполняет БСК. АВУ работает по нескомпенсированному остатку контрольного сигнала неподвижной цели и управляет коэффициентами усиления усилителей прямого УПК и задержанного УЗК каналов. Поскольку формируемые сигналы в БАК располагаются вне рабочей дальности ПРЛ-6М2 (перед очередным импульсом запуска (после строба входа видео), а не после ЗИ (перед стробом входа видео), как в ДРЛ-6М2, то схема стробирования нужного импульса КС в АВУ имеет функциональные отличия от канала АВУ в КУ-01. Кроме того, КС в КУ-02 имеет длительность 13,5 мкс, а не 12 мкс, как в ДРЛ-6М2. Эти два обстоятельства являются еще одной особенностью построения КУ-02.

БКИ решает две задачи: формирует стробирующие сигналы КУ-02 и формирует выходные последовательности ЗИ.

В ПРЛ-6М2 имеется возможность одновременного использования сигналов амплитудного и фазового каналов, т.е. работать в режиме СДЦ +ПАСС, для чего в состав блока БЧВ-021 введен субблок БСР.

7.3. Функциональная схема БСР

Блок совмещения режимов (БСР) предназначен для реализации совмещенного режима работы ПРЛ-6М2 (СДЦ+ПАСС). Перед выходом на посадочный курс (при подходе к точке четвертого разворота) радиальная составляющая вектора скорости цели становится близкой нулю, система СДЦ не

сможет выделить цель, и на экране индикатора информация о цели будет потеряна. Возобновление наблюдения цели произойдет после прохода ею точки четвертого разворота. Следовательно, режим СДЦ в чистом виде для управления заходом на посадку применять нельзя. Участок наблюдения сигналов по дальности в режиме СДЦ выбирается в пределах от 4 до 15 км путем изменения длительности строба входа, формирующегося в БКИ-021.

Функциональная схема БСР приведена на рисунке 7.5. БСР состоит из двух основных частей:

- схемы формирования управляющего импульса;
- схемы объединения видеосигналов.

Схема формирования управляющих импульсов предназначена для формирования импульсов, определяющих протяженность прохождения на индикаторное устройство сигналов пассивного канала.

В схему формирования входят:

- инвертор (Инв.1) и вентиль (Вн.) на 1/2VL1;
- усилитель (У1) на VL2,, левая половина;
- мультивибратор (МВ) на VL3;
- буферный каскад (БК) на VL2, правая половина.

Схема объединения видеосигналов предназначена для совмещения сигналов пассивного канала с сигналами канала СДЦ. В нее входят:

- ключевая схема (КСх) на VL4;
- смеситель видеосигналов (СМ);
- инвертор сигналов канала СДЦ (Инв.2) на VL5, левая половина;
- усилитель (У2) на VL5, правая половина;
- выходной каскад (БК) на VL6.

С выхода БКИ-021 на вход вентиля схемы формирования БСР поступает дифференцированный импульс. Срез этого импульса определяет начало прохождения сигналов пассивного канала и конец прохождения видеосигналов СДЦ на смеситель в блоке БСР. Работой вентиля управляет импульсный

сигнал «Строб ЗК». При наличии этого сигнала дифференцированный импульс через вентиль и усилитель поступает на запуск мультивибратора. Мультивибратор формирует управляющие сигналы для прохождения видеосигналов пассивного канала только в периодах повторения $T_i=500$ мкс.

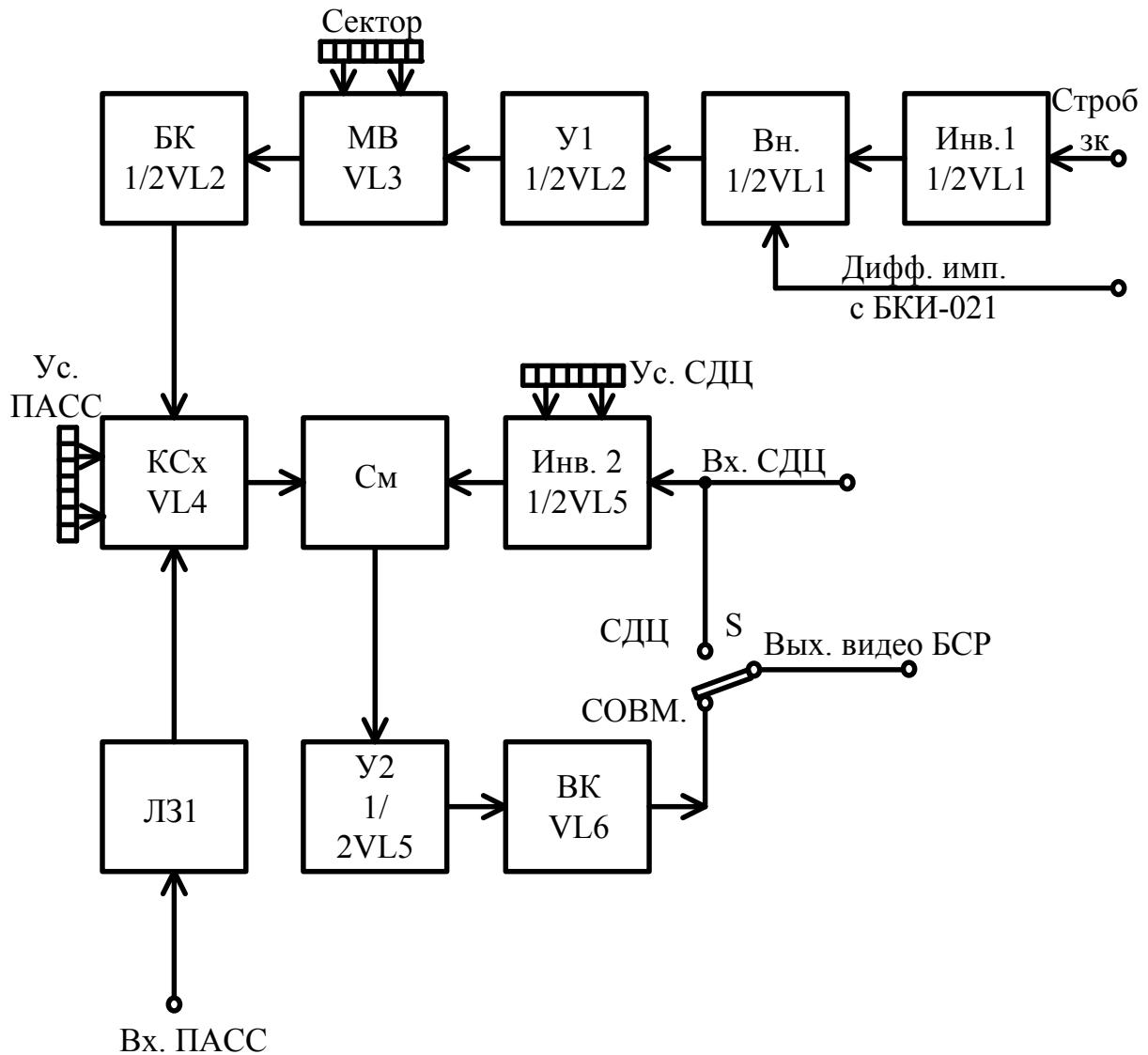


Рисунок 7.5. Функциональная схема БСР

Изменяя потенциометром СЕКТОР длительность выходного сигнала мультивибратора, можно регулировать величину интервала, на котором осуществляется совмещение сигналов режимов СДЦ и ПАСС. Импульсы мультивибратора поступают через буферный каскад на ключевую схему и управляют ее работой. Сигналы пассивного канала поступают на вход ключевой схемы через линию задержки ЛЗ1, осуществляющую временное согласование сигналов пассивного канала и канала СДЦ. Сигналы пассивного канала с выхода

ключевой схемы поступают на смеситель. С выхода смесителя сигналы СДЦ и ПАСС режимов через У2 и ВК поступают на выход блока при установке переключателя S в положение «СОВМ». Если установить переключатель S в положение «СДЦ», то видеосигналы СДЦ с выхода видеоусилителя ВУ-021 поступают на выход КУ-02, минуя БСР.

7.4. Унифицированный блок компенсирующих устройств

7.4.1. Общие сведения об аппаратуре УБКУ

По своему назначению, принципу функционирования унифицированный блок компенсирующих устройств (УБКУ) отличается от КУ-02 (КУ-01) элементной базой, конструктивным исполнением плат и некоторыми техническими характеристиками:

блок является унифицированным, так как может использоваться для работы в составе как ДРЛ, так и ПРЛ;

в блоке реализована схема двухкратной череспериодной компенсации сигналов (ЧПК);

линии задержки в устройствах ЧПК выполнены на приборах с зарядовой связью (ПЗС) (микросхемы 528БР2);

для повышения эффективности работы РСП в режиме СДЦ в блоке предусмотрена возможность работы с пятью частотами повторения.

Блок УБКУ обеспечивает:

подавление видеосигналов, отраженных от местных предметов;

совмещение видеосигналов амплитудного и фазового каналов, при работе блока в режиме СОВМ в составе ПРЛ;

формирование синхронизирующих импульсов для запуска передающих устройств ПРЛ и ДРЛ (ЗИ частый, ЗИ редкий), а также сигнала "Предзапуск" для синхронизации работы аппаратуры сопряжения.

Для включения того или иного периода повторения на коммутационном поле УБКУ необходимо установить соответствующие перемычки.

Основные технические данные блока: амплитуда видеосигнала фазового канала (ВС СДЦ) приемного устройства ДРЛ (ПРЛ) на входе блока –2 В; амплитудного канала ПРЛ (ВС ПАСС) – 8 В; амплитуда синхронизирующих импульсов ЗИ редкий, ЗИ частый, ПРЕДЗАПУСК – не менее 40 В, их длительность – 1,6 и 0,8 мкс в режимах ДРЛ и ПРЛ, соответственно; величина нескомпенсированного остатка – не более 10%. Периоды повторения УБКУ приведены в таблице 7.2.

7.4.2. Структурная схема блока УБКУ

Структурная схема УБКУ приведена на рисунке 7.6.

В состав блока УБКУ входят платы: синхронизатора (ПС), череспериодной компенсации (ЧПК), объединительная печатная плата (ОПП), выходных устройств (ПВУ-1), стабилизаторов (ПСТ-150), выпрямителей (ПВ-37), а также блок трансформаторов питания ТВ1…ТВ3.

Плата синхронизации вырабатывает сигналы для запуска передающих устройств ДРЛ и ПРЛ и аппаратуры сопряжения (ЗИ частый, ЗИ редкий, предзапуск), а также сигналы для управления работой плат ЧПК и контроля их состояния: $F_{\text{дискр.1}}$, $F_{\text{дискр.2}}$ – сигналы, управляющие работой дискретизаторов плат ЧПК, $F_{\text{ТАКТ}}$ – тактовые импульсы для линеек ПЗС, контр.сигн.ЧПК – контрольный сигнал для плат ЧПК. Сигналы дискретизации $F_{\text{дискр.1}}$, $F_{\text{дискр.2}}$ формируются из управляющих импульсных последовательностей $F_{\text{ТАКТ}}$ путем их деления на два и сдвигом относительно друг друга на $F_{\text{ТАКТ}}/2$. В режиме синхронизации схемой формирования ЗИ частый формируются изменяемые по периоду следования импульсы запуска ПРЛ. Из импульсов ЗИ частый в схеме формирования ЗИ редкий формируются импульсы для запуска ДРЛ.

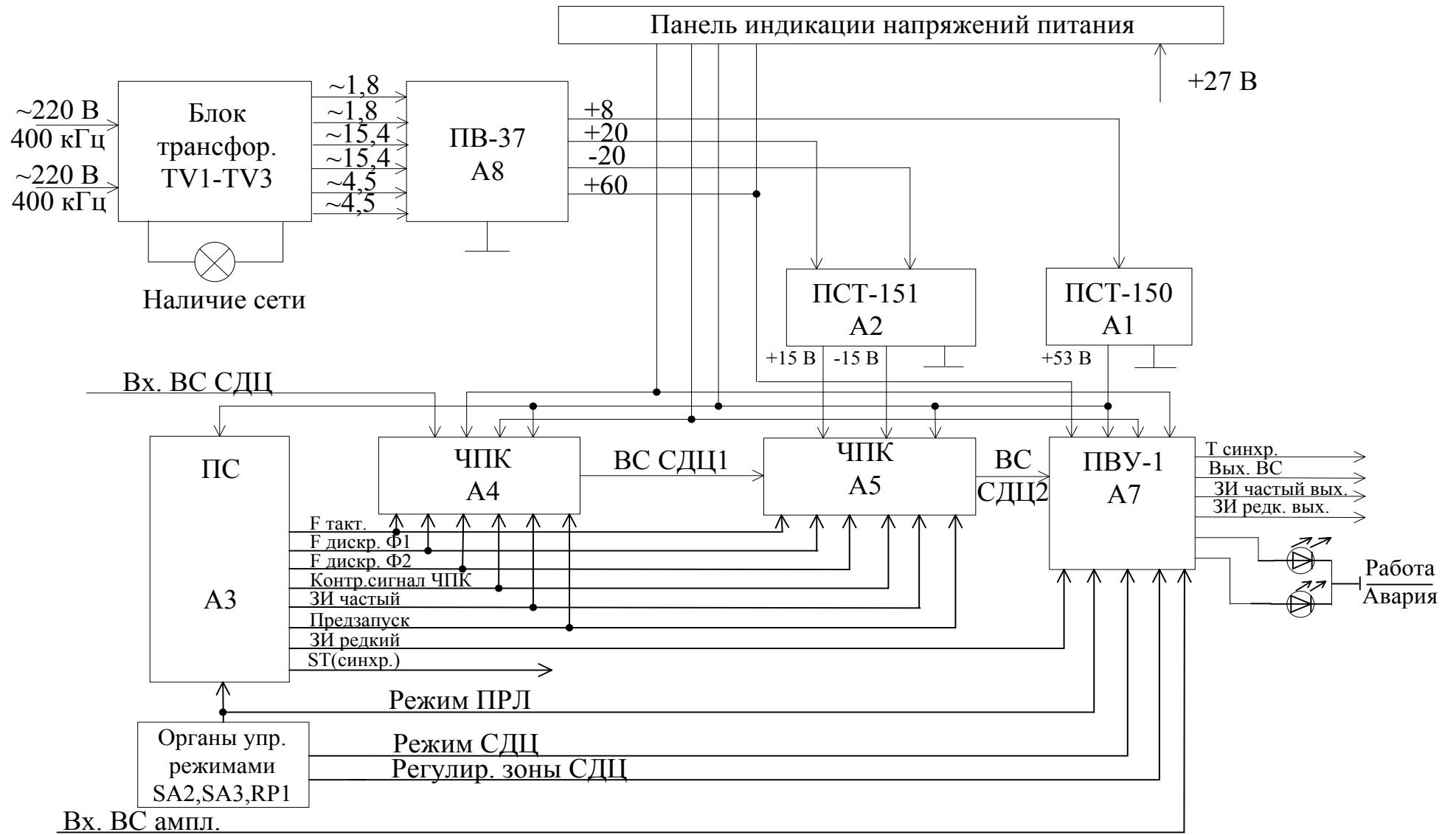


Рисунок 7.6. Структурная схема УБКУ

Платы ЧПК осуществляют компенсацию пассивных помех методом двухкратной череспериодной компенсации.

Для проверки функционирования плат ЧПК используется схема контроля. В режиме контроля формирователь контрольного сигнала плат ЧПК вырабатывает непрерывную последовательность из трех импульсов, первый импульс имитирует движущуюся цель и формируется 1 раз в 2000 мкс ($ЗИ_{СДЦ}$), второй и третий импульсы контрольного сигнала имитируют неподвижные цели – «местники». Эти импульсы формируются в каждом периоде 800/1200мкс ($ЗИ_{СДЦ\ комм.}$).

Плата выходных устройств осуществляет усиление запускающих сигналов, подаваемых для запуска передающих устройств и аппаратуры сопряжения, а также усиление ВС, снимаемых с вычитающего устройства платы ЧПК для подачи их на индикаторное устройство.

При работе блока УБКУ в режиме ПРЛ в плате ПВУ-1 происходит совмещение фазового и амплитудного каналов приемного устройства. Кроме того, в плате ПВУ-1 осуществляются оценка общего состояния блока УБКУ и выдача результатов этой оценки на внешние устройства контроля. Контроль работоспособности блока УБКУ осуществляется с помощью индикаторов РАБОТА и АВАРИЯ. Сигнал «Работа» выдается только в случае нахождения плат ЧПК в работоспособном состоянии и при наличии всех питающих напряжений.

Питание плат блока осуществляется напряжениями ± 5 В, ± 15 В, получаемых из первичного напряжения сети 220 В 400 Гц путем преобразования его в блоке трансформаторов TV1...TV3, выпрямления переменного тока сети в плате ПВ-37 и стабилизации напряжений в платах ПСТ-150 и ПСТ-151.

7.4.3. Функциональные схемы плат УБКУ

Функциональная схема платы синхронизации

Плата синхронизации предназначена для формирования:

импульсов запуска РЛС с вобуляцией периода повторения и возможностью выбора любого сочетания частот повторения из пяти возможных;

управляющих сигналов $F_{\text{ДИСКР.1}}$, $F_{\text{ДИСКР.2}}$, $F_{\text{ТАКТ}}$, обеспечивающих запись информации в линии задержки, построенных на приборах с зарядовой связью, и изменение времени задержки в ПЗС синхронно с изменением выбранных T_i запускающих импульсов;

стробирующих импульсов и контрольных сигналов для проверки работоспособности и настройки аппаратуры блока.

Плата обеспечивает работу блока УБКУ в режимах ДРЛ и ПРЛ. Функциональная схема платы приведена на рисунке 7.7. Рассмотрим работу ПС при формировании трех сигналов: управляющих сигналов для линий задержки плат ЧПК; импульсов запуска ДРЛ ЗИ редкий и ПРЛ ЗИ частый; контрольного сигнала.

Формирование управляющих сигналов для работы ПЗС осуществляется коммутатором ЗАПИСЬ-ХРАНЕНИЕ, счетчиком СТ с числом счета 2^{11} , дешифратором кода 1792 схемы формирования импульсов хранения ($F_{\text{ХРАНЕН.}}$). При формировании управляющих сигналов T_1 на вход счетчика СТ поочередно проходят через коммутатор ЗАПИСЬ-ХРАНЕНИЕ две последовательности импульсных сигналов. Частота следования импульсов сигнала, проходящего через коммутатор в режиме «Запись» с задающего генератора, остается постоянной во всех пяти возможных периодах повторения и равной 2,5 МГц для режима ДРЛ и 5 МГц для режима ПРЛ. Второй управляющий сигнал проходит через коммутатор в режиме «Хранение».

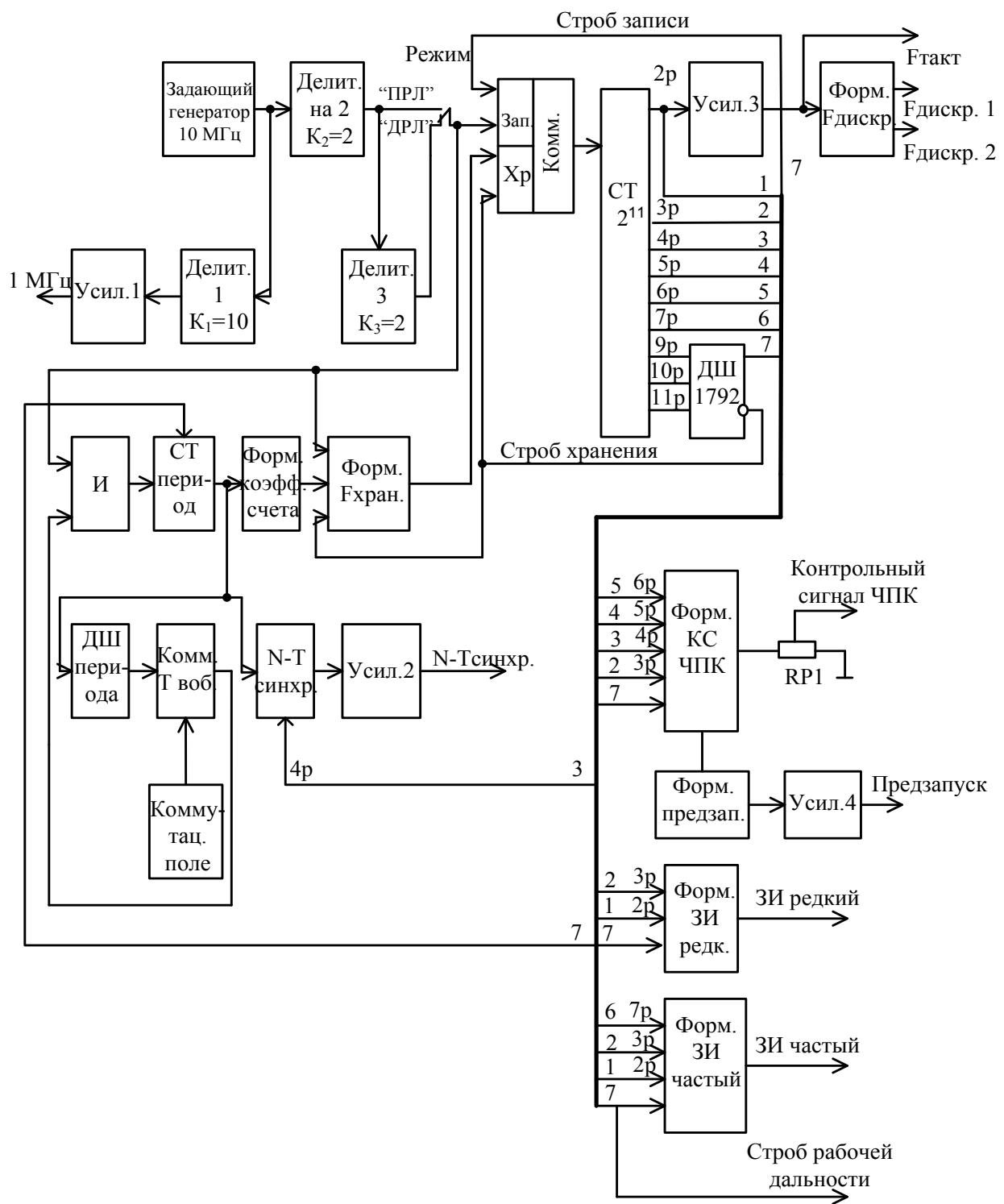


Рисунок 7.7. Функциональная схема ПС УБКУ

Он формируется в схеме формирования сигнала хранения $F_{ХРАНЕН.}$, представляющей собой счетчик с переменным коэффициентом счета (СПКС). Частота второго управляющего сигнала изменяется в соответствии с изменением периодов повторения. Коммутатор управляется сигналами «Строб записи» и

«Строб хранения», поступающими с прямого и инверсного выходов дешифратора кода 1792. Длительность сигнала, проходящего через коммутатор в режиме «Запись», определяется длительностью строба ЗАПИСЬ и составляет 716,8 мкс в режиме ДРЛ и 33858,4 мкс – в режиме ПРЛ. Как только на вход счетчика СТ поступает 1792-й импульс, на прямом выходе дешифратора кода 1792 устанавливается потенциал, запрещающий прохождение импульсов записи частотой 2,5 МГц (5 МГц для ПРЛ) через коммутатор и разрешающий работу схемы формирования $F_{ХРАНЕНИЯ}$. второго управляющего сигнала – импульсной последовательности «Строб хранения». Максимальное число счета счетчика СТ равно $2^{11}=2048$. Тогда с приходом $2048-1792=256$ -го импульса с выхода СПКС счетчик СТ 2^{11} обнуляется и потенциал, возникающий на прямом выходе дешифратора 1792, разрешает прохождение импульсов записи с задающего генератора на счетчик СТ через коммутатор. Инверсный потенциал ДШ останавливает СПКС, запрещая прохождение импульсов с СПКС через коммутатор. С этого момента начинает формироваться второй период управляющих импульсных сигналов – Т2. Далее цикл повторяется.

Как видно из схемы ПС, импульсные сигналы «Запись» ($F_{ДИСКР.1}$ и «Хранение» ($F_{ДИСКР.2}$) снимаются со второго разряда счетчика. Поэтому в режиме «Запись» со второго разряда счетчика будет сниматься последовательность импульсов записи, состоящая из $1792:4=448$ импульсов с периодом 1,6 мкс (0,8 для ПРЛ), и общей длительностью 716,8 мкс, а в режиме «Хранение» – 64 импульса. Общая же длительность импульсного сигнала хранения может изменяться от периода к периоду повторения ДРЛ (ПРЛ), при одном и том же количестве импульсов в ней, равном 64. Изменение длительности последовательности импульсов хранения приведет к изменению периода управляющих сигналов $F_{ДИСКР.1}$, $F_{ДИСКР.2}$, а также ЗИ редкий, ЗИ частый. Изменение общей длительности последовательности импульсов хранения осуществляется путем изменения периода повторения импульсов в этой последовательности за счет смены коэффициента счета (деления) СПКС, приводящей к изменению частоты следования на выходе СПКС. Структура формируемых управляющих импульсных сигналов

представлена в таблице 7.2 и на рисунке 7.8. Коэффициент счета СПКС определяется кодом, формируемым счетчиком периодов. Счетчик периодов изменяет свое состояние один раз за период с приходом строба ЗАПИСЬ или дважды за период за счет того, что на счетчик периодов через схему совпадения «И» поступает дополнительный импульс с выхода переключателя ДРЛ/ПРЛ. Это используется для изменения кратности вобуляции. Управление схемой совпадения «И» осуществляется с помощью схемы выбора периода вобуляции, состоящей из дешифратора периода $T_{ВОБ}$, коммутатора периодов $T_{ВОБ}$, коммутационного поля. При совпадении уровней логической «1» с выхода дешифратора периода $T_{ВОБ}$ и коммутационного поля (что соответствует отсутствию перемычки на рисунке 7.9) на выходах коммутатора $T_{ВОБ}$ и на его выходе устанавливается уровень логической «1», разрешающий прохождение на вход счетчика периодов одного импульса с выхода переключателя ДРЛ/ПРЛ.

Таблица 7.2

Период	Общий период, мкс	Период записи, мкс	Количество импульсов записи, мкс	Период импульсов записи, мкс	Период хранения, мкс	Количество импульсов хранения, п	Период импульсов хранения, мкс	Перемычка между контактами
<i>ДРЛ</i>								
T1	1228,8	716,8	448	1,6	512	64	8	1-6
T2	921,6	716,8	448	1,6	204,8	64	3,2	2-7
T3	1024	716,8	448	1,6	307,2	64	4,8	3-8
T4	1126,4	716,8	448	1,6	409,6	64	6,4	4-9
T5	819,2	716,8	448	1,6	102,4	64	1,6	5-10
<i>ПРЛ</i>								
T1	614,4	358,4	448	0,8	256	64	4	1-6
T2	460,8	358,4	448	0,8	102,4	64	1,6	2-7
T3	512	358,4	448	0,8	153,6	64	2,4	3-8
T4	563,2	358,4	448	0,8	204,8	64	3,2	4-9
T5	409,6	558,4	448	0,8	51,2	64	0,8	5-10

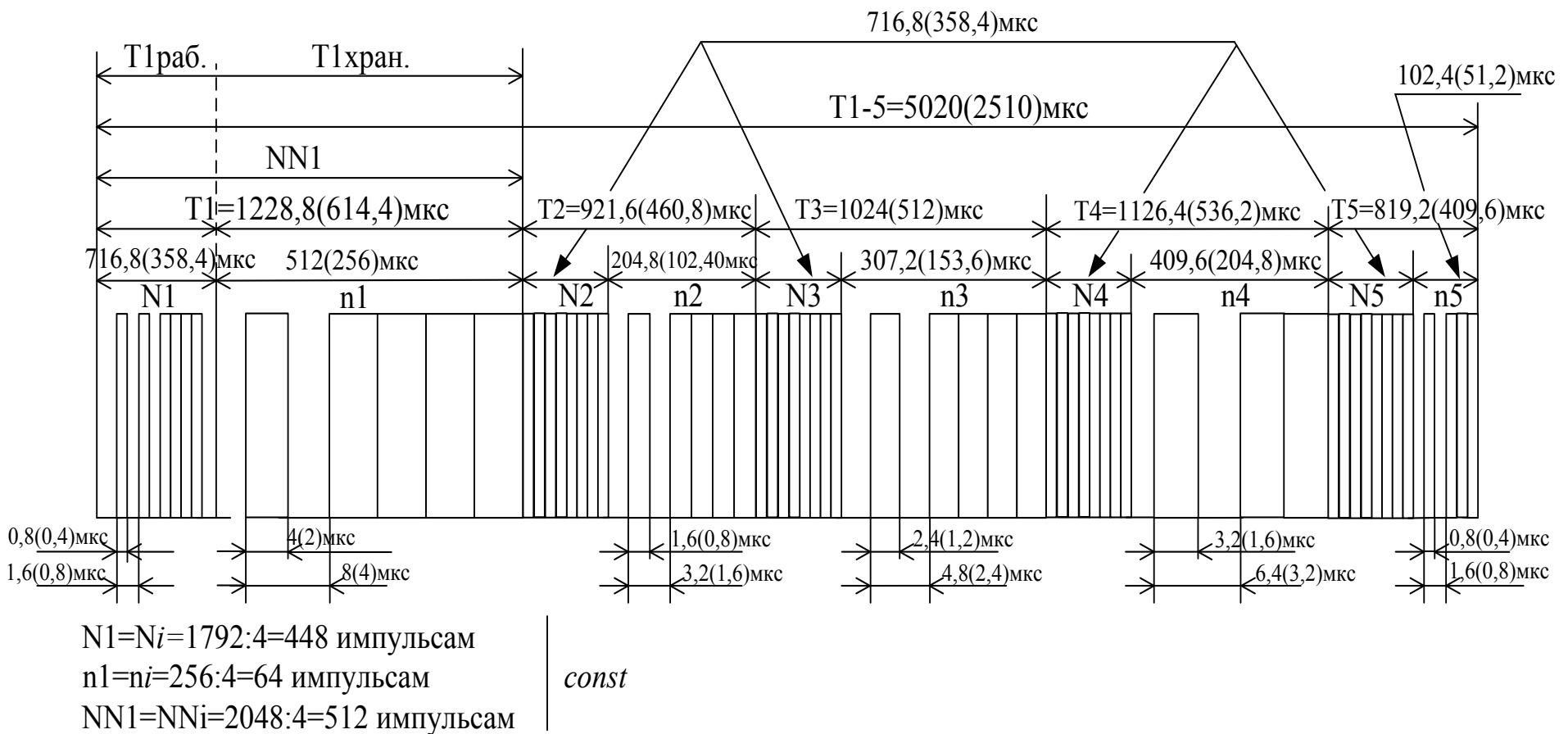


Рисунок 7.8. Структура управляемых импульсов УБКУ

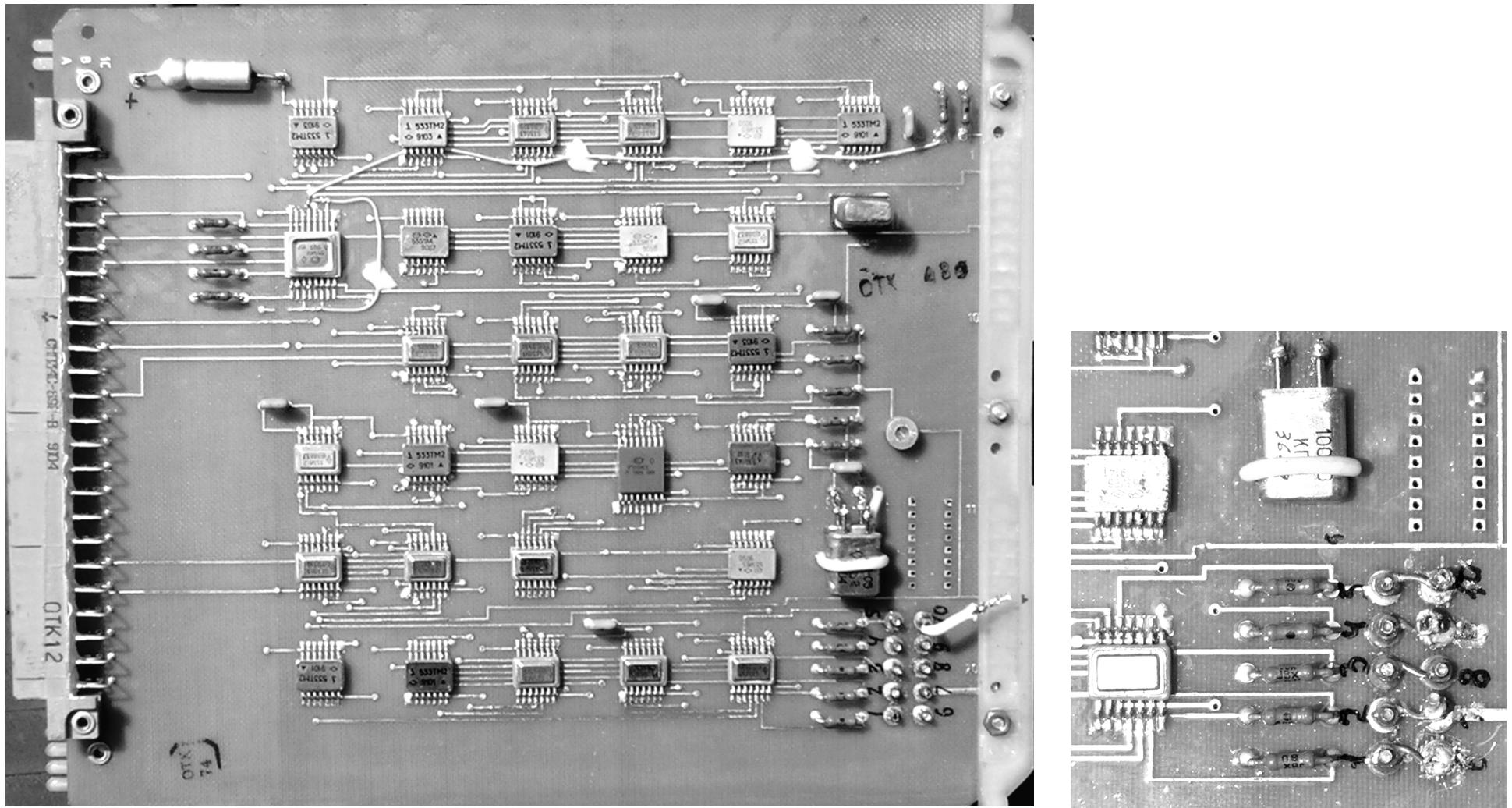


Рисунок 7.9. Конструкция платы ПС и коммутационное поле УБКУ

Смена состояния счетчика периодов при подсчете дополнительного импульса приводит к изменению кода записываемого в СПКС, а следовательно, и к исключению данного периода из возможного набора периодов повторения.

Функциональная схема платы ЧПК

Основным элементом УБКУ является плата ЧПК (рисунок 7.10).

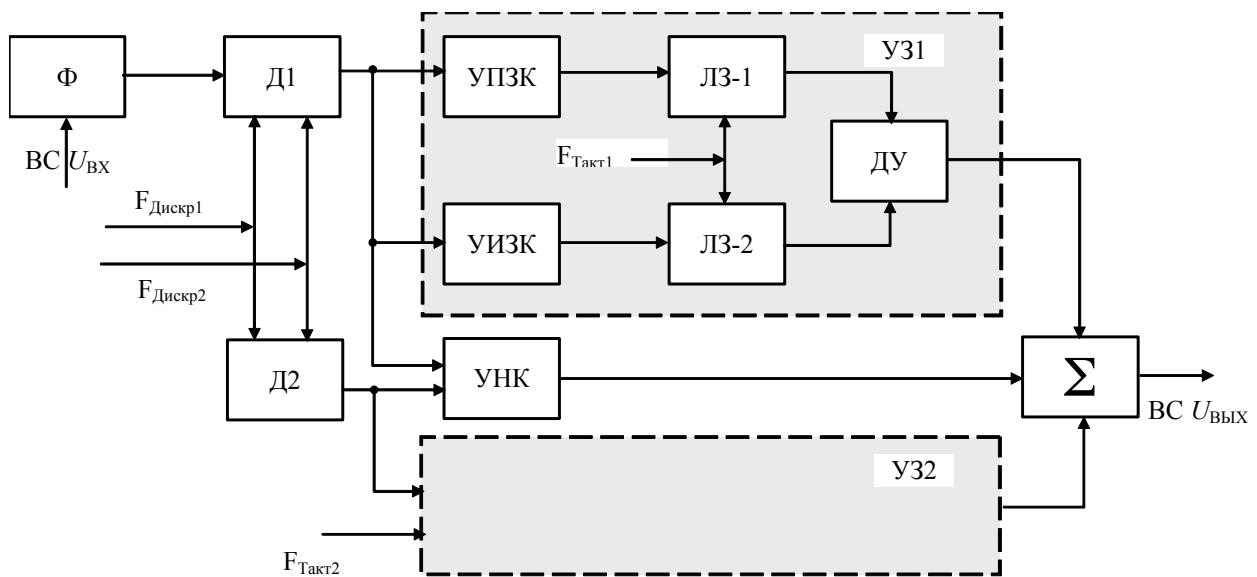


Рисунок 7.10. Функциональная схема платы ЧПК

Назначение элементов схемы:

Ф – фильтр для режекции высокочастотных составляющих спектра ВС;

Д1, Д2 – дискретизаторы ($T_{Д1}=T_{Д2}=1/F_{ДИСКР1,2}=1,6$ мкс – период дискретизации ВС, $T_{Д1}$ сдвинут на $\frac{1}{4}$ периода относительно $T_{Д2}$ для компенсации расширения ВС при прохождении ЛЗ на ПЗС);

УПЗК – усилитель-повторитель задержанного канала;

УИЗК – усилитель-инвертор задержанного канала;

УНК – усилитель незадержанного канала;

ДУ – дифференциальный усилитель;

Σ – сумматор (выполняет функцию вычитающего устройства).

Использование двух ЛЗ в УЗ1 и УЗ2 позволяет подавить помеху на $F_{ТАКТ}$, а двухканальная схема, с использованием УЗ1 и УЗ2, расширяет диапазон частот ЧПК (позволяет получить АЧХ ЧПК требуемого вида). Время задержки ВС в плате ЧПК равно периоду повторения ДРЛ-6М2 (ПРЛ-6М2). Изменение времени задержки осуществляется путем изменения периода тактовой синхронизации. Усреднения периода повторения при этом не требуется.

Функциональная схема платы ПВУ-1

Плата выходных устройств (ПВУ-1) предназначена для следующего:
формирования сигналов «ЗИ редкий/предзапуск» и «ЗИ частый» с амплитудой не менее 40 В;
выделения модуля ВС и усиления его до уровня 8 В;
организации совмещенного режима работы амплитудного и фазового каналов (работа блока УБКУ в СОВМ. режиме ПРЛ);
индикации работоспособности блока УБКУ.

Функциональная схема ПВУ-1 представлена на рисунке 7.12. Плата может работать совместно с радиоприемным устройством, имеющим двухканальный «квадратурный» выход фазового детектора. При работе с одноканальным приемником (РСП-6М2) ВС с фазового детектора подаются на один вход ПВУ-1, обозначенный ВХОД ВС ФАЗ.Х. После выделения сигналов доплеровской частоты в модульном устройстве А1 ВС поступают в фильтр низких частот ФНЧ А3, имеющий частоту среза 370 кГц (для ДРЛ), или ФНЧ А4, частота среза которого (границная частота) при работе в режиме ПРЛ равна 600 кГц. Фильтры А3 и А4 настраиваются для подавления остатков сигналов несущей частоты 0,625 МГц для ДРЛ и 1,25 МГц для ПРЛ. Видео-канал амплитудного канала приемника задерживается в линии задержки А14 и поступает на схему селекции – ключ А5.

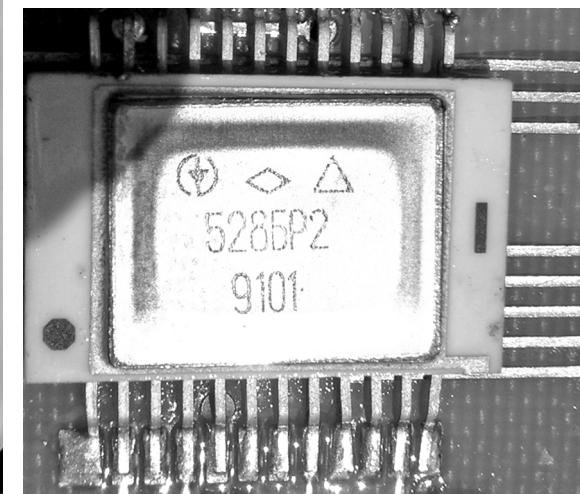
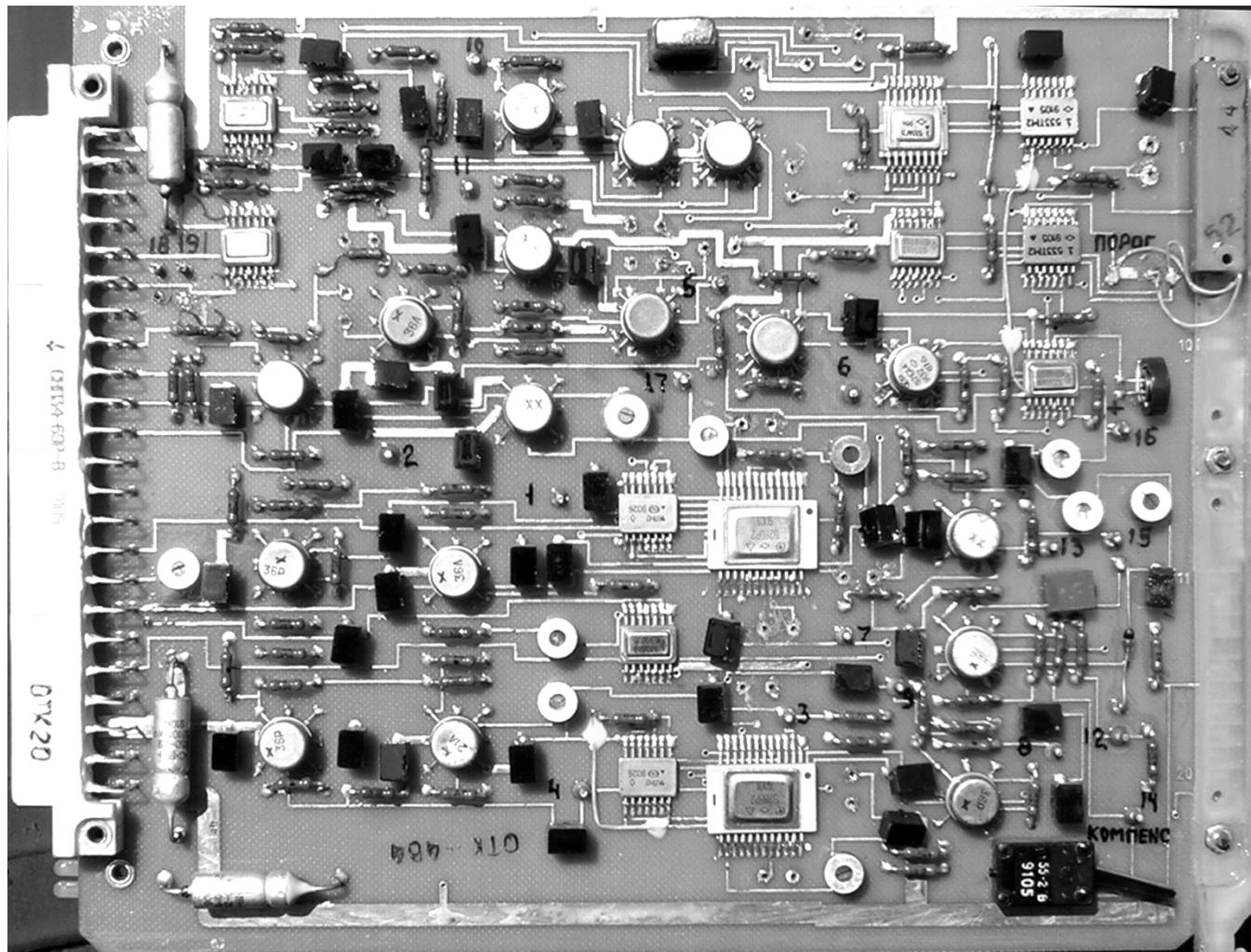


Рисунок 7.11. Конструкция платы ЧПК УБКУ и линия задержки на ПЗС

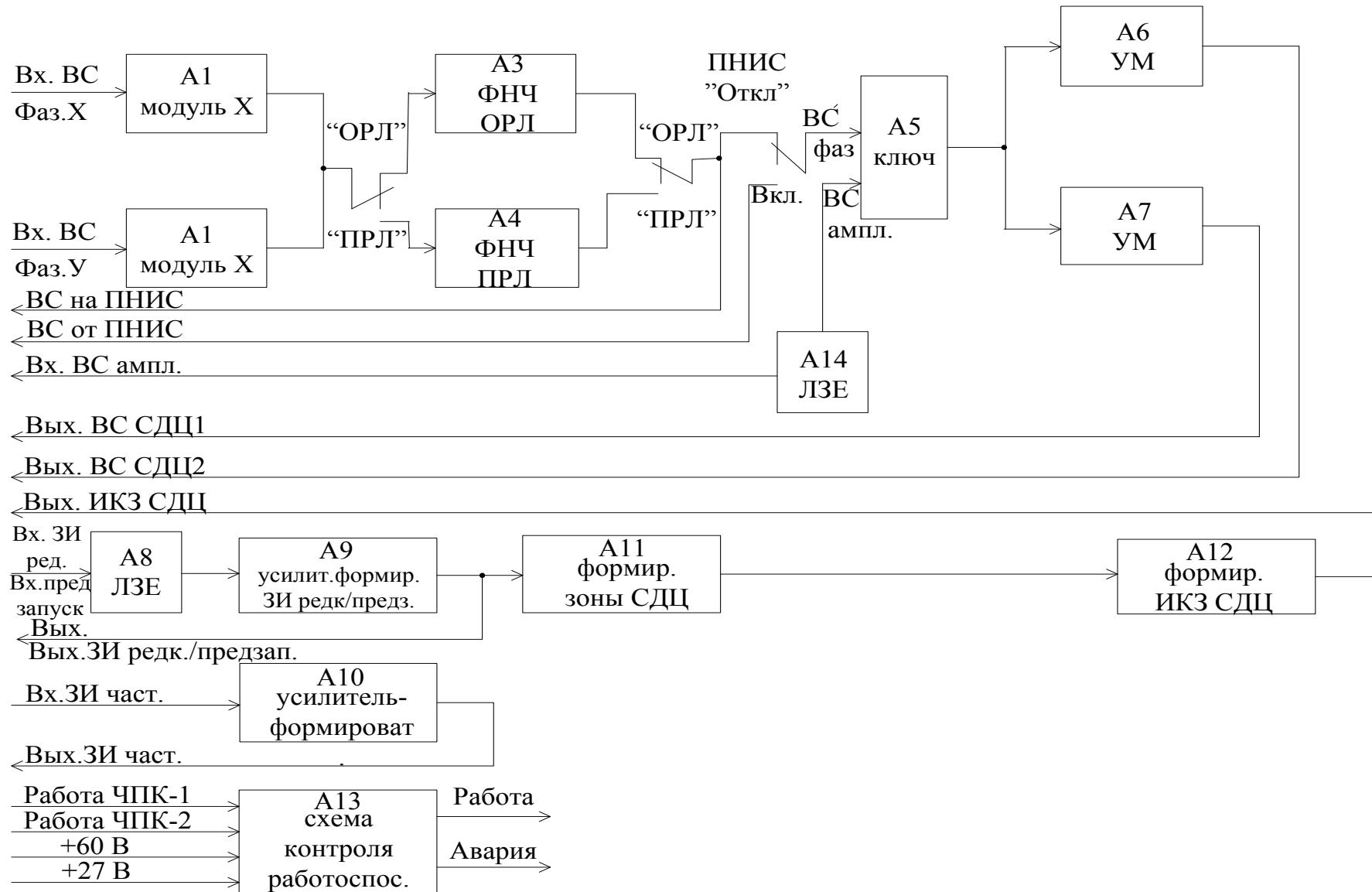


Рисунок 7.12. Функциональная схема ПВУ - 1

Задержка необходима для совмещения отметок от целей, приходящих на ПВУ-1 по фазовому и амплитудному каналам.

При работе блока УБКУ в режиме ПРЛ схема селекции А5 подключает к выходным усилителям мощности А6, А7 ВС фазового канала (в режиме СДЦ) или суммарного сигнала от фазового или амплитудного канала (в режиме «СОВМ»). Схема селекции управляетя сигналом с выхода формирователя зоны СДЦ А11, что позволяет оперативно изменять протяженность зоны СДЦ. При работе блока УБКУ в режиме ДРЛ схема селекции осуществляет стробирование видеинформации каждого второго периода повторения ЗИ редкий.

Формирование запускающих импульсов ЗИ редкий и ЗИ частый, усиление их до амплитуды 40 В осуществляется схемами А9 и А10.

Схема контроля работоспособности А13 позволяет проверить работоспособность как плат ЧПК-1, ЧПК-2, так и всего блока УБКУ с выдачей сигналов «Работа» и «Авария» на устройство индикации.

7.5. Конструкция КУ-02, УБКУ

Блоки КУ-02 конструктивно размещены в двух стойках: БЧВ-021, БКИ-021, БЧК-021, БУ-021 – в стойке компенсирующего устройства (СКУ-02); БАК и БП-127 – в стойке ССФ-02. Размеры блоков соответствуют типовым, размещены на выдвигающихся из стоек шасси с фиксаторами. Передние панели блоков приведены на рисунках 7.13, 7.14, 7.15, 7.16, 7.17. На передние панели блоков выведены для контроля как питающие напряжения, так и наиболее важные видеосигналы, держатели предохранителей с лампочками индикации. В технологических люках блоков размещаются наиболее важные регулировки, используемые для подстройки параметров КУ-02. Например, на БЧВ-021 R39 – БАЛАНС УПТ схемы АВУ, на БЧК-021 R5 – УСИЛЕНИЕ УПК, R6 – УСИЛЕНИЕ УЗК, тумблер КОМПЕНСАЦИЯ обеспечивает включение череспериодной компенсации сигналов, на БУ-021 R5 – УСИЛЕНИЕ УЗК-2, тумблер на два положения РАБОТА-КОНТРОЛЬ, индикаторные лампы РАБОТА и КОНТРОЛЬ, на БАК – тумблер включения подачи в аппаратуру

отображения контрольного сигнала. Ряд органов управления и регулировок размещается внутри блоков. Например, в БЧВ-021 – тумблер АВУ, обеспечивающий включение схемы АВУ в работу. Ультразвуковые линии задержки (УЛЗ), выполненные из магниевых сплавов с рифленой поверхностью, размещаются в терmostатированных контейнерах из алюминиевого сплава. Работа термостата, выход его из строя индицируется на БУ-021 с помощью ламп ОБОГРЕВ и АВАРИЯ. Периодическое загорание первой свидетельствует о моментах установки под ток обогревающих элементов термостатов. Контроль величины питающих напряжений на БП-127 выполняется с помощью стрелочного прибора и галетного переключателя на передней панели блока.

Контроль работоспособности блока УБКУ осуществляется с помощью индикаторов РАБОТА и АВАРИЯ. Сигнал «Работа» выдается только в случае нахождения плат ЧПК в работоспособном состоянии и при наличии всех питающих напряжений (рисунок 7.18).

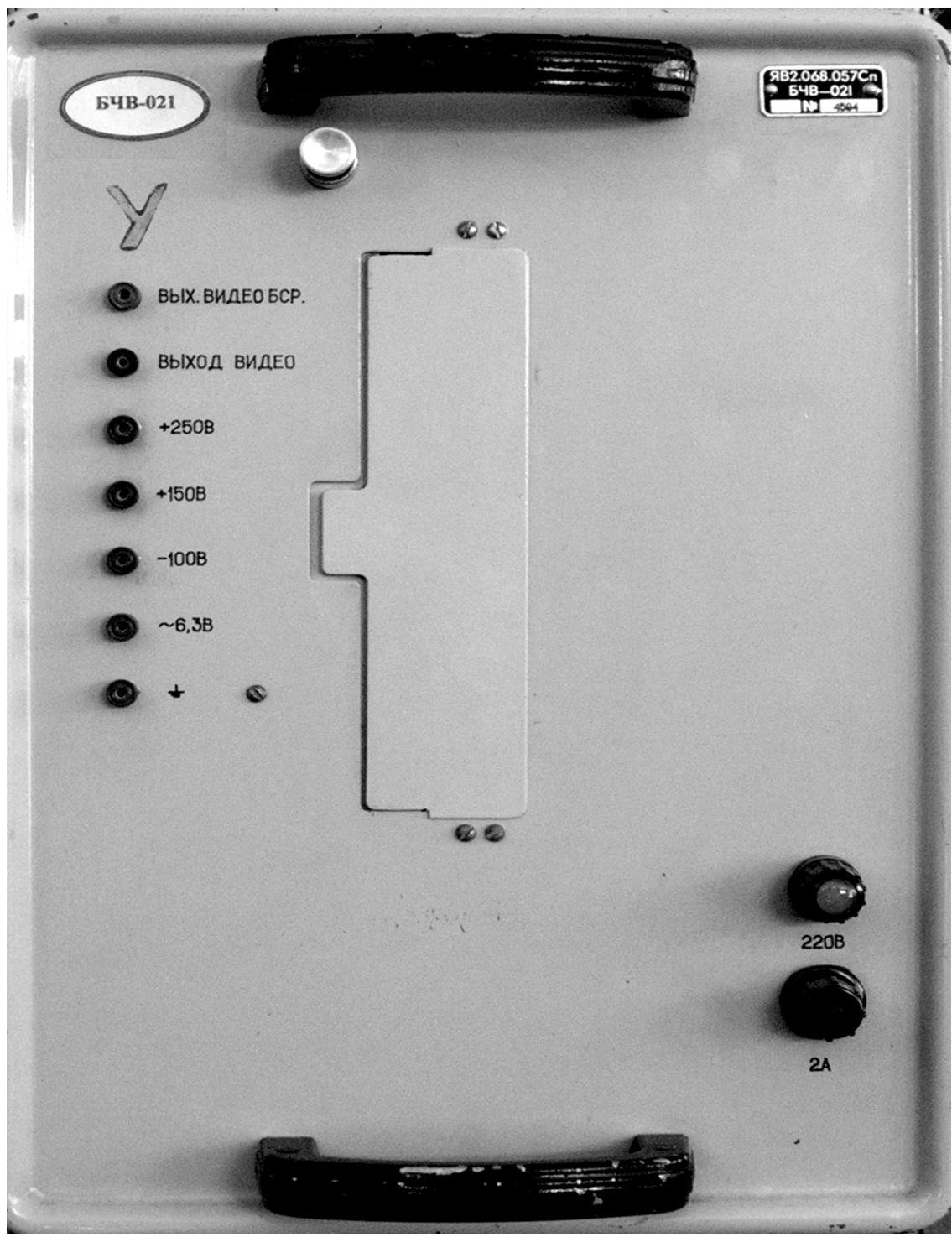


Рисунок 7.13. БЧВ-021

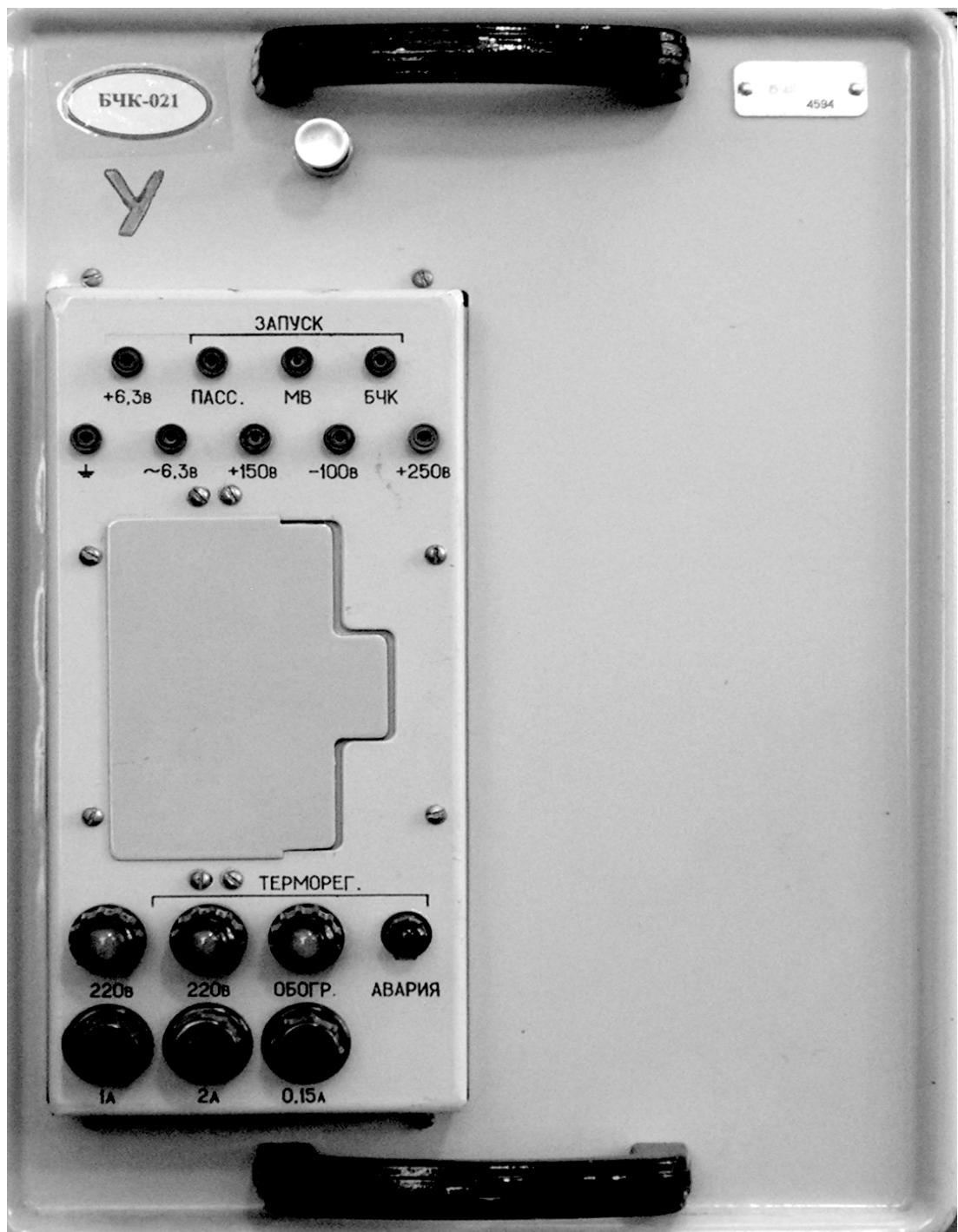


Рисунок 7.14. БЧК-021

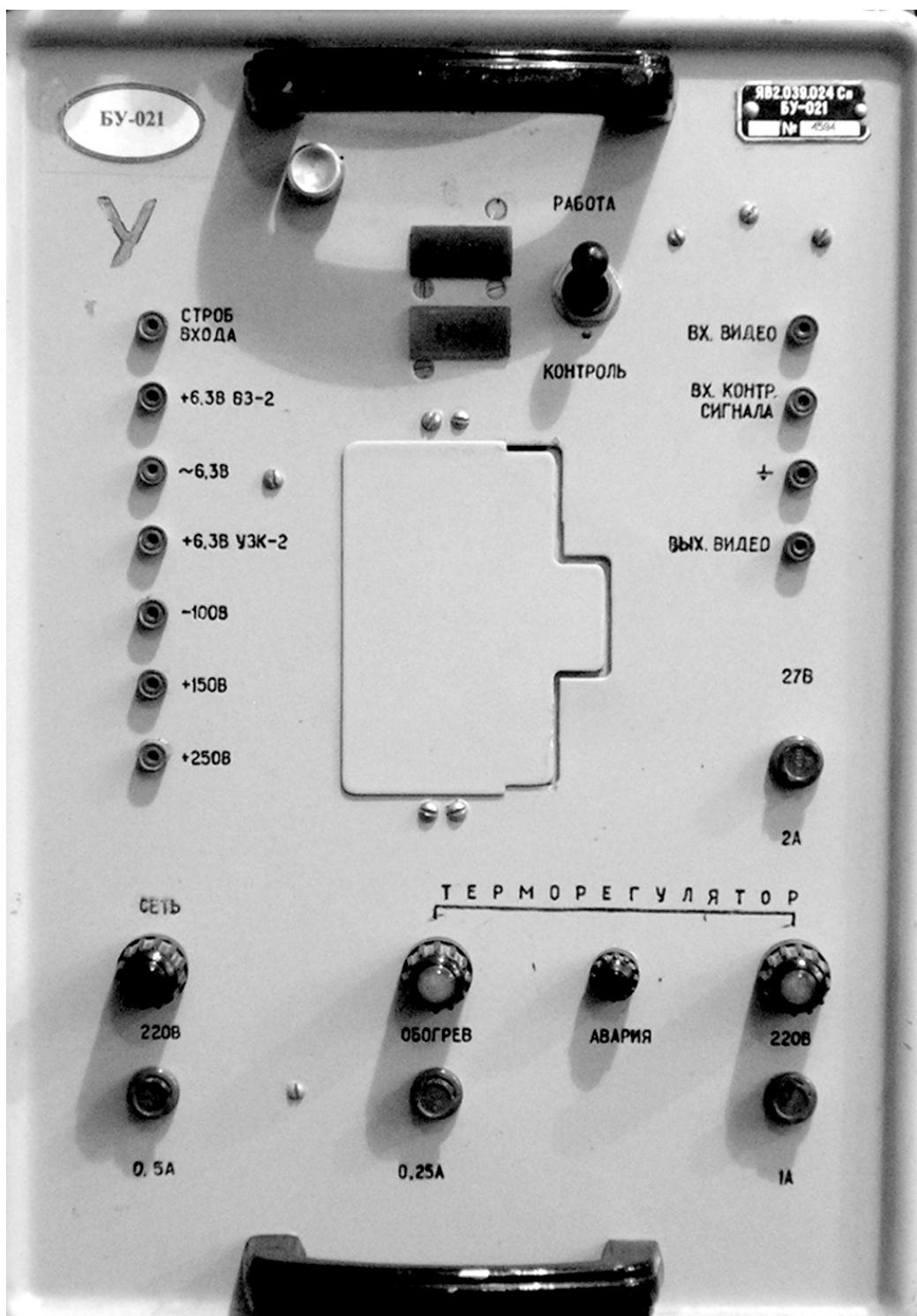


Рисунок 7.15. БУ-021

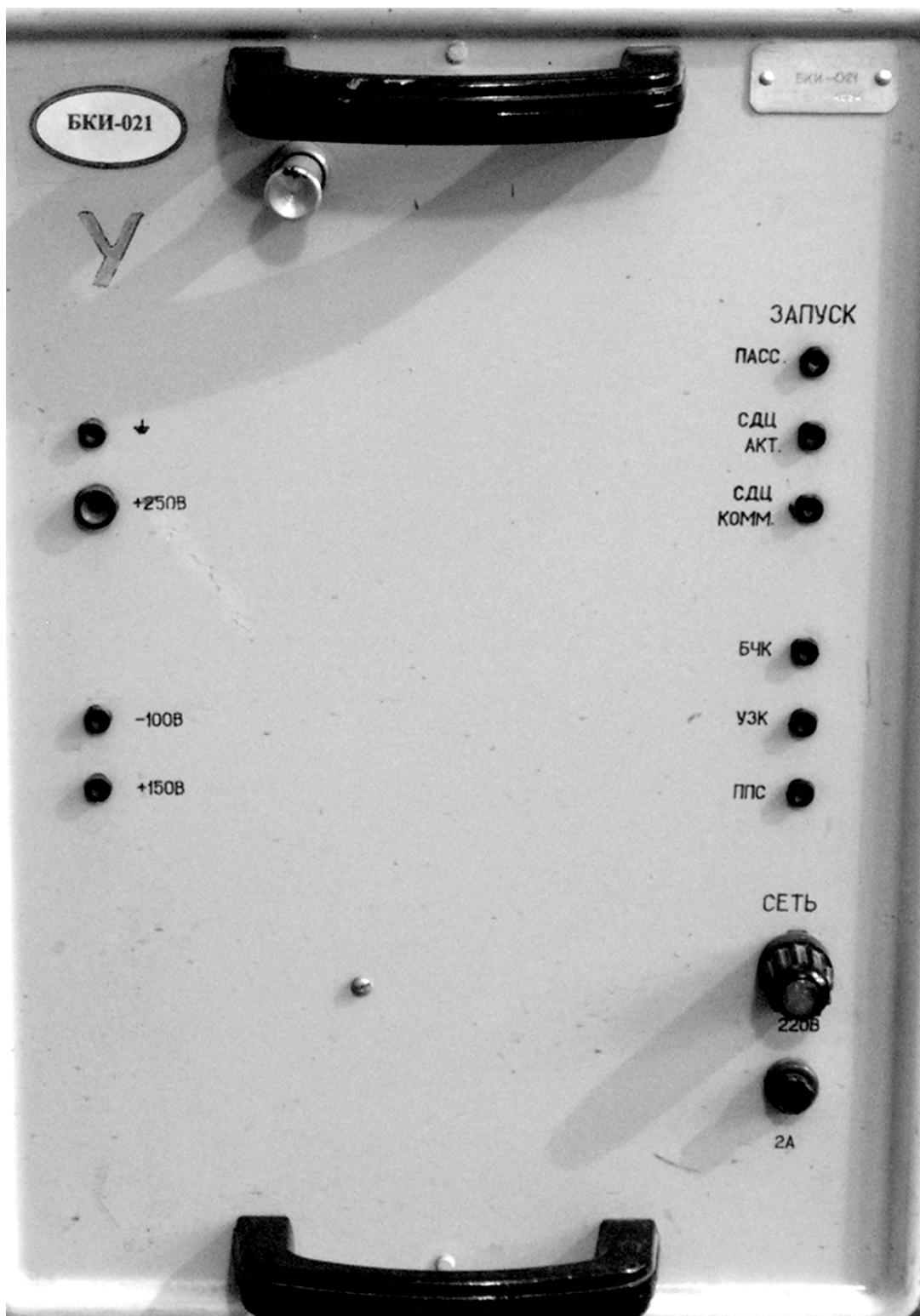


Рисунок 7.16. БКИ-021

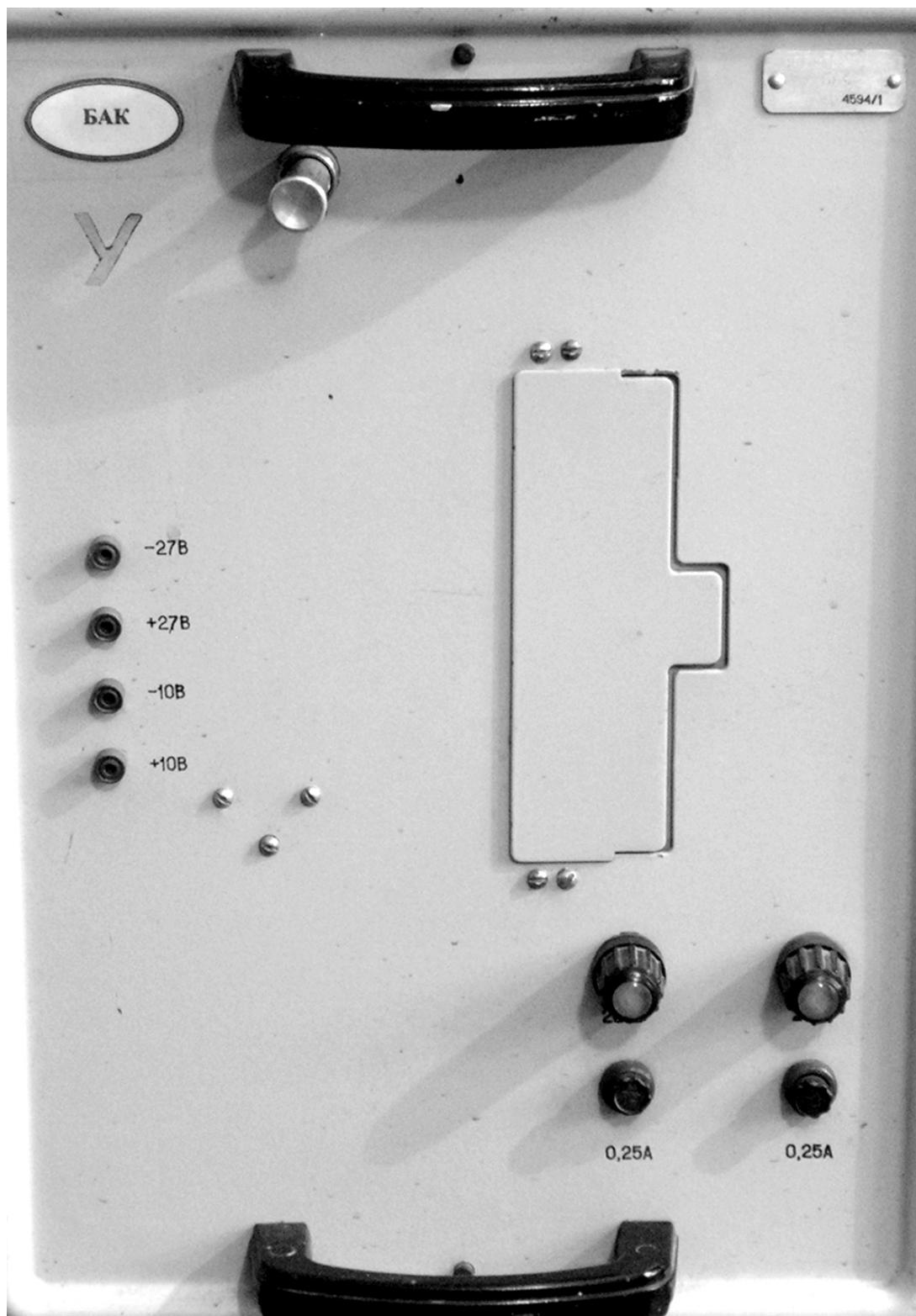


Рисунок 7.17. БАК

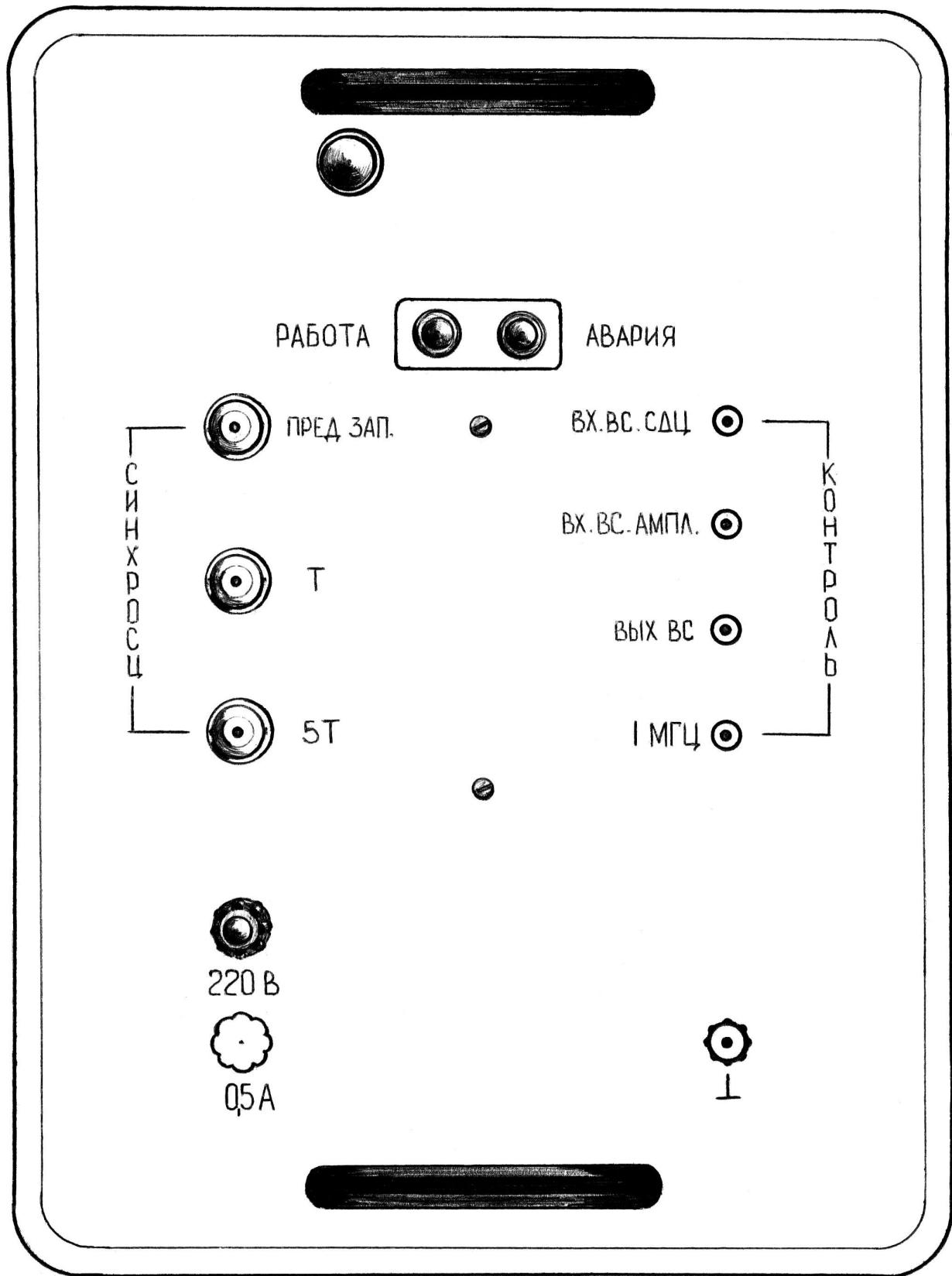


Рисунок 7.18. УБКУ

Контрольные вопросы к главе 7

1. Назначение и технические характеристики КУ-02, УБКУ?
2. Состав КУ-02, УБКУ.
3. В чем отличие УБКУ от КУ-02?
4. Чем обусловлена необходимость использования в ПРЛ режима СДЦ?
5. Какие схемы СДЦ могут применяться в РЛС?
6. Какие достоинства и недостатки схемы ЧПК?
7. Назовите два условия полного подавления сигналов от неподвижных целей в схеме ЧПК.
8. Как используются в КУ-02 контрольные сигналы?
9. Почему необходимо выполнять усреднение периода повторения в БУ?
10. Каково назначение ВУ-1-021 в блоке БЧВ?
11. Как ограничивается зона приема сигналов по дальности в КУ-02?
12. Как обеспечивается высокая стабильность периода повторения ГПИ в блоке БЧК?
13. Почему в УБКУ не выполняется усреднение периода повторения?

8. Аппаратура отображения радиолокационной информации ПРЛ-6М2

8.1. Основные сведения об аппаратуре отображения ПРЛ-6М2

Аппаратура отображения (АО) ПРЛ-6М2 предназначена для отображения радиолокационной и вспомогательной информации на совмещенном индикаторе курса и глиссады (ИКГ) в прямоугольных координатах дальность – угол (рисунок 8.1).

Для повышения безопасности полетов в АО ПРЛ-6М2 электронным способом формируются заданная линия посадки (ЗЛП) и линии равных отклонений (ЛРО), ограничивающие коридор допустимых отклонений ВС от ЗЛП. В состав АО входят следующие блоки:

- совмещенный индикатор курса и глиссады (ИКГ);
- блок управления отображением БУО-П;
- блок развертывающих напряжений (БРН-021);
- датчик развертывания курса;
- датчик развертывания глиссады.

Основные технические данные АО ПРЛ-6М2:

- 1) индикатор ИКГ имеет два масштаба дальности: 20 км – М20; 40 км – М40;
- 2) для увеличения точности отсчета дальности близких целей применена нелинейная по дальности развертка, при которой участок 50% масштаба индикатора по дальности занимает 75% ее длины;
- 3) метки дальности отображаются через 1 км до дальности 10 км, а далее – через 5 км;
- 4) по угловым координатам на экране ЭЛТ отображаются метки $-10^0, 0^0, +10^0$ по курсу и $-1^0, 0^0, +7,5^0$ по глиссаде;
- 5) в качестве ИКГ используется унифицированный индикатор БИ-45;
- 6) на экране индикатора БИ-45 обеспечивается отображение (рисунок 8.1):
 - угломерно-дальномерной сетки;
 - аналоговой координатной информации первичного и вторичного каналов

- ПРЛ-6М2 в виде яркостных отметок;
- ЗЛП по К и Г, ЛРО, позволяющих руководителю зоны посадки более точно оценивать по метке цели линейные отклонения ВС от расчетной линии планирования;
 - метки электронной индикации положения антенны (ЭИПА) К в секторе Г и антенны Г в секторе К путем утолщения масштабных меток дальности.

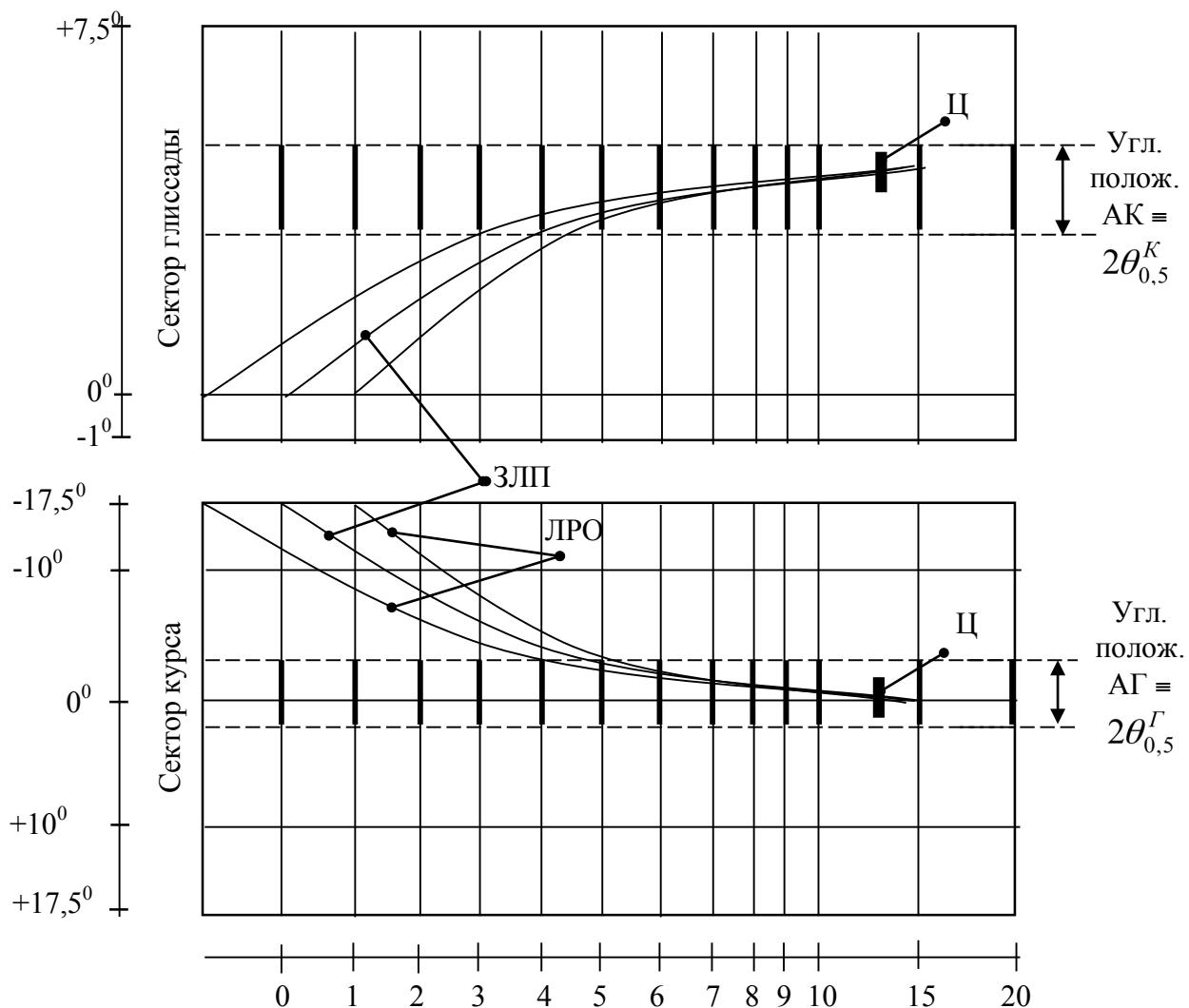


Рисунок 8.1. Вид развертки на ИКГ

На рисунке 8.2 приведена структурная схема аппаратуры отображения ПРЛ-6М2.

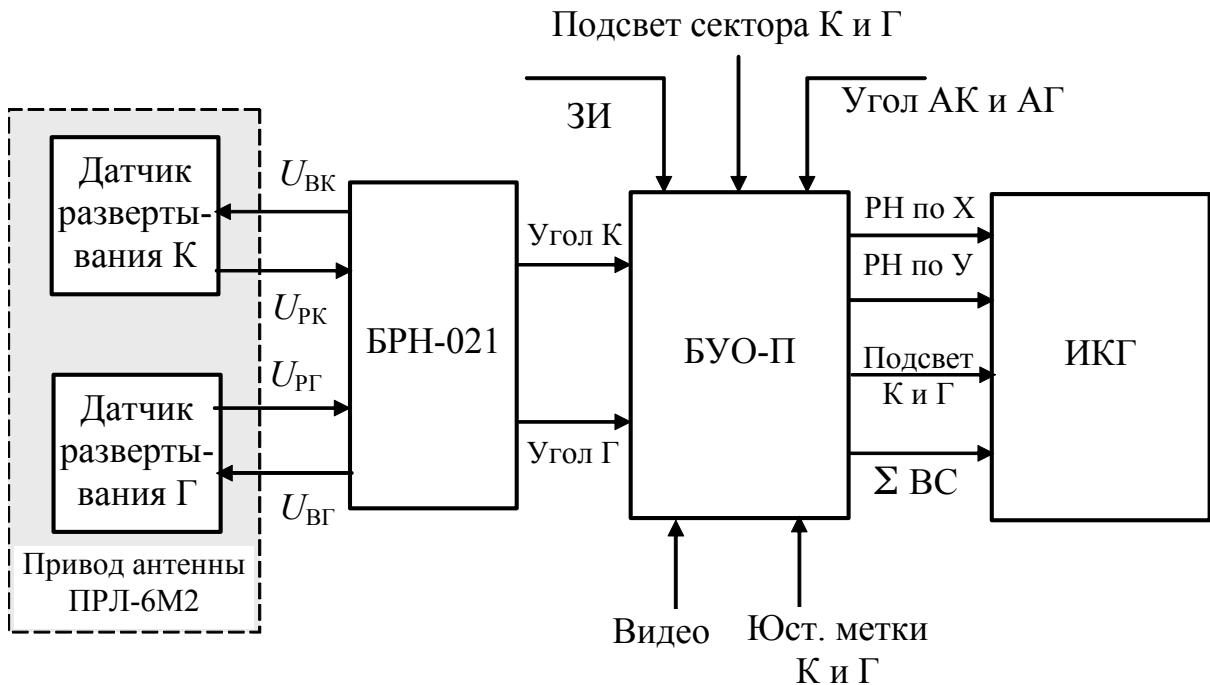


Рисунок 8.2. Структурная схема АО ПРЛ-6М2

8.2. Блок управления отображением БУО-П

8.2.1. Принцип работы БУО-П по структурной схеме

Блок БУО-П предназначен для формирования:

развертывающих напряжений по горизонтальной (X) и вертикальной (Y) составляющим;

меток дальности 1 км и 5 км;

меток электронной индикации положения антенн (ЭИПА) К и Г;

сигналов коммутации каналов курса и глиссады;

заданной линии посадки (ЗЛП) и линий равных отклонений (ЛРО);

юстировочных меток дальности;

угловых меток;

сигналов от целей.

Для получения вышеперечисленной информации на вход блока БУО-П поступают следующие сигналы (рисунок 8.3):

ЗАПУСК с БСФ;

развертывающее напряжение по каналу курса – Угл. инф. К;

развертывающее напряжение по каналу глиссады -Угл. инф. Г;

ПОДСВЕТ Г, ПОДСВЕТ К;
напряжение индикации углового положения антенны глиссады – ИНДИК. ПОЛОЖ. АГ;
напряжение индикации углового положения антенны курса – ИНДИК. ПОЛОЖ. АК;
угловые и юстировочные метки курса и глиссады – УГЛОВЫЕ МЕТКИ (К-Г);
сигналы целей – ВИДЕО.

Рассмотрим принцип формирования отображаемой на экране БИ-45 информации по структурной схеме блока БУО-П, представленной на рисунке 8.3.

Плата сдвига начала (ПСН) обеспечивает формирование запускающих импульсов для всех плат БУО-П. Импульс ЗАПУСК поступает с БСФ на формирователь запуска 1 платы ПСН, на его выходе формируются сигналы ЗАПУСК 1 и ЗАПУСК 3. Сигнал ЗАПУСК 1 не имеет задержки относительно сигнала ЗАПУСК и используется для формирования меток дальности и юстировочных меток дальности. Сигнал ЗАПУСК 3 задержан относительно сигнала ЗАПУСК на 0,4 мкс и используется для формирования развертывающего напряжения по координате X (по дальности).

Импульс ЗАПУСК 3 поступает на формирователь развертывающего напряжения по координате X (Р.Н. X) (плата развертки X), на его выходе формируется напряжение радиолокационной развертки, нарастающее по закону, близкому к логарифмическому. Длительность импульса ограничивается моментом прихода импульса КД (конец дистанции).

Момент прихода импульса КД зависит от выбранного масштаба. Развертывающее напряжение с выхода платы поступает на устройство смещения Р.Н. X платы коммутации, где осуществляется его суммирование с напряжением смещения E_{CM} . С выхода платы коммутации Р.Н. X поступает на горизонтальную отклоняющую катушку индикатора БИ-45 .

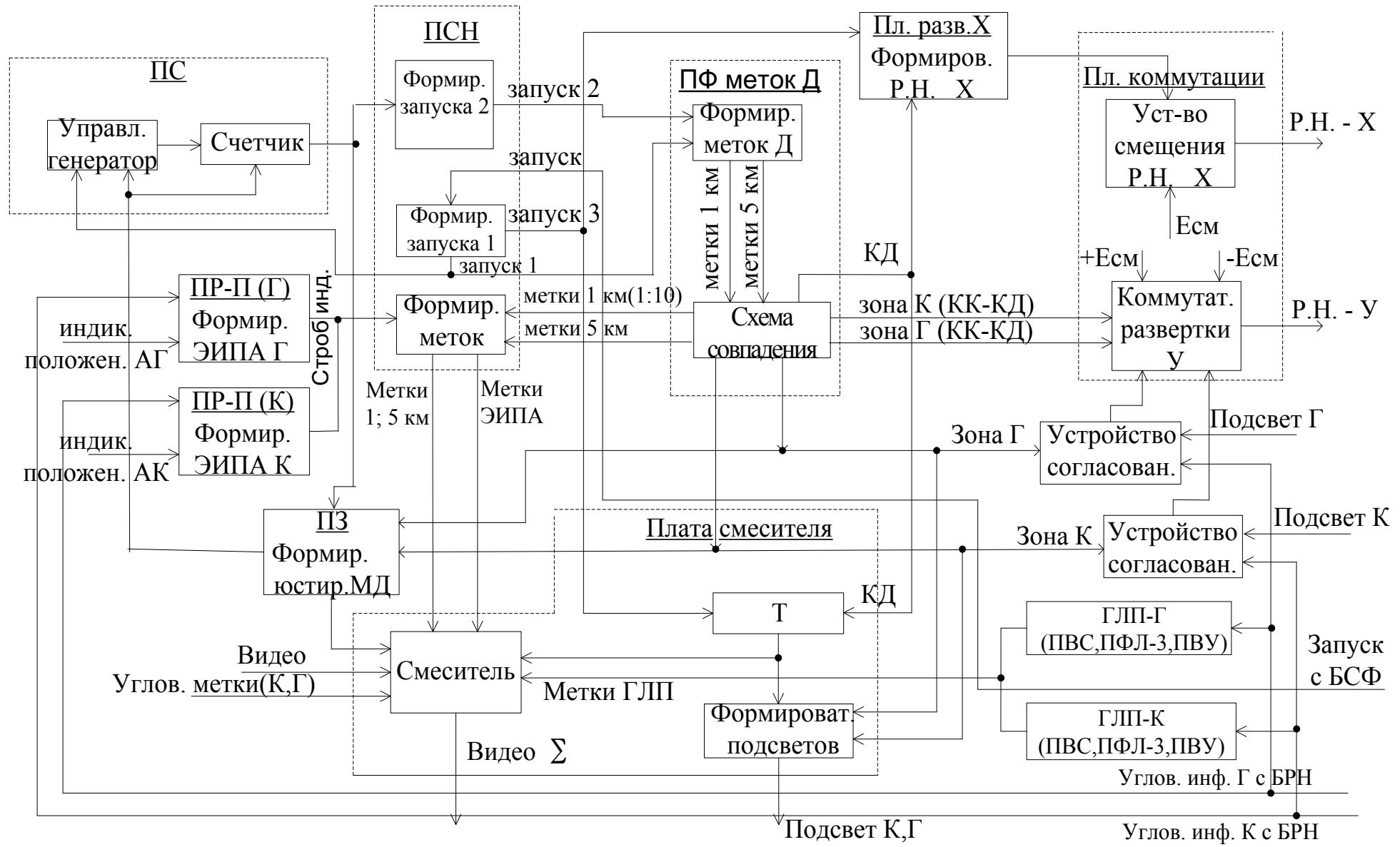


Рисунок 8.3. Структурная схема БУО-П

Напряжения угловой информации К и Г, несущие сведения об угловом положении антенн курса и глиссады, поступают через устройства согласования на коммутатор развертки У платы коммутации. Туда же поступают сигналы зона К (КК-КД) и зона Г (КК-КД), определяющие очередность работы каналов курса и глиссады. Длительность сигналов зона К и зона Г определяется временем перемещения антенн К и Г в одном из направлений: слева направо, сверху вниз, справа налево, снизу вверх. На выходе коммутатора У появляется либо Р.Н. У по курсу, либо Р.Н. У по глиссаде, причем в первом случае осуществляется смещение развертки вниз относительно центра ИКГ за счет суммирования Р.Н. У (канала К) с напряжением смещения $-E_{CM}$, во втором – вверх, за счет суммирования Р.Н. У (канала Г) с напряжением смещения $+E_{CM}$.

С приходом импульса ЗАПУСК 1 на управляемый генератор платы счетчиков (ПС) последний начинает генерировать импульсы с частотой 1 МГц. В момент прихода импульса сброса с платы задержек (ПЗ) генератор прекращает работу. Импульсы с частотой 1 МГц поступают на двенадцатиразрядный счетчик. Выходные импульсы счетчика поступают на формирователь запуска 2 платы ПСН и формирователь юстировочных меток дальности платы задержек (ПЗ). Выходной импульс ЗАПУСК 2, задержанный от 8 до 15 мкс в зависимости от положения переключателя СДВИГ НАЧАЛА 1 платы ПСН. С приходом импульса ЗАПУСК 2 на формирователь меток дальности вырабатывается десять 1-км меток и 5-км меток дальности, которые поступают на схему совпадения платы формирования меток дальности, где из них формируется сигнал КД, соответствующий 20 км или 40 км дальности, в зависимости от включенного масштаба дальности. Схема совпадения формирует также сигналы ЗОНА К (КК-КД) и зона Г (КК-КД), определяющие очередность прохождения развертывающих напряжений через плату коммутации. Сигнал КОНЕЦ КООРДИНАТ (КК) соответствует 46 км дальности. Зона от сигнала КК одной развертки дальности до сигнала КД другой развертки отводится для отображения радиолокационной информации. Зона от сигнала КД одной развертки до сигнала КК этой же развертки в ПРЛ-6М2 не используется.

Метки 1 км и 5 км с платы формирования меток дальности поступают на формирователь меток платы ПСН, где осуществляется их смешивание и формирование по амплитуде. Далее метки дальности поступают на плату смесителя сигналов, где смешиваются с другими видеосигналами и далее поступают на индикатор БИ-45.

Плата формирования меток ЭИПА по каналу курса и глиссады (ПР-П – плата разверток посадочная) обеспечивает утолщение масштабных меток дальности в секторах курса и глиссады. На вход плат ПР-П (К,Г) на формирователь ЭИПА К и Г поступают напряжения угловой информации К и Г, а также постоянные напряжения индикации положения АК и АГ, пропорциональные угловым положениям антенн курса и глиссады в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В результате этого на выходе формирователей образуется импульс СТРОБ ИНДИКАЦИИ, временное положение середины которого соответствует угловому положению антенн курса или глиссады, а длительность – пропорциональна ширине диаграммы направленности антенн в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В результате этого на выходе ПСН образуется серия импульсов подсвета меток дальности МЕТКИ ЭИПА, которые поступают на смеситель и далее на БИ-45.

Генераторы линии посадки Г и К (ГЛП) обеспечивают формирование ЗЛП и ЛРО в секторах К и Г. Каждая из них состоит из трех плат: платы входных сигналов (ПВС), платы формирователя линий (ПФЛ-3) и платы выходных устройств (ПВУ). На вход ГЛП поступают напряжения угловой информации К и Г и импульсы ЗАПУСК. Импульсы ЗЛП и ЛРО с ГЛП поступают на смеситель и далее в БИ-45.

Импульсы подсвета вырабатывает формирователь подсветов платы смесителя. На триггер Т последовательно поступают сигналы ЗАПУСК 3 и КД. На формирователе подсветов импульсы триггера стробируются сигналами ЗОНА К и ЗОНА Г и в виде сигнала ПОДСВЕТ К-Г поступают на выход БУО - П. Импульсы триггера также поступают на смеситель, определяя продолжительность прохождения всех видеосигналов (МЕТКИ 1 км и 5 км,

МЕТКИ ЭИПА, МЕТКИ ЗЛП и ЛРО, ЮСТИРОВОЧНЫЕ МД, ВИДЕО, ЮСТИРОВОЧНЫЕ МА) в зависимости от включенного масштаба дальности.

8.2.2. Принцип работы БУО-П по функциональной схеме

Плата смесителей

Плата смесителей предназначена для коммутации видеосигналов по курсу и глиссаде и образования сигналов подсвета прямого хода радиолокационной развертки. Функциональная схема платы представлена на рис. 8.4. На вход смесителя 1 поступают для смешивания следующие сигналы: МЕТКИ 1км, 5 км, УГЛОВЫЕ МЕТКИ (К-Г), сигналы ВИДЕО, МЕТКИ ГЛП, ЭИПА. Коммутатор выполняет стробирование смешанной информации согласно поступающим с триггера Т сигналам управления. Смешанные метки и сигналы поступают на вход смесителя 2 между сигналами ЗАПУСК и КД. На выходе смесителя 2 формируется суммарный сигнал, содержащий всю необходимую видеоинформацию.

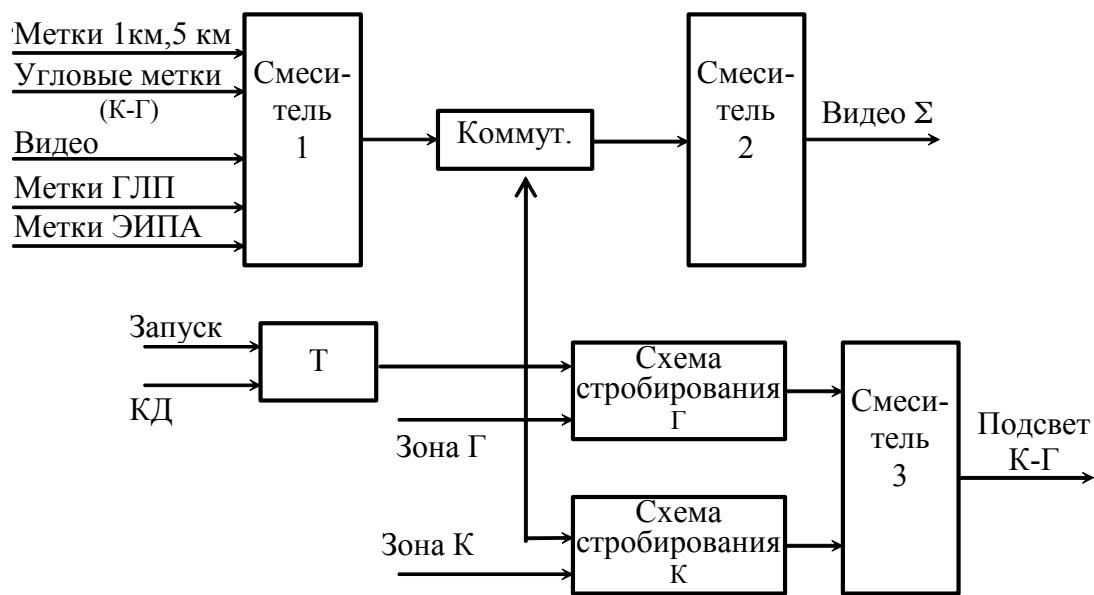


Рисунок 8.4. Функциональная схема платы смесителя

В канале формирования импульсов подсвета сигнал с выхода триггера Т поступает на две схемы стробирования (совпадения), где стробируется в одной

из них сигналом ЗОНА Г, а в другой – ЗОНА К. На выходах этих схем образуются сигналы подсвета прямого хода радиолокационной развертки в зонах К и Г, которые поступают на смеситель 3, а далее в БИ-45.

Плата формирователя меток дальности

Плата формирователя меток дальности предназначена для формирования импульсов меток дальности и стробирующих сигналов ЗОНА К(КК-КД), ЗОНА Г(КК-КД).

На вход платы поступают сигналы (рисунок 8.5): запуск 1, запуск 2, ЗОНА К, ЗОНА Г, ВКЛЮЧЕНИЕ М1-М2. Схема состоит из следующих элементов:

- генератора ударного возбуждения (ГУВ);
- формирователя меток 1 км;
- счетчика 1 с коэффициентом деления 1:5;
- счетчика 2 с коэффициентом деления 1:16;
- схемы совпадения.

Запуск 1

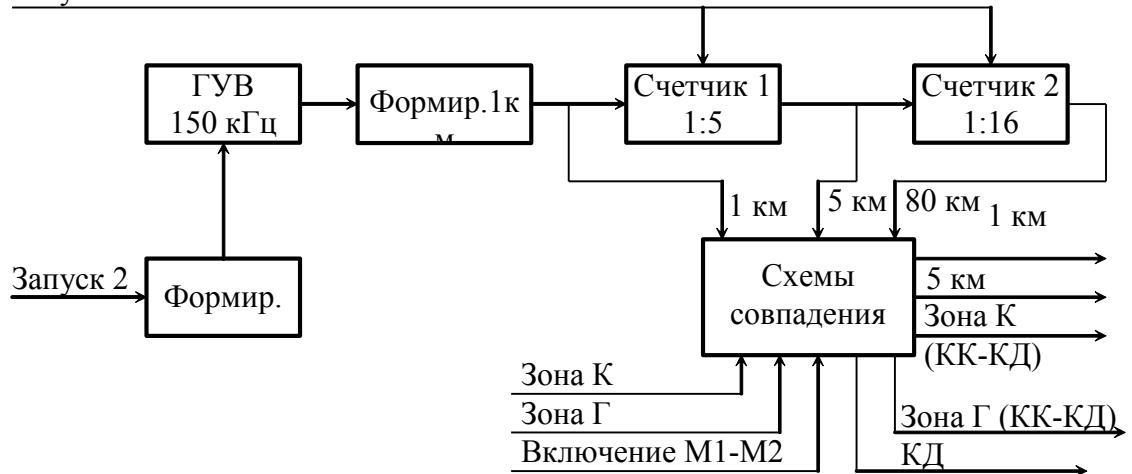


Рисунок 8.5. Функциональная схема платы формирователя меток дальности

ГУВ начинает работу по приходу задержанного импульса ЗАПУСК 2 с формирователя импульсов. Колебания синусоидальной формы с частотой 150 кГц поступают на формирователь меток дальности 1 км. Его импульсы за-

пускают счетчики 1 и 2. Обнуление счетчиков выполняется импульсом ЗА-ПУСК 1. Счетчики собраны на триггерах по схеме с параллельным переносом. С выходов разрядных триггеров счетчиков сигналы поступают на схемы совпадения, в которых при наличии на их других входах соответствующих управляющих сигналоврабатываются перечисленные выше выходные сигналы.

Длительность сигнала КД может иметь значения либо 20 км, либо 40 км, определяется выбранным масштабом развертки (М1, М2).

Плата коммутации

Плата коммутации предназначена для коммутации и суммирования развертывающих напряжений по координатам X и Y и напряжений смещения.

На вход платы поступают сигналы:

смещение курса – $E_{CM} = -5 \text{ В}$;

Р.Н. Y (по K) амплитудой $\pm 5 \text{ В}$, $\tau = 0,54 \text{ с}$;

смещение глиссады + $E_{CM} = +5 \text{ В}$;

Р.Н. Y (по Г) амплитудой $\pm 5 \text{ В}$, $\tau = 0,33 \text{ с}$;

ЗОНА K (КК-КД) амплитудой + 2,4 В, $\tau = 94 \text{ с}$;

ЗОНА Г (КК-КД) амплитудой + 2,4 В, $\tau = 34 \text{ с}$.

Функциональная схема платы коммутации приведена на рисунок 8.6.

Плата состоит из двух отдельных каналов коммутации развертывающих напряжений:

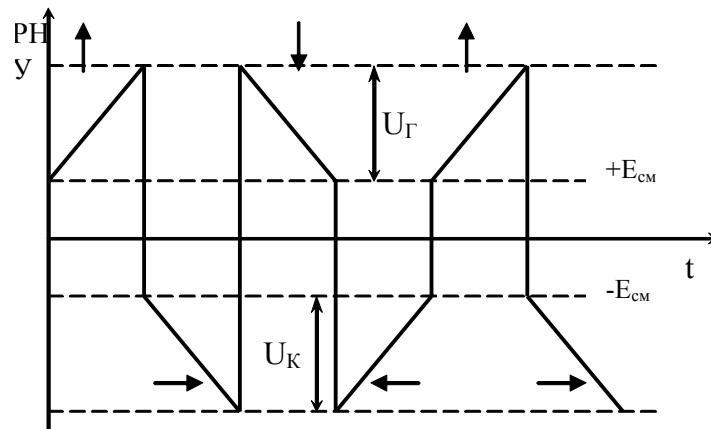
коммутации развертки по координате Y;

коммутации развертки по координате X.

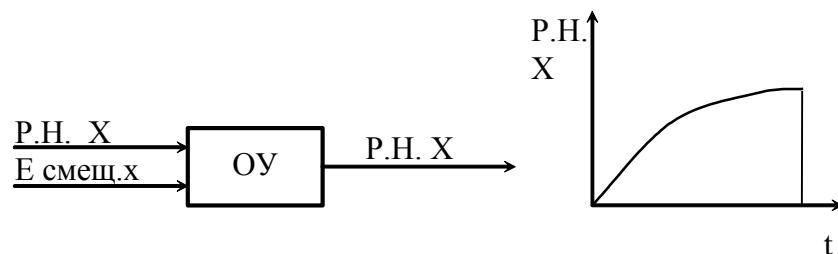
Первый канал, при поступлении управляющих сигналов ЗОНА Г (КК-КД), ЗОНА K (КК-КД), пропускает развертывающее напряжение глиссады (угловая информация Г с БРН) и смещение глиссады + E_{CM} или развертывающее напряжение курса (угловая информация K с БРН) и смещение курса – E_{CM} для суммирования на операционном усилителе (ОУ).



а



б



в

Рисунок 8.6. Функциональная схема платы коммутации

Амплитуда развертывающих напряжений определяется текущим угловым положением антенн курса или глиссады при их качании в горизонтальной и вертикальной плоскостях (показано стрелками). Амплитуда $+E_{cm}$ характеризует величину смещения сектора глиссады вверх на ИКГ относительно центра, а $-E_{cm}$ – сектора курса вниз. Результирующее развертывающее напряжение по координате У поступает в БИ-45.

Второй канал выполняет с помощью ОУ суммирование напряжения смещения развертки по координате X $E_{cm,x}$ с сигналом радиолокационной развертки по дальности нелинейного вида.

Плата развертки X

Плата развертки X предназначена для формирования напряжения развертки по дальности нелинейного вида (рисунок 8.6в). Такое напряжение необходимо для получения в блоке индикатора курса и глиссады нелинейной радиолокационной развертки по дальности (см. рисунок 8.1). Функциональная схема платы развертки приведена на рисунке 8.7.

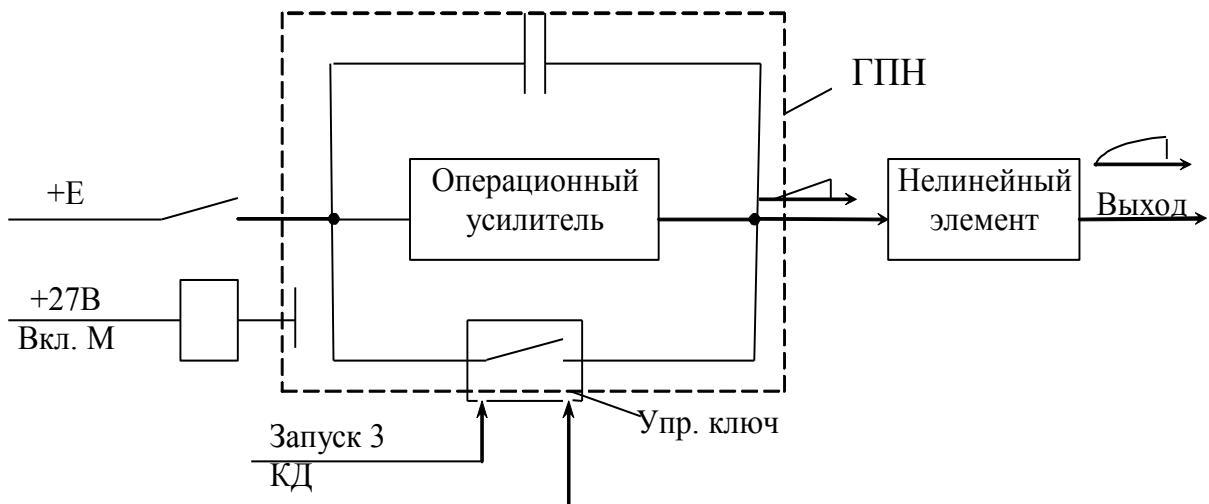


Рисунок 8.7. Функциональная схема платы развертки X

На вход платы поступают следующие сигналы:

ЗАПУСК 3;

сигнал КД;

постоянное напряжение Е = +3 В.

Как видно из функциональной схемы платы, постоянное напряжение через замкнутые контакты реле поступает на вход генератора пилообразного напряжения (ГПН). Генератор пилообразного напряжения выполнен на операционном усилителе, охваченном обратной связью через емкость. При поступлении на вход платы сигнала ЗАПУСК 3 ключ размыкается и интегратор начинает генерировать напряжение пилообразной формы с высокой степенью линейности. Процесс обрывается с приходом сигнала конца дистанции (КД), вызывающим замыкание ключа. Нелинейный элемент формирует напряжение, по форме близкое к логарифмической зависимости. Сигнал на выходе платы представляет собой последовательность импульсов с нарастающей

амплитудой от нуля до +5 В. Длительность импульсов определяется выбранным масштабом М.

Плата сдвига начала

Плата сдвига начала предназначена для формирования импульсов запуска для различных плат БУО-П, а также для выделения по амплитуде меток дальности на время электронной индикации положения антенн.

Входные сигналы ПСН:

импульсы кодов с 1-го по 5-й разряды ПС с амплитудой $U=2,4\text{--}4$ В, $\tau=0,2$ мкс;

метки 1 км с амплитудой $U = 2,4$ В, $\tau = 0,2$ мкс;

метки 5 км с амплитудой $U = 2,4$ В, $\tau = 0,2$ мкс;

импульсы СТРОБ ИНДИКАЦИИ с амплитудой $U=2,4\text{--}4$ В, $\tau=30\ldots100$ мкс;

импульс ЗАПУСК с амплитудой $U = (2,4 - 4)$ В, $\tau = 1$ мкс.

Функциональная схема ПСН приведена на рисунке 8.8.

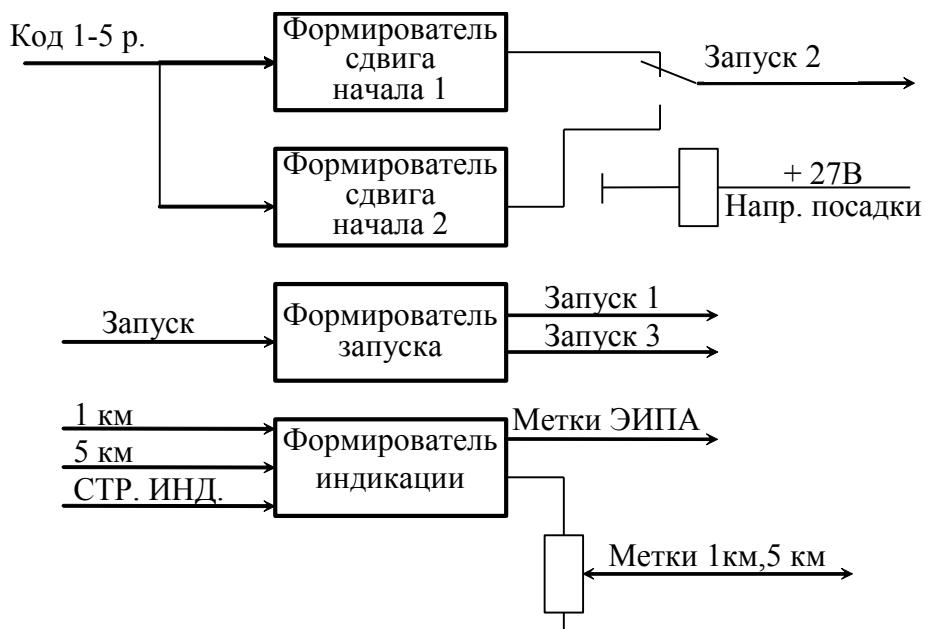


Рисунок 8.8. Функциональная схема ПСН

Состав ПСН:

формирователь сдвига начала 1;

формирователь сдвига начала 2;

формирователь запуска;
формирователь индикации.

Формирователь сдвига начала 1 выдает импульсы, задержанные от импульса запуска от 8 до 14 мкс в зависимости от положения переключателя СДВИГ НАЧАЛА 1 в ПСН. Выбор задержки выполняется при выполнении юстировки аппаратуры отображения. Аналогично работает формирователь сдвига начала 2. На выход платы, в цепь ЗАПУСК 2, поступает импульс сдвига начала 1 или сдвига начала 2 в зависимости от выбранного направления посадки.

Формирователь запуска предназначен для формирования импульса ЗАПУСК 3, задержанного на 0,4 мкс относительно импульса ЗАПУСК, а также для трансляции запускающего импульса ЗАПУСК, который на выходе формирователя обозначается в виде ЗАПУСК 1. Формирователь индикации предназначен для выделения меток дальности 1 км и 5 км на время импульса СТРОБ ИНДИКАЦИИ.

Плата счетчиков

Плата счетчиков предназначена для формирования импульсов двенадцатиразрядного кода, 5 разрядов которого используются для запуска ПСН и ПЗ.

Входные сигналы ПС:

импульсы ЗАПУСК 1 с ПСН, $U = 2,4 \text{ В}$, $\tau = 1 \text{ мкс}$;

импульсы СБРОСА с ПЗ $U = 4 \text{ В}$, $\tau = 1 \text{ мкс}$.

Функциональная схема платы счетчиков приведена на рисунке 8.9.

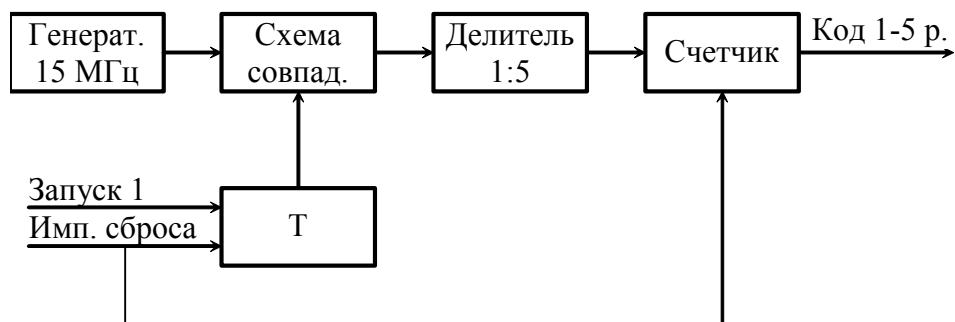


Рисунок 8.9. Функциональная схема ПС

Состав платы ПС:

генератор 15 МГц;

триггер;

схема совпадения;

делитель с коэффициентом деления 1:15;

счетчик.

Генератор вырабатывает стабилизированные кварцем сигналы с частотой 15 МГц. Триггер переходит в “1” состояние с приходом импульса ЗАПУСК 1, ИМПУЛЬС СБРОСА переводит триггер в “0” состояние. Импульс с триггера, длительностью 25 мкс, сигналы с генератора 15 МГц поступают на схему совпадения. Со схемы совпадения пачка сигналов генератора 15 МГц, длительностью 25 мкс, поступают на делитель с коэффициентом деления 1:15. Импульсы с делителя с частотой 1 МГц запускают 12-разрядный счетчик. В качестве выходных сигналов счетчика используются импульсы с 1-го по 5-й разряды.

Плата разверток посадочная

Плата разверток посадочная предназначена для формирования сигналов электронной индикации положения антенн (ЭИПА) курса и глиссады. Функциональная схема платы ПР-П для канала Г приведена на рисунке 8.10, а временные диаграммы – на рисунке 8.11.

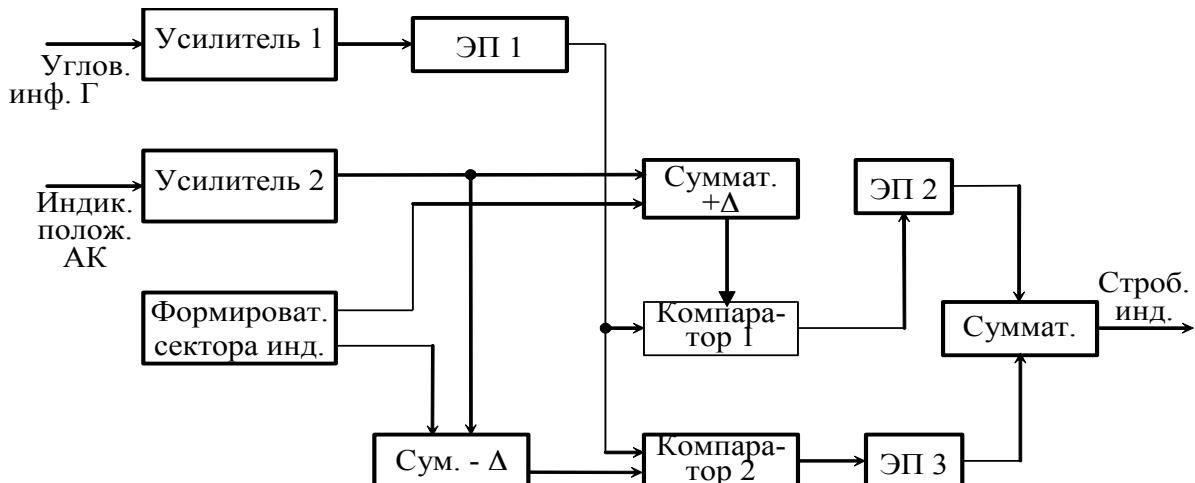


Рисунок 8.10. Функциональная схема платы ПР-П

Функциональная схема платы ПР-П для канала К аналогична. На вход платы поступает напряжение УГЛОВ. ИНФ. Г (содержит информацию о текущем угловом положении антенны глиссады) и напряжение ИНДИКАЦИЯ ПОЛОЖЕНИЯ АК (содержит информацию об углевороте антенны глиссады). С выхода усилителя 1 развертывающее напряжение через ЭП1 поступает на компараторы.

Напряжение ИНДИКАЦИИ ПОЛОЖ. АК, в дальнейшем будем называть напряжением ЭИПА, поступает на усилитель 2. Далее оно подается на один из входов двух сумматоров, на другие входы которых подается напряжение смещения ($+\Delta$, $-\Delta$) положительной и отрицательной полярности. Напряжения смещения определяют ширину сектора индикации положения антенны и формируются формирователем сектора индикации. Результирующие напряжения ЭИПА+ Δ и ЭИПА- Δ с сумматоров 1 и 2 поступают для сравнения с напряжением УГЛОВ. ИНФ. Г на компараторы.

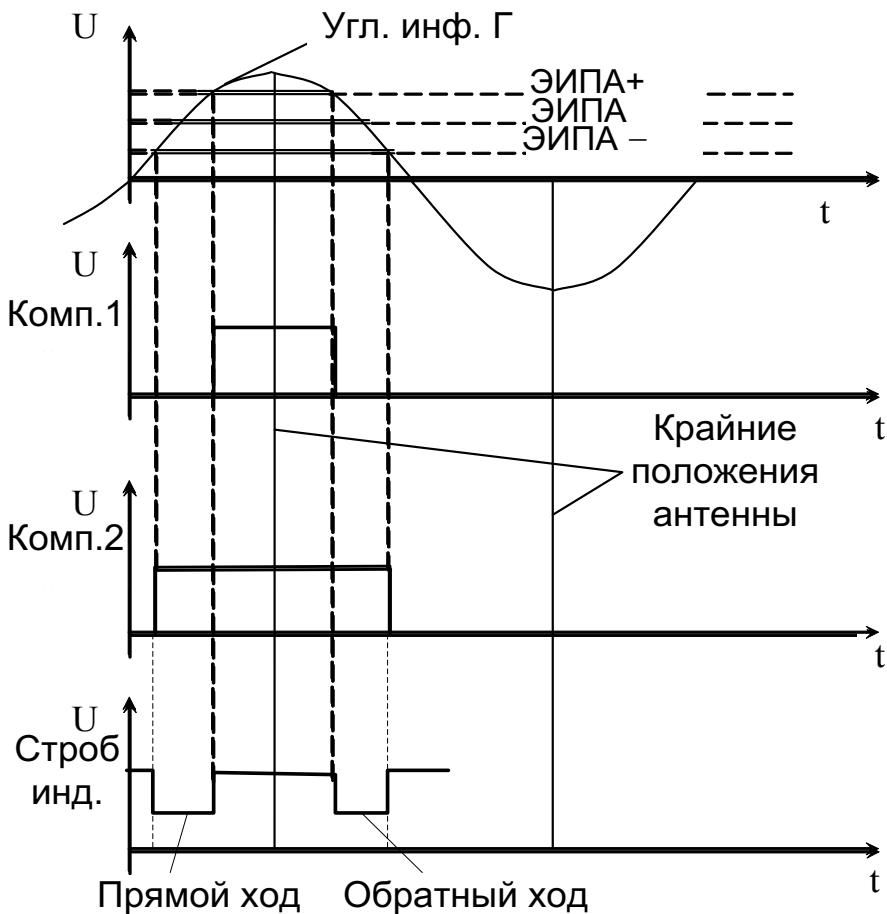


Рисунок 8.11. Временные диаграммы в ПР-П

В момент превышения напряжением УГЛОВ. ИНФ.Г уровней ЭИПА+Δ и ЭИПА-Δ на выходах компараторов появляются положительные импульсы. Выходные напряжения компараторов остаются положительными до тех пор, пока напряжение УГЛОВ. ИНФ. Г не станет меньше уровней сравнения (ЭИПА+Δ и ЭИПА-Δ). Временные диаграммы поясняют процессы при сканировании антенны глиссады. С выходов компараторов через эмиттерные повторители 2 и положительные импульсы подаются на сумматор с разными знаками. С выхода сумматора снимаются отрицательные импульсы, временное положение середины которых соответствуют угловому положению антенны курса в вертикальной плоскости, а длительность – ширине сектора индикации положения антенны. Этую величину подбирают равной ширине диаграммы направленности антенны курса в вертикальной плоскости. Эти импульсы используются в ПСН в качестве строба меток дальности.

Плата ГЛП БУО-П

А) Принцип построения ГЛП

Для получения соотношений, описывающих характер изменения координат ЗЛП и ЛРО, воспользуемся иллюстрациями на рисунке 8.12, где приведены основные геометрические соотношения, обозначения и расположение ЗЛП, ЛРО относительно ПРЛ-6М2 и ВПП по курсу и углу места (глиссаде).

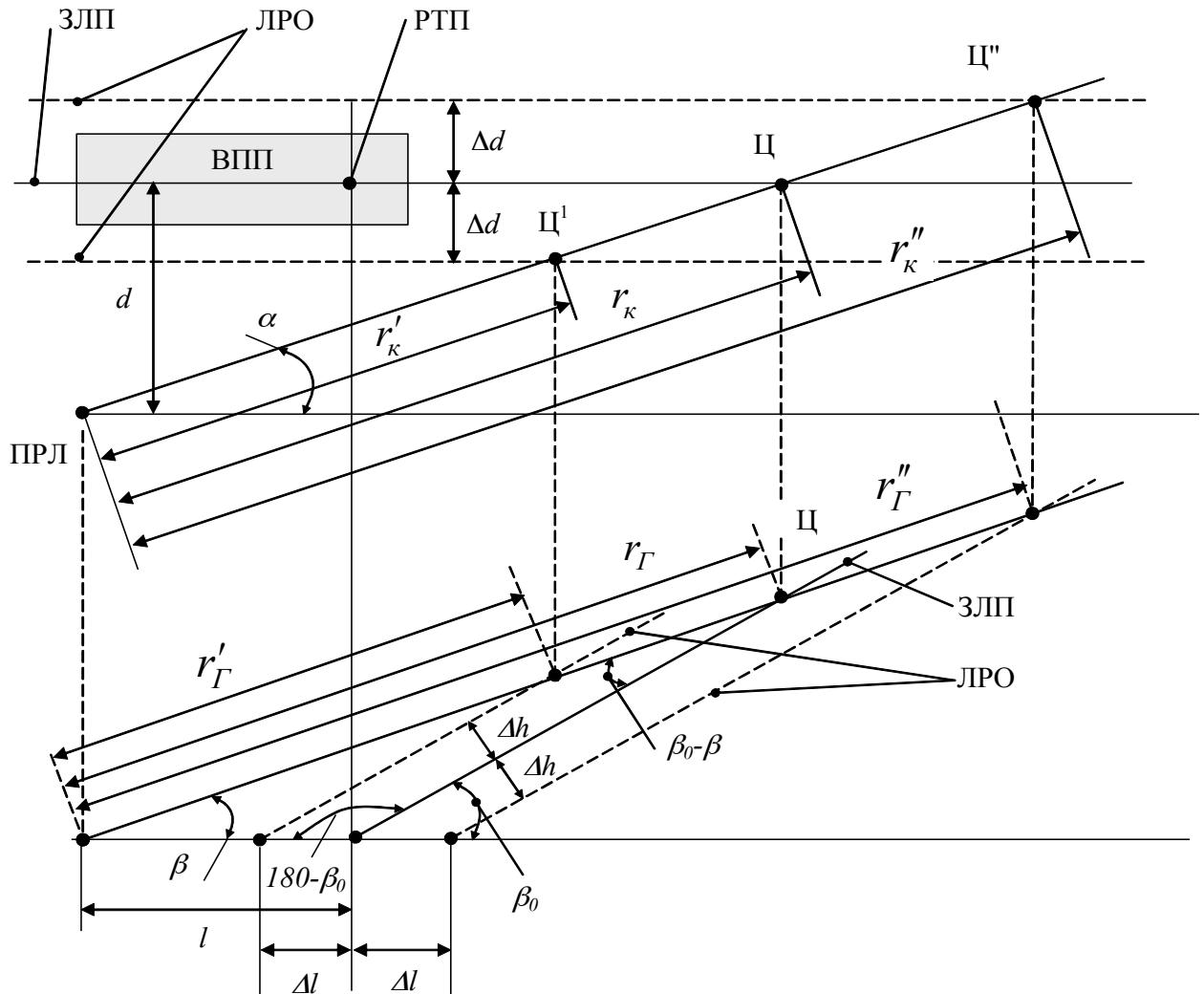


Рисунок 8.12. Геометрические соотношения в ПРЛ-6М2

Из рисунка видно, что наклонные дальности до целей, находящихся на ЗЛП, ЛРО1, ЛРО2, по курсу можно выразить через угол визирования цели α и удаление ПРЛ-6М2 от оси ВПП d соотношениями:

$$r_K = \frac{d}{\sin \alpha}; \quad (1) \quad r'_K = \frac{d - \Delta d}{\sin \alpha}; \quad (2) \quad r''_K = \frac{d + \Delta d}{\sin \alpha}. \quad (3)$$

В соответствии с теоремой синусов для наклонной дальности по каналу глиссады следует, что

$$\frac{r_\Gamma}{\sin(180 - \beta_0)} = \frac{l}{\sin(\beta_0 - \beta)},$$

с учетом малых углов β_0 и $\beta_0 - \beta$ получаем:

$$r_\Gamma \approx \frac{\beta_0 l}{\beta_0 - \beta}; \quad (4) \quad r'_\Gamma \approx \frac{(l - \Delta l)\beta_0}{\beta_0 - \beta}; \quad r''_\Gamma \approx \frac{(l + \Delta l)\beta_0}{\beta_0 - \beta}.$$

Учитывая, что $\Delta l \cdot \beta_0 \approx \Delta l \cdot \sin \beta_0 \approx \Delta h$, для малых β_0 получим:

$$r'_T \approx \frac{l\beta_0 - \Delta h}{\beta_0 - \beta}; \quad (5) \quad r''_T \approx \frac{l\beta_0 + \Delta h}{\beta_0 - \beta}. \quad (6)$$

Полученные выражения описывают местоположение ЗЛП и ЛРО в прямоугольной системе координат индикатора. Для получения электронной индикации этих линий на экране ИКГ необходимо подавать на ЭЛТ видеоимпульсы в моменты времени, когда электронное пятно на линиях разверток по дальности для угловых положений антенн по курсу α и углу места β будет находиться в точках, соответствующих дальностям r_K , r'_K , r''_K . Принцип построения такого генератора отражает упрощенная схема, приведенная на рисунке 8.13. Основными функциональными элементами ГЛП являются компараторы ($K1_H$, $K2_H$, $K3_H$ и $K1_K$, $K2_K$, $K3_K$, H – начало, K – конец), генератор пилообразного напряжения (ГПН), формирователь импульсов. Принцип работы ГПЛ поясняется эпюрами. С приходом запускающих импульсов (1) ГПН формирует пилообразный импульс напряжения (2) длительностью T_P , соответствующей выбранному масштабу дальности. Линейная зависимость выходного сигнала ГПН соответствует левой части уравнений (1-6). Например, для уравнений ЗЛП (1) и (4) его амплитуда (U_α , U_β) пропорциональна $r_K \sin \alpha$ для канала курса и $r_T(\beta_0 - \beta)$ для канала глиссады. Сигнал с выхода ГПН подается на первые входы компараторов $K1_H$, $K2_H$, $K3_H$ и $K1_K$, $K2_K$, $K3_K$. На вторые входы компараторов $K1_H$, $K2_H$, $K3_H$ подаются пороговые напряжения U_{Pi} , пропорциональные значениям: d на $K2_H$, $d - \Delta d$ на $K1_H$ и $d + \Delta d$ на $K3_H$ в интервале сектора обзора АК, а в интервале сектора обзора АГ, соответственно $l\beta_0$, $l\beta_0 - \Delta h$, $l\beta_0 + \Delta h$.

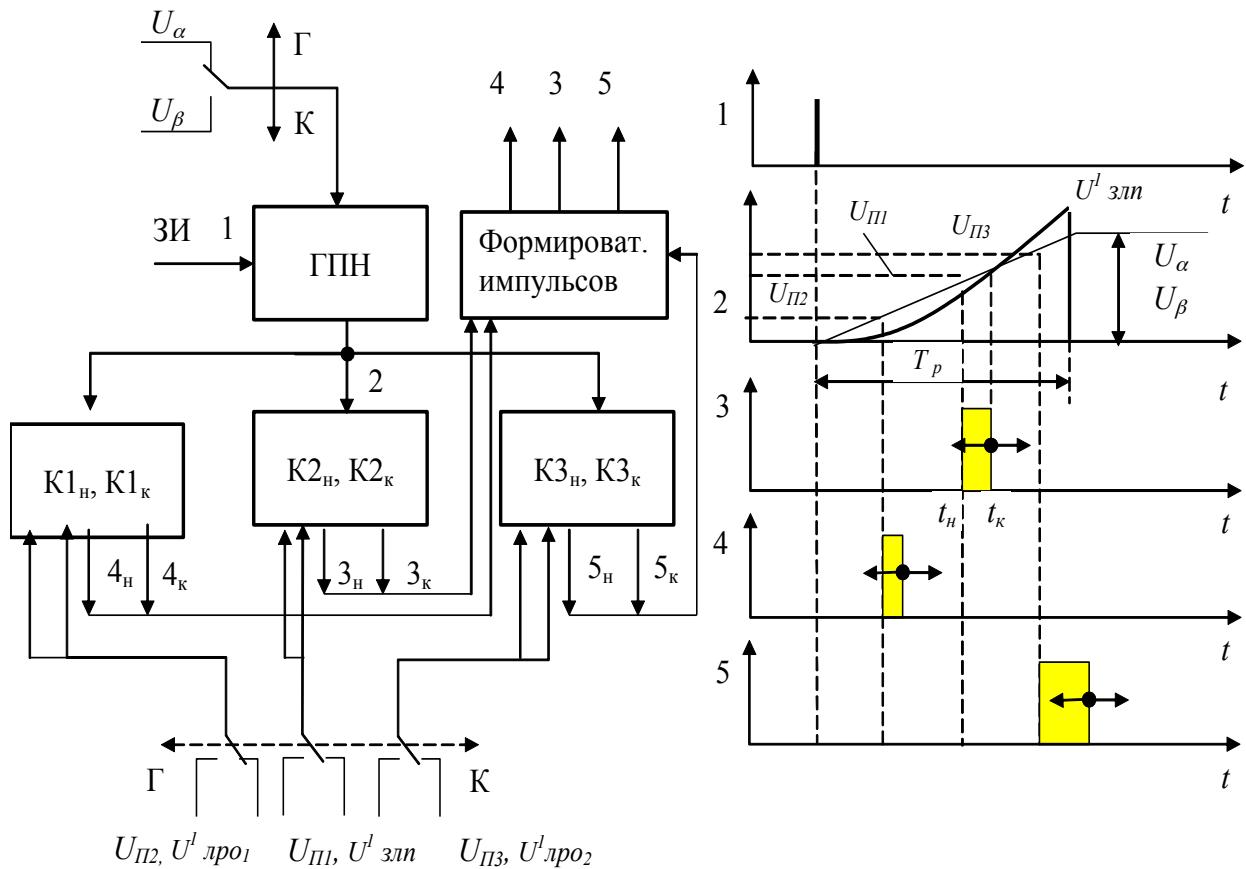
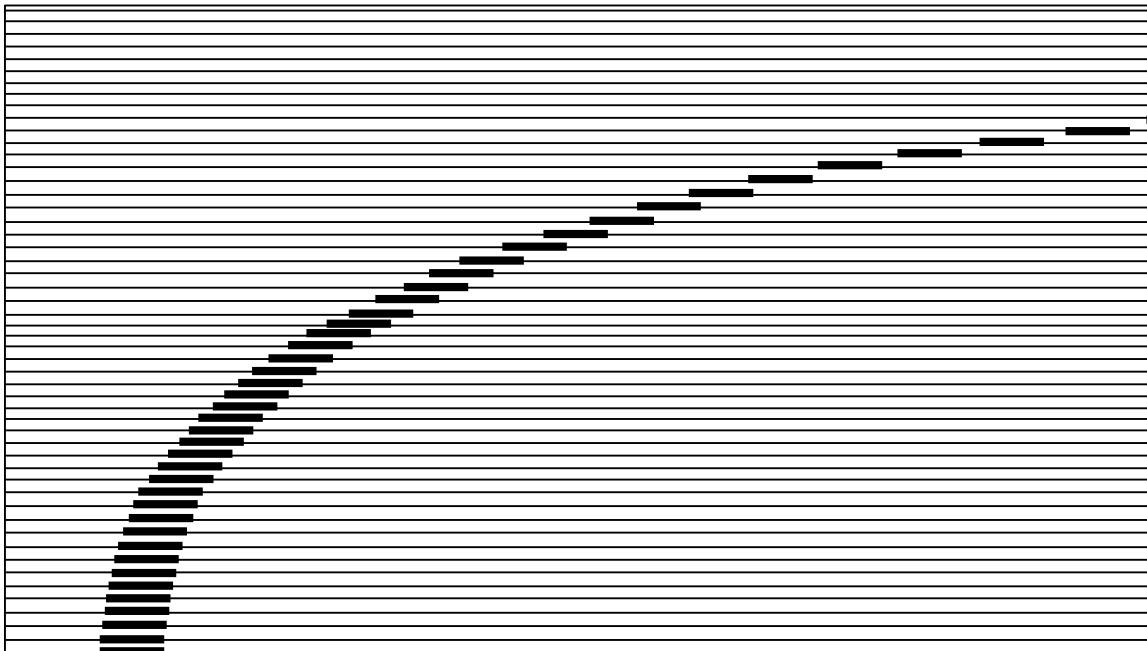
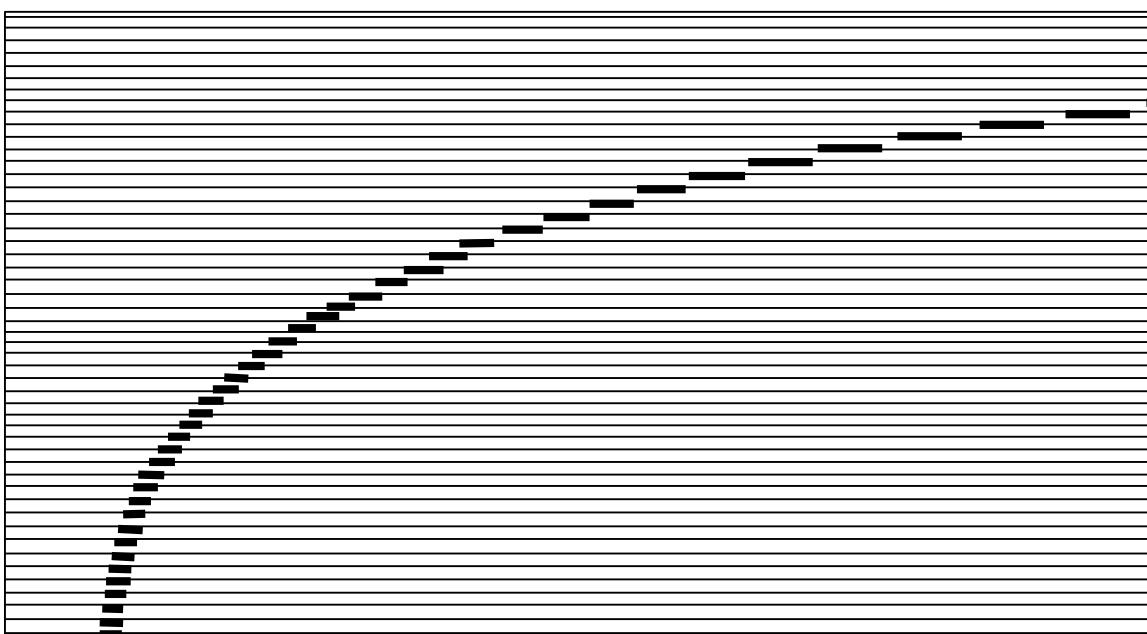


Рисунок 8.13. Принцип работы ГЛП

Компараторы в момент совпадения значений двух входных напряжений формируют короткие прямоугольные импульсы $4_H, 3_H, 5_H$, запускающие формирователь импульсов. Если длительность выходных сигналов формирователя импульсов была бы постоянной, то на ИКГ отображались линии разной толщины (рисунок 8.14 а). Для получения одинаковой толщины линий на экране ИКГ (рисунок 8.14 б), импульсы формирователя подвергаются широтной импульсной модуляции. Для этого на вторые входы компараторов K_{1K}, K_{2K}, K_{3K} подаются напряжения параболического вида $U^l_{\text{лро1,2}}$ и $U^l_{\text{злп}}$. В моменты равенства этих напряжений (на рисунке показано только $U^l_{\text{злп}}$) и сигнала с выхода ГПН формируются импульсы $4_K, 3_K, 5_K$, прерывающие формирование выходных импульсов (3), (4), (5). Для других углов курса и глиссады моменты совпадения этих напряжений будут меняться, обеспечивая одинаковую толщину линий.



а



б

Рисунок 8.14. Отображение линий положения на ИКГ

Б) Функциональная схема платы ГЛП

По своему составу и принципу работы платы ГЛП-К и ГЛП-Г одинаковы. Функциональная схема платы формирования линий канала курса представлена на рисунке 8.15, а временные диаграммы процессов в ней – на рисунке 8.16 (на примере формирования ЗЛП).

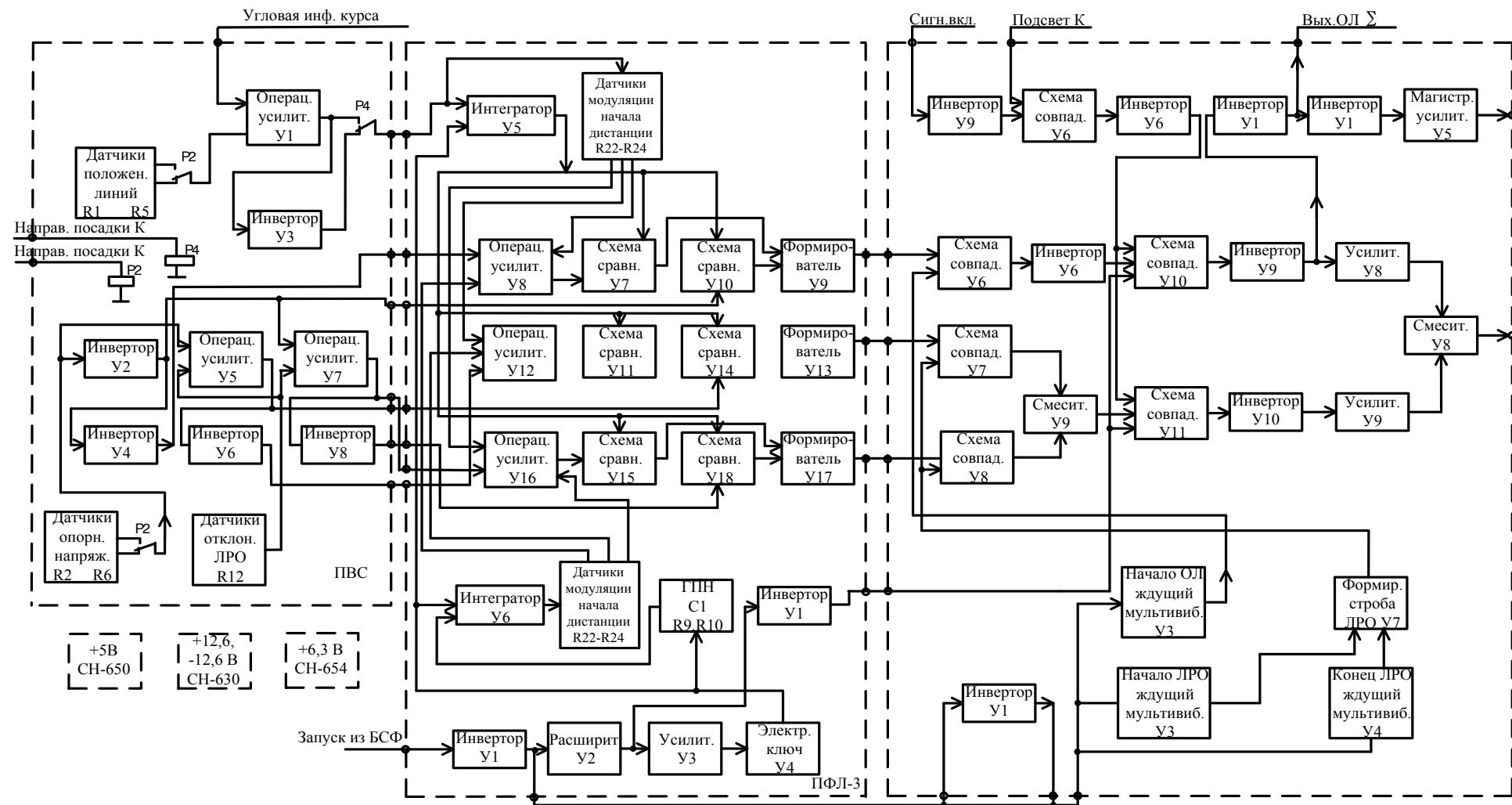


Рисунок 8.15. Функциональная схема платы формирования линий канала курса

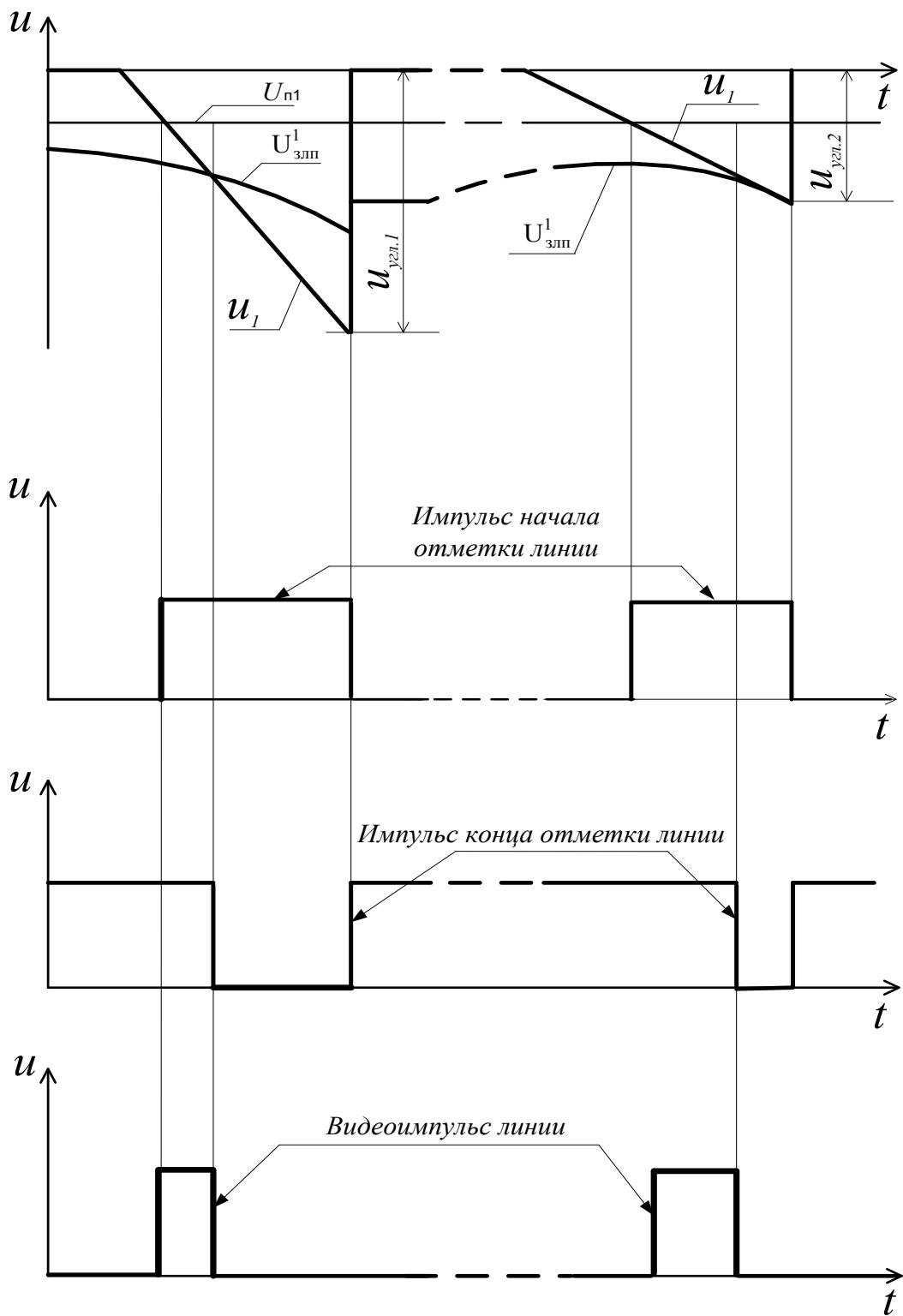


Рисунок 8.16. Временные диаграммы процессов в плате формирования линий канала курса

При рассмотрении принципа работы будем использовать выражения (1), (2), (3). Функциональная схема платы формирования линий канала глиссады аналогична.

На плате входных сигналов (ПВС) размещены датчики опорного напряжения, формирующие напряжение, пропорциональное d , и датчик отклонения ЛРО относительно ЗЛП на величину Δd . Напряжение угловой информации К, пропорциональное $\sin \alpha$, α – текущее угловое положение антенны курса, через операционный усилитель (ОУ) У1, замкнутые контакты реле Р4, поступает в ПФЛ-3 на интегратор У5. Интегратор У5 запускается прямоугольным импульсом, длительность которого определяется выбранным масштабом. Этот импульс формируется следующим образом. Импульсы запуска развертки, поступающие на плату ПФЛ-3, пройдя инвертор У1, запускают расширитель (триггер) У2. Импульс триггера по длительности перекрывает всю дистанцию ПРЛ. Он усиливается в усилителе У3 и управляет электронным ключом У4. Интегратор У5 формирует пилообразный импульс u_1 , крутизна нарастания которого пропорциональна угловому напряжению К. Его максимальная амплитуда для угла α_1 равна $U_{\text{угл.1}}$, для угла $\alpha_2 < \alpha_1$ – $U_{\text{угл.2}}$, а текущее значение пропорционально $r_K \sin \alpha$. Пилообразный импульс с интегратора поступает на первые входы схем сравнения У7, У10, У11, У14, У15, У18. На второй вход У10 с датчиков опорного напряжения поступает напряжение $U_{\text{П1}}$, пропорциональное d . В момент равенства $U_{\text{П1}}$ и u_1 У10 срабатывает, начинает формироваться импульс начала ЗЛП, запускающий формирователь У9. Момент окончания импульса ЗЛП определяется моментом срабатывания схемы сравнения У7, на второй вход которой поступает напряжение, по форме близкое к параболическому, с операционного усилителя У8. Начальное значение этого напряжения, пропорциональное $U_{\text{П1}}$, поступает в У8 с инверторов У2, У4 ПВС. Параболическое напряжение формируется путем двойного интегрирования прямоугольного импульса с электронного ключа У4 в генераторе пилообразного напряжения (ГПН на С3, R9, R10) и интеграторе У6. Амплитуда этого напряжения зависит от угла α , что обеспечивается изменением коэффициентов усиления усилителей У8 (для ЗЛП), У12 (для ЛРО1), У16 (для ЛРО2) сигналами с датчиков модуляции начала

дистанции R22-R24. Схема сравнения У7 формирует импульс конца ЗЛП, прерывающий работу формирователя У9.

При формировании ЛРО1 импульс её начала получается на выходе схемы сравнения У14 ПФЛ-3, на второй вход которой поступает напряжение $U_{\text{п}2}$, пропорциональное $d-\Delta d$, с операционного усилителя У5. На входы У5 поступают напряжения с датчиков опорного напряжения R2, R6 и с датчика отклонения ЛРО R12. Запускается формирователь У13. Импульс окончания ЛРО1 получается на выходе схемы сравнения У11. Он прерывает работу формирователя У13. При этом начальное значение параболического напряжения, пропорциональное $U_{\text{п}2}$, поступает в У12 с инвертора У6 ПВС.

При формировании ЛРО2 импульс её начала получается на выходе схемы сравнения У18 ПФЛ-3, на второй вход которой поступает напряжение $U_{\text{п}3}$, пропорциональное $d+\Delta d$, с операционного усилителя У7 после инвертирования в У8. На входы У7 поступают напряжения с датчиков опорного напряжения R2, R6 и датчика отклонения ЛРО R12. Запускается формирователь У17. Импульс окончания ЛРО2 получается на выходе схемы сравнения У15. Он прерывает работу формирователя У17. Начальное значение параболического напряжения, пропорциональное $U_{\text{п}3}$, поступает в У16 с операционного усилителя У7.

Формирователи У9, У13, У17 формируют видеоимпульсы положительной полярности, передний фронт этих импульсов совпадает с началом импульса отметки линии, а задний – с началом импульса конца отметки линии. С выхода формирователей У9, У13, У17 модулированные по длительности видеоимпульсы ЗЛП, ЛРО1, ЛРО2 поступают в плату выходных устройств (ПВУ) на схемы совпадения У6, У7, У8. На вторые входы схем совпадения поступают прямоугольные импульсы с мультивибратора У2 и формирователя строба ЛРО У7. Ждущий мультивибратор У2 формирует стробирующий импульс ЗЛП. Импульсы мультивибратора У3 запускают формирователь строба ЛРО У7. Окончание строба ЛРО определяется длительностью импульса мультивибратора У4. Все мультивибраторы запускаются импульсами запуска

развертки с инвертора У1 ПФЛ-3. Стробированные по дальности видеоимпульсы ЛРО1 и ЛРО2 поступают на смеситель У9, а затем на схему совпадения У11, где стробируются импульсами расширителя с ПФЛ-3, импульсами подсвета К и сигналом включения ИКГ. После схем совпадения У10, У11 видеоимпульсы ЗЛП, ЛРО1 и ЛРО2 инвертируются в У9, У10 и поступают на усилители У8, У9. Амплитуды видеоимпульсов ЗЛП, ЛРО1 и ЛРО2 на входе смесителя У8 могут регулироваться независимо. Смешанные видеоимпульсы ЗЛП, ЛРО1 и ЛРО2 проходят на совмещенный выход ПВУ.

При изменении направления посадки реле Р4 обесточено, напряжение угловой информации К на выходе инвертора У3 ПФЛ-3 изменяет полярность. Изменяется полярность и опорного напряжения при срабатывании реле Р2.

Принцип работы ГЛП при формировании ЗЛП, ЛРО1 и ЛРО2 канала глиссады аналогичен рассмотренному выше. При рассмотрении принципа работы необходимо использовать выражения (4), (5), (6). При этом в работу дополнительно включаются датчики положения линий R1, R2 ПВС, напряжение с которых пропорционально β_0 , его знак изменяется при срабатывании реле Р2.

8.3. Блок развертывающих напряжений БРН-021

8.3.1. Функциональная схема БРН-021

БРН-021 обеспечивает формирование развертывающих напряжений, пропорциональных угловым положениям антенн по курсу в секторе $\pm 17,5^\circ$ и глиссаде в секторе от -1° до $+8^\circ$. Эти напряжения необходимы для управления разверткой в ИКГ ПРЛ-6М2 и ВИСП-75Т на КДП. Принцип действия блока БРН-021 рассмотрим по функциональной схеме, приведенной на рисунке 8.17, и временными диаграммам на рисунке 8.18.

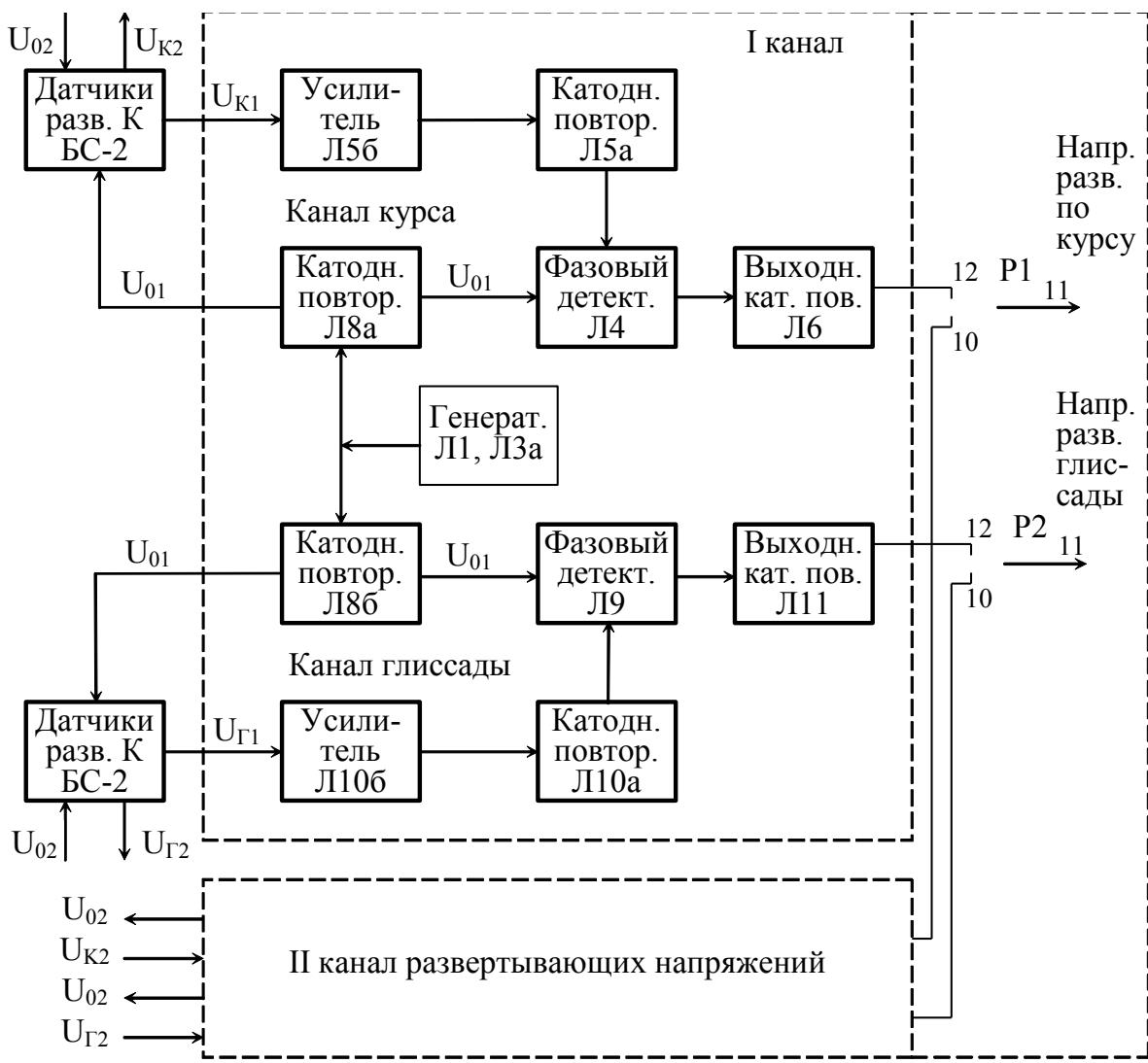


Рисунок 8.17. Функциональная схема БРН-021

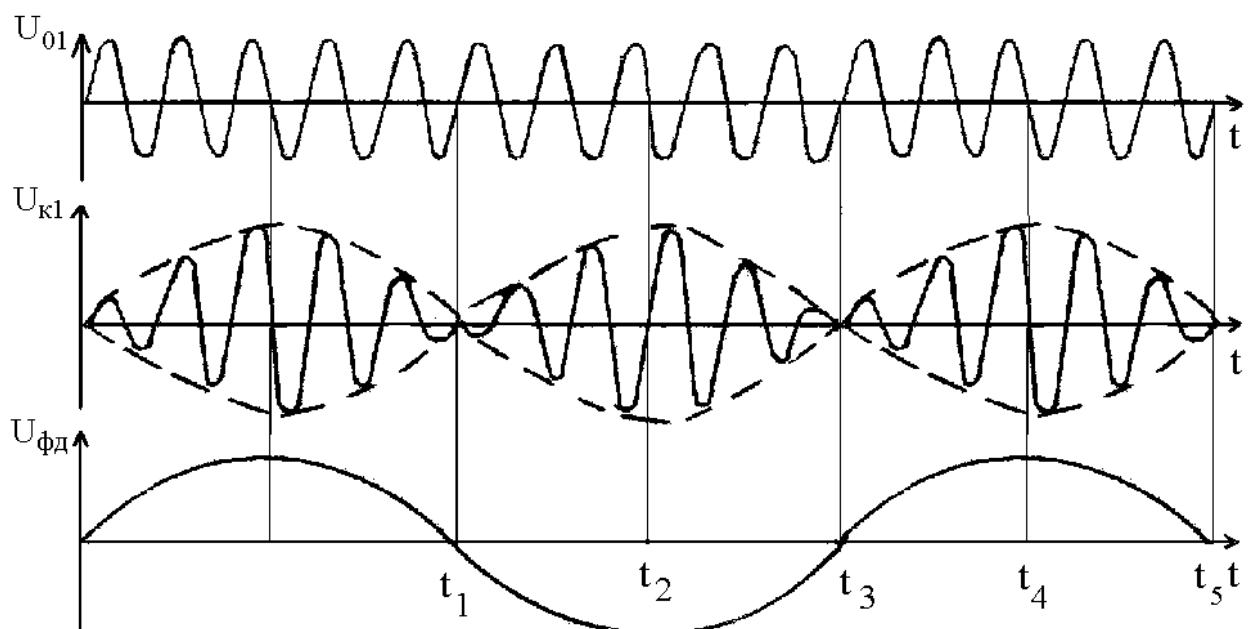


Рисунок 8.18. Временные диаграммы сигналов в БРН-021

Блок состоит из двух одинаковых каналов, каждый из которых включает схемы формирования напряжений курса и глиссады. Второй канал используется в ПРЛ при выходе из строя первого. Схемы формирования напряжений курса и глиссады аналогичны по структуре, поэтому рассмотрим принцип действия блока на примере первого канала курса. Для упрощения рассмотрения процессов будем полагать, что антенна курса вращается в секторе 360^0 .

Генератор синусоидальных колебаний на лампах Л1, Л3а (общий для обеих схем формирования) вырабатывает напряжение частотой 6 кГц. Это опорное напряжение U_{01} через катодный повторитель Л8а запитывает роторную обмотку сельсина БС-2. Ротор сельсина механически связан с осью привода антенны курса, поэтому напряжение, снимаемое со статорной обмотки сельсина БС-2 U_{K1} , представляет собой амплитудно-модулированное колебание. Его амплитуда изменяется пропорционально углу поворота антенны курса. Это напряжение через усилитель Л5б, катодный повторитель Л5а поступает на первый вход фазового детектора Л4. На второй вход фазового детектора с катодного повторителя Л8а поступает опорное напряжение U_{01} . Выходное напряжение фазового детектора канала курса представляет собой гармонический сигнал, амплитуда которого характеризует текущую фазу углового положения антенны курса. Выходной сигнал фазового детектора курса через выходной катодный повторитель Л6, контакты реле Р1 поступает на ИКГ и ВИСП-75Т. Аналогичным образом функционирует канал глиссады, включающий датчик развертывания глиссады, катодный повторитель Л8б, усилитель Л10б, катодный повторитель Л10а, фазовый детектор Л9 и выходной катодный повторитель Л11.

Так как антенна К сканирует в малом секторе $\pm 17,5^0$, то на выходе ФД будет напряжение, закон изменения которого близок к линейному ($\sin x \approx x$) (рисунок 8.19). Это позволяет получить на ИКГ практически неискаженную развертку в секторе курса.

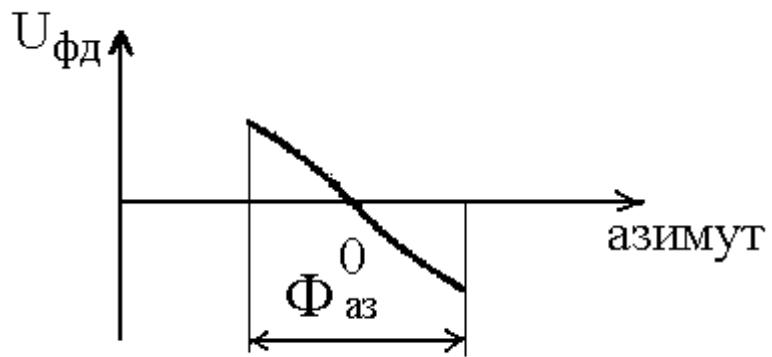


Рисунок 8.19. Сигнал на выходе фазового детектора в секторе Φ_{A3}

8.3.2. Принципиальная схема канала формирования развертывающих напряжений курса и глиссады

Генератор опорного напряжения

Генератор опорного напряжения вырабатывает непрерывные синусоидальные колебания с частотой 6 кГц. Это напряжение используется для запитки роторных обмоток сельсинов развертывания антенн курса и глиссады, а также в качестве опорного для фазовых детекторов каналов курса и глиссады. Принципиальная схема генератора опорного напряжения приведена на рисунке 8.20. Генератор представляет собой двухканальный резистивный усилитель, охваченный как положительной, так и отрицательной обратной связью. Цепь положительной обратной связи определяет частоту генерируемых колебаний и состоит из резисторов R5, R7 и конденсаторов C2, C3. При этом частота генерируемых колебаний определяется из выражения

$$f = \frac{1}{6,23\tau}, \quad (8.1)$$

где $\tau = RC$ -постоянная времени цепи обратной связи, $R = R5 = R7$, $C = C2 = C3$.

Для поддержания неизменного режима работы генератора, постоянства амплитуды его выходного сигнала используется цепь отрицательной обратной связи, состоящая из резисторов R6, R10, потенциометра R8 и нелинейного сопротивления лампы накаливания Л2. Изменение величины отрицательной

обратной связи выполняется с помощью резистора R8 (РЕГУЛИРОВКА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ). Автоматическая регулировка амплитуды выходного напряжения генератора при изменении температуры нагрева аппаратуры происходит благодаря нелинейным свойствам лампы накаливания Л2. Например, при уменьшении амплитуды выходного напряжения с анодной нагрузки лампы Л1 ток, протекающий через лампу Л2, уменьшается, что приводит к уменьшению потенциала катода Л3а, возрастанию напряжения на управляющей сетке Л1 и росту ее тока. В результате этого возрастает величина выходного напряжения генератора до первоначального значения.

Фазовый детектор

Принципиальная схема фазового детектора (ФД) канала курса, выделяющего огибающую выходного сигнала датчика развертывания по курсу, показана на рисунке 8.21. Для пояснения принципа работы ФД воспользуемся временными диаграммами на рисунке 8.18. ФД построен по схеме детектора коммутируемого типа. Опорное напряжение для первого канала курса с генератора 6 кГц, которое на рисунке 8.18 обозначено U_{01} , поступает на первичную обработку трансформатора Тр1 (выводы 4, 5). Вторичные обмотки трансформатора 7, 8 и 9, 10 подключены к управляющим сеткам лампы Л4 синфазно. Выходной сигнал ФД снимается с конденсатора С7. Вторым входным сигналом ФД является амплитудно-модулированное колебание U_{K1} . Оно подается на анод Л4а и катод Л4б. В моменты прохождения антенной курса значений 0° и 180° происходит изменение текущей фазы выходного сигнала датчика развертывания по курсу U_{K1} . Рассмотрим работу ФД на интервалах $t_1 - t_2$, $t_2 - t_3$, $t_3 - t_4$, $t_4 - t_5$.

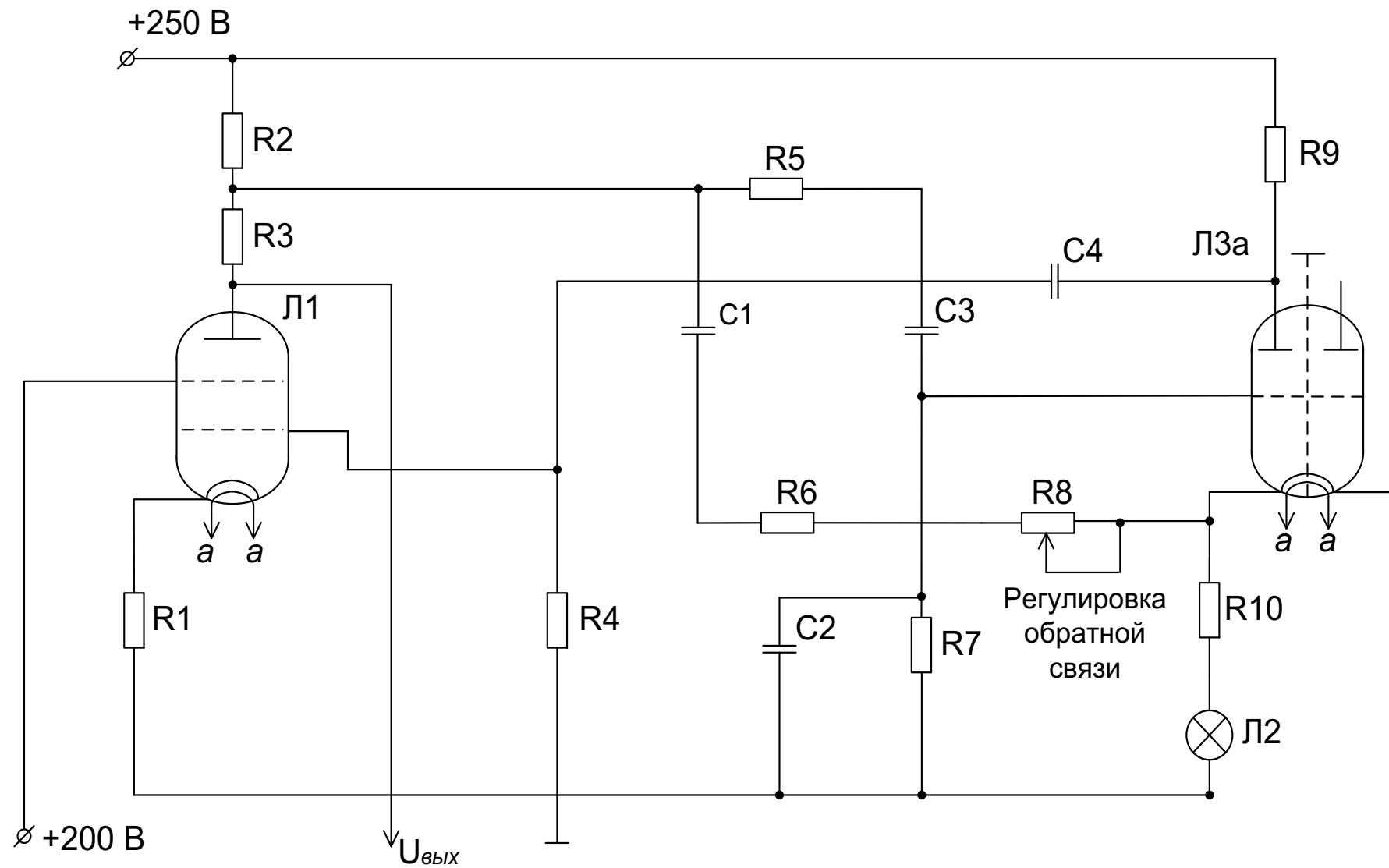


Рисунок 8.20. Опорный генератор $F=6$ кГц

В момент времени t_1 конденсатор С7 полностью разряжен. Начиная с $t > t_1$, лампа Л4б отпирается в моменты совпадения положительной полуволны опорного напряжения на ее сетке с отрицательной полуволной сигнала U_{K1} на катоде этой лампы.

Конденсатор С7 будет подзаряжаться и к моменту времени t_2 зарядится до максимального отрицательного амплитудного значения сигнала U_{K1} . Ток заряда протекает по цепи: корпус – конденсатор С7 – лампа Л4б – статорная обмотка сельсина. Заряд

конденсатора С7 прекращается, когда потенциал анода Л4б окажется более отрицательным по сравнению с катодом (в момент $t = t_2$). Лампа Л4б запирается. Одновременно отпирается лампа Л4а, так как ее катод, за счет заряда конденсатора С7, будет более отрицательным, чем анод. В течение интервала времени $t_2 - t_3$ лампа Л4а будет отпираться в моменты совпадения положительных

полуволн опорного сигнала U_{01} и отрицательных полуволн напряжения сигнала U_{K1} . Конденсатор С7 будет перезаряжаться

через лампу Л4а до нулевого значения напряжения по цепи: статорная обмотка сельсина – лампа Л4а – С7 - корпус. В момент $t = t_3$ напряжение на С7 будет равно нулю, но, начиная с момента времени $t > t_3$, лампа Л4а отпирается в моменты совпадения

положительных полуволн опорного напряжения U_{01} и положительных полуволн сигнала U_{K1} . Конденсатор С7 будет заряжаться до максимального положительного амплитудного значения сигнала U_{K1} . В момент $t = t_4$ потенциал анода лампы Л4а станет отрицательным по отношению к катоду и лампа закроется. С

этого момента отпирается лампа Л4б, так как за счет положительного заряда конденсатора С7 её анод будет более положительным, чем катод. В течение интервала времени $t_4 - t_5$

лампа Л4б отпирается в моменты совпадения положительных полуволн напряжения U_{01} с положительными полуволнами напряжения U_{K1} , а конденсатор С7 будет перезаряжаться до нулевого значения амплитудного напряжения сигнала U_{K1} . С момента времени $t > t_5$, весь процесс повторится. В результате на конденсаторе С7 получается напряжение, повторяющее огибающую сигнала U_{K1} .

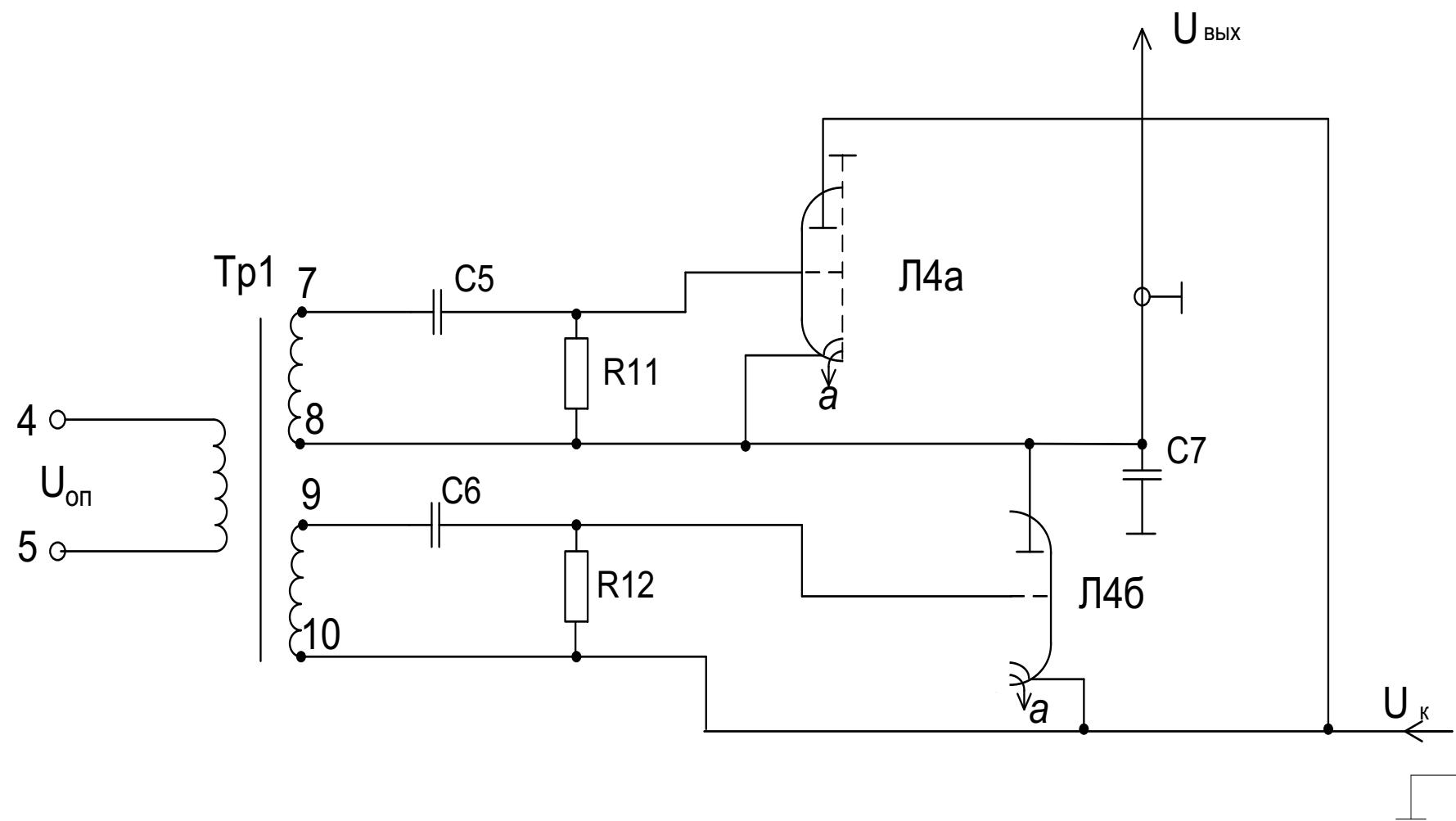


Рисунок 8.21. Фазовый детектор канала курса

Напряжение с конденсатора С7 поступает на низкочастотный R-C фильтр для сглаживания пульсаций частоты 6 кГц. Аналогичным образом функционирует и второй (резервный) канал формирования развертывающих напряжений курса и глиссады.

8.4. Датчики развертывания курса и глиссады

В качестве датчиков развертывания курса и глиссады в ПРЛ-6М2 используются бесконтактные сельсины типа БС-2. Так как принцип действия этих сельсинов и конструкция одинаковы, то рассмотрим работу бесконтактного сельсина курса. Бесконтактный сельсин по своей конструкции представляет электромеханическое устройство, по внешнему виду сходное с электродвигателями малой мощности, работает в трансформаторном режиме. Сельсин состоит из двух основных элементов: ротора, ось которого механически связана с приводом антенны курса, и неподвижного статора. Принципиальная схема бесконтактного сельсина показана на рисунке 8.22.

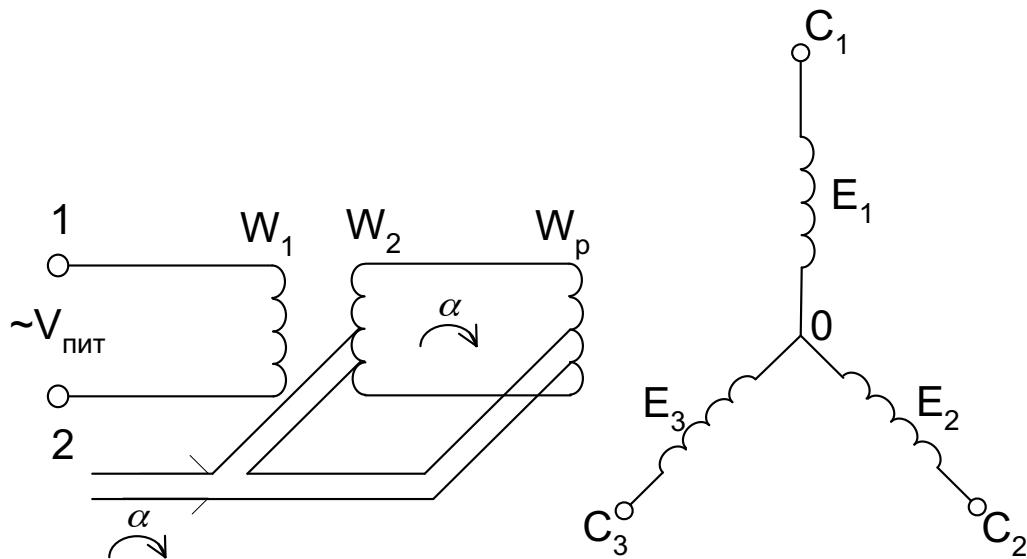


Рисунок 8.22. Принципиальная схема бесконтактного сельсина

На статоре размещается запитывающая обмотка W_1 , на которую поступает напряжение от опорного генератора 6 кГц. Выходные обмотки статора имеют выводы C_1 , C_2 , C_3 . На роторе намотаны обмотки W_2 и W_p . Особенностью конструкции сельсина является то, что величина ЭДС, наводимой в роторной

обмотке W_2 запитывающим напряжением с W_1 , не зависит от угла поворота ротора. Эта ЭДС запитывает роторную обмотку W_p . Так выполняется бесконтактная запитка роторной обмотки. Возникающий вокруг роторной обмотки магнитный поток наводит в статорных обмотках С1, С2, С3 ЭДС, амплитуды которых равны:

$$E_1 = E_{\text{МАКС}} \cos \alpha,$$

$$E_2 = E_{\text{МАКС}} \cos(\alpha - 120^\circ), \quad (8.2)$$

$$E_3 = E_{\text{МАКС}} \cos(\alpha - 240^\circ),$$

где $E_{\text{МАКС}}$ – максимальное значение ЭДС, α – угол поворота оси ротора сельсина. Вид выходного сигнала сельсина с обмотки С1 приведен на рисунке 8.18. Его амплитуда зависит от угла поворота антенны α , а фаза изменяется на противоположную в точках нулевых амплитуд.

Важным достоинством бесконтактных сельсинов, по сравнению с контактными, является отсутствие в них контактных шумов (помех), имеющих широкий диапазон частот.

8.5. Конструкция блоков АО ПРЛ-6М2

Блок развертывающих напряжений (рисунок 8.23) построен по схеме каркасной конструкции. Структурно БРН-021 включает 2 канала формирования развертывающих напряжений. На лицевой части блока расположены электроизмерительный прибор для контроля амплитуд развертывающих напряжений К и Г, индикаторные лампы выбранных в работу каналов (I канал, II канал), предохранители блоков питания. С помощью тумблера выбираются контролируемые напряжения - РАЗВ. НАПР. К и РАЗВ. НАПР. Г.

На лицевой панели блока БУО-П (рисунок 8.24) под крышкой расположены:

- переключатель выбора масштабов;
- регулировочные шлифы потенциометров:
 - яркости меток дальности;
 - яркости меток линий посадки;

- смещения начала развертки по координате X (дальность);
- амплитуды развертки по координате X (дальность);
- смещения секторов развертки по координате Y (К,Г);
- амплитуды разверток по координате Y (К,Г).

Блок БИ-45 (индикатор курса и глиссады) размещён в средней части пульта контроля и управления (рисунок 8.24). На переднюю панель индикатора вынесены шлизы потенциометров оперативной регулировки: ЯРКОСТЬ, ФОКУС, ВИДЕО-1. Регулировки полуоперативного управления установлены в верхней части БИ-45: ЦЕНТР X, ЦЕНТР Y, РАЗМЕР X1, РАЗМЕР X2, РАЗМЕР X3, РАЗМЕР Y1, РАЗМЕР Y2, РАЗМЕР Y3, ВИДЕО-2, ВИДЕО-3, КОР. ЯРКОСТИ.

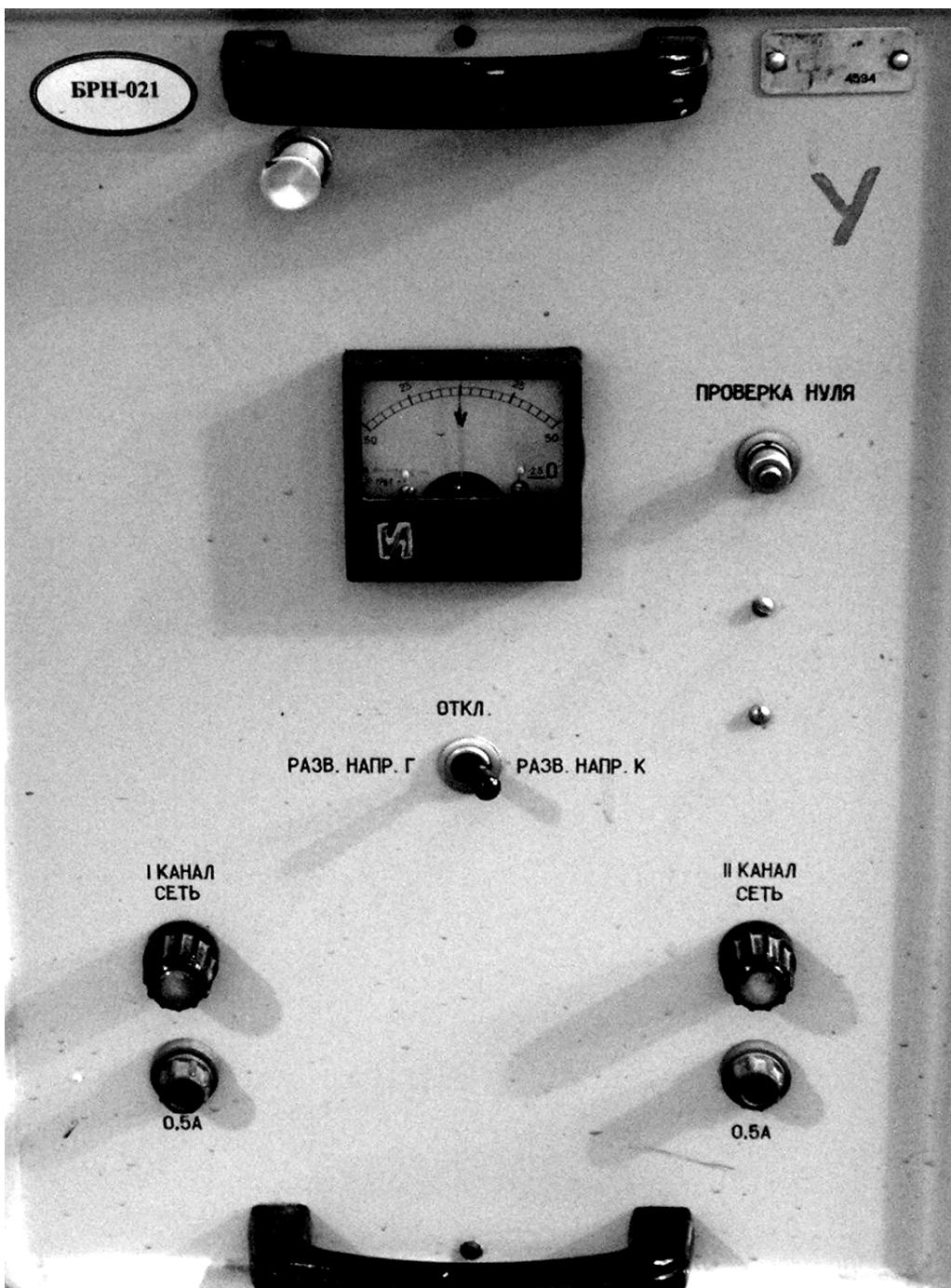


Рисунок 8.23. БРН-021

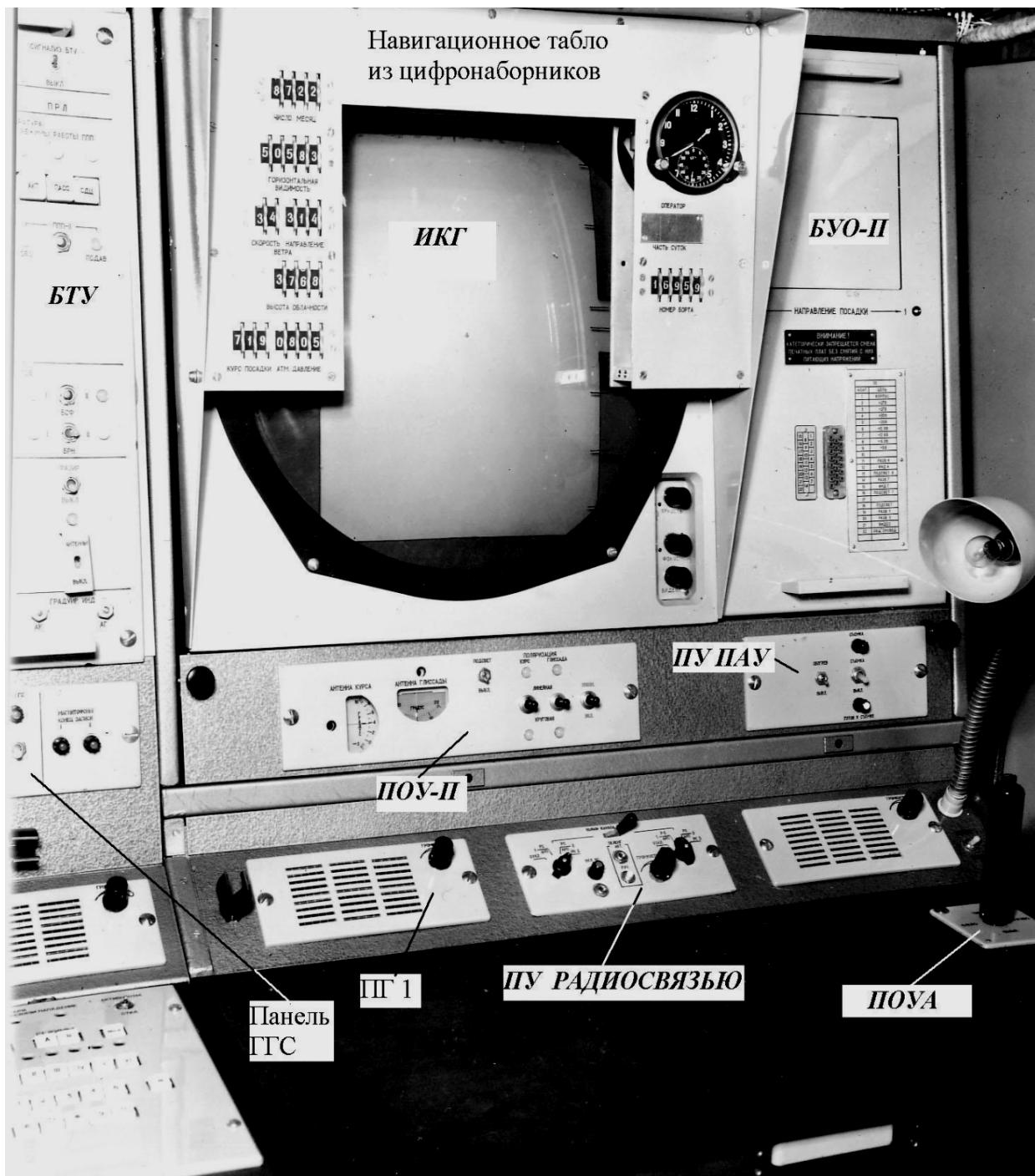


Рисунок 8.24. Размещение блоков аппаратуры отображения в ПКУ

Контрольные вопросы к главе 8

1. Назначение АО ПРЛ-6М2.
2. Назовите технические данные АО ПРЛ-6М2.
3. Какого вида напряжения надо подать на отклоняющие катушки ЭЛТ, чтобы получить необходимую развертку?
4. Почему развертка по оси дальности нелинейная?
5. Поясните порядок вывода уравнений для ЗЛП и ЛРО.
6. Поясните принцип работы ГЛП.
7. Поясните принцип работы генератора 6 кГц и фазового детектора.
8. Каков принцип работы БС-2?

9. Аппаратура радиосвязи и объективного контроля РСП-6М2

9.1. Назначение, состав, технические характеристики, структурная схема аппаратуры радиосвязи

Аппаратура радиосвязи (РС) обеспечивает группе руководства полетами двухстороннюю симплексную радиосвязь с самолетами, находящимися в зоне действия ДРЛ, по трем независимым каналам в УКВ и ДЦВ диапазонах, документирование радиообмена оператора посадки. Аппаратура РС включает три радиостанции типа Р-863, громкоговорящую и телефонную связь.

Основные тактико-технические характеристики Р-863 приведены в таблице 9.1.

Таблица 9.1

Наименование характеристики	Величина
Тактические характеристики	
1. Дальность связи зависит от высоты полета и составляет (при высоте наземной антенны 16 м): при высоте полета 1000 м при высоте полета 5000 м при высоте полета 10000 м	150 км 300 км 430 км
2. Количество фиксированных частот предварительной настройки	20
3. Цикличность работы	1 мин. передача, 5 мин. прием
4. Высотность	35000 м
5. Дистанционное управление	обеспечивает: выбор вида модуляции (АМ, ЧМ), включение ПШ; включение АП; регулировку громкости; выбор одного из 20 каналов
6. Время предполетной подготовки	не превышает нескольких мин.
7. Время готовности к работе: после включения питания с выходом на заданную стабильность	не более 5 мин. не более 15 мин. не более 1,5с
8. Время перехода с канала на канал	
9. Время перехода с приема на передачу и обратно	не более 0,5с

Окончание таблицы 9.1

Наименование характеристики	Величина
Технические характеристики	
10. Диапазон рабочих частот	МВ: 100...149,975 МГц ДМВ: 220...399,975 МГц
11. Количество рабочих частот в диапазоне	МВ- 2000 ДМВ- 7200
12. Разнос частот между соседними каналами (шаг сетки частот)	25 кГц

13. Мощность передатчика в режиме несущей, при эквиваленте антенны 50 Ом и длине фидера 1,5 м	не менее 30 Вт
14. Чувствительность приемника	не хуже 3 мкВ
15. Виды модуляции (манипуляции)	АМ, ЧМ, ЧТ
16. Коэффициент модуляции (девиация) передатчика при входном напряжении модулятора 0.25 В с частотой 1000 Гц:	не менее 80%
в режиме АМ	не менее 4 кГц
в режиме ЧМ	±3 кГц
17. Девиация частоты передатчика в режиме ЧТ	300...4800 Бод
18. Скорость телеграфирования	не менее 60 дБ
19. Ослабление побочных излучений передатчика	
20. Порог срабатывания ПШ превышает чувствительность приемника	
21. Полоса пропускания приемника при ослаблении:	
6 дБ (2 раза)	узкая
60 дБ (1000 раз)	широкая
22. Потребляемая мощность:	
в режиме приема:	18 кГц
в режиме передачи	45 кГц
	40 кГц
	90 кГц
	не более 50 Вт
	не более 550 Вт

Аппаратура телефонной связи обеспечивает связь группе руководства полетами с электростанцией ПЭП-6М2 и службами обеспечения.

Структурная схема аппаратуры РС изображена на рисунке 9.1.

Радиостанции Р-863 обеспечивают работу трех независимых каналов АРП -11.

Радиостанции, работающие с АРП в режиме приема, работают от антенны АРП через предварительные высокочастотные усилители блока, а в режиме передачи – от дискоизонусной антенны. Радиостанция, работающая только на РС, работает с дискоизонусной антенной.

Аппаратура звукозаписи представлена двумя магнитофонами МН-61.

Аппаратура управления РС обеспечивает местное и дистанционное управление радиостанциями.

Аппаратура управления включает: блок управления радиосвязью БУР-1, линейку коммутации радиосвязи (ЛКР), панель громкоговорителя (ПГ-1), панель радиосвязи (ПРС-1), телефон (ТЛФ), микрофон (МКФ). Имеется возможность дистанционно с мест операторов управлять радиостанциями (с ПРС-1). Дистанционное управление является основным видом работы. Местное управление (с БУР-1) используется для предварительной настройки и контроля работы радиостанций. Кроме того, оно может быть использовано для связи с экипажами самолетов в аварийных ситуациях.

Включение РС сводится к подаче на БП-145 питания напряжением 220 В 400 Гц со щита питания ЩП-6. Плюс 27 В с БП-145 поступают на БУР-1 и далее на аппаратуру управления. При отсутствии напряжения от блока БП-145 питание осуществляется от аккумуляторной батареи. Включение радиостанций может производиться местно с блока БУР-1 и дистанционно с панели ПРС-1 операторов обзора и посадки. Местное включение производится установкой тумблеров ВКЛЮЧЕНИЕ КАНАЛОВ РС в положение МЕСТН. (на БУР-1, рисунок 9.3). Этот режим дает возможность раздельного включения радиостанций и используется для проверки и настройки радиостанций. Дистанционное включение производится с панели ПРС-1 тумблерами ВКЛ. РС (рисунок 9.2). При этом тумблеры

ВКЛЮЧЕНИЕ КАНАЛОВ РС (на БУР-1) должны быть установлены в положение ДИСТ. Дистанционные команды включения радиостанций от обеих панелей ПРС-1 объединены в пульте контроля и управления (ПКУ) и в виде одной команды поступают в блок БУР-1. По дистанционной команде все радиостанции включаются одновременно.

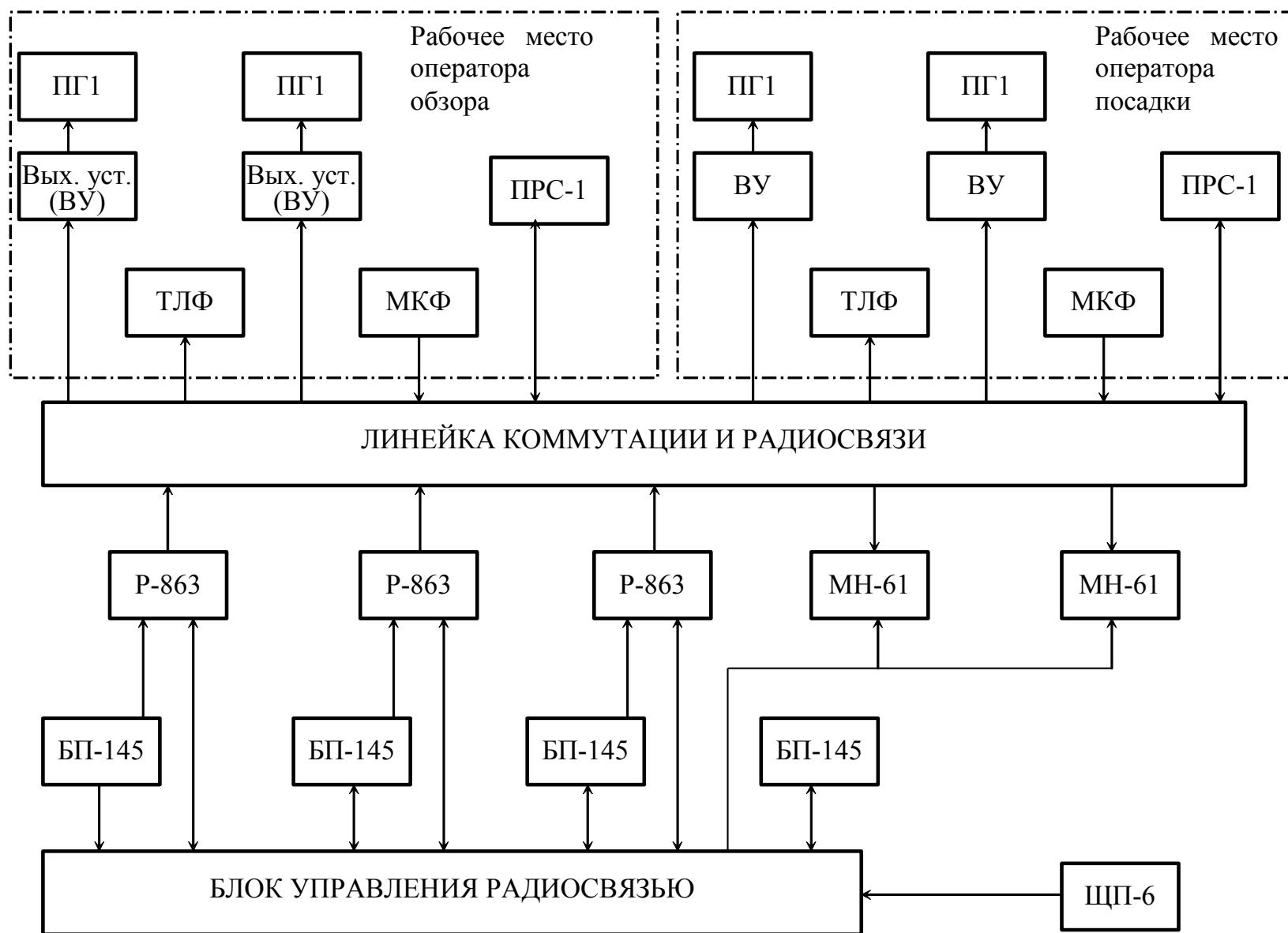


Рисунок 9.1. Структурная схема аппаратуры РС

Предварительная настройка радиостанций заключается в установке заданных частот связи на запоминающем устройстве пульта управления радиостанций. Запоминающее устройство позволяет заранее выставить 20 любых частот в УКВ и ДЦВ диапазонах.

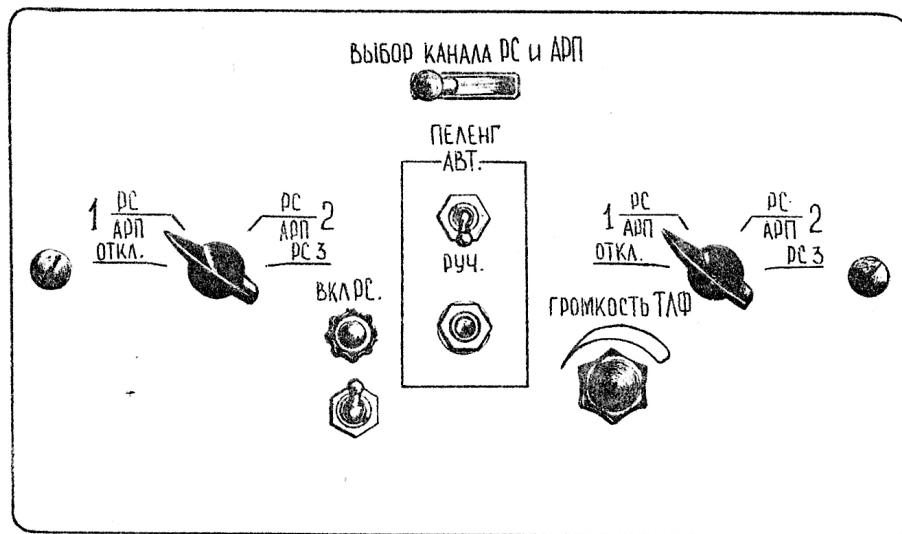


Рисунок 9.2. Панель ПРС-1

После настройки радиостанций они могут быть проверены с выходом в эфир непосредственно с блока БУР-1. Для этой цели на блоке имеются разъемы для подключения микрофона и телефона и переключатель КАНАЛЫ РС на 3 положения, с помощью которого производится выбор канала (рисунок 9.3).

На каждом рабочем месте операторов ДРЛ и ПРЛ установлена панель ПРС-1, на которой сосредоточены органы оперативного управления РС. Два галетных переключателя ВЫБОР КАНАЛА РС и АРП дают возможность выбрать два канала из трех: один для связи, другой для прослушивания. Назначение выбранных каналов определяется положением ключа. Если ключ находится в левом положении (рисунок 9.2), то радиостанция, выбранная левым переключателем, – рабочая (передача, прием), а правым – на прослушивание; если ключ в правом положении, то наоборот. По рабочему каналу оператор ведет радиообмен с экипажами самолетов, а по каналу прослушивания только прослушивает эфир. Переключение радиостанции рабочего канала в режим передачи производится нажатием кнопки ПЕРЕДАЧА, установленной на корпусе микрофона.

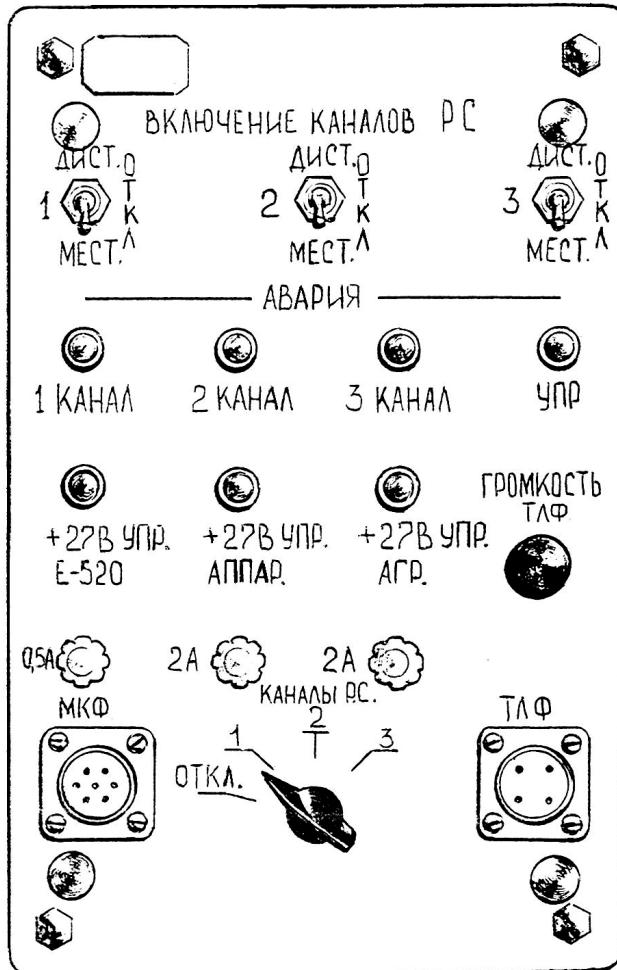


Рисунок 9.3. Блок БУР-1

Коммутация цепей управления радиостанций осуществляется контактами переключателей ВЫБОР КАНАЛА РС и АРП, а также ЛКР. Коммутация обеспечивает подключение панелей громкоговорителей ПГ-1 к выходам приемников радиостанций, выбранных оператором, включение микрофонных цепей и цепей передачи к радиостанции, работающей в режиме передачи. Возможен одновременный выбор одного рабочего канала РС оператором и параллельная работа радиостанций в режиме приема. Параллельная работа двух операторов на передачу не предусмотрена. Преимущество в работе на передачу отдано оператору посадки.

Для контроля работы на передачу выбранного канала РС существует режим самопрослушивания на пониженной громкости.

В случае сильных акустических помех в КУНГЕ, затрудняющих работу, оператор может использовать головные телефоны, подключив их к специальному разъему, установленному на ПКУ. При подключении головных телефонов панель ПГ-1 рабочего канала автоматически отключается.

9.2. Аппаратура громкоговорящей связи

Аппаратура громкоговорящей связи (ГГС) обеспечивает внутреннюю связь с электростанцией и внешнюю с КДП. Структурная схема ГГС приведена на рисунке 9.4. Управление ГГС производится с ПКУ (рисунок 8.24). В средней части ПКУ, между рабочими местами операторов, размещены устройства управления ГГС: панель громкоговорящей связи (ПГС), панель громкоговорителя (ПГ-1), МКФ. Они являются общими для обоих операторов. Линейка коммутации (ЛКГ), линейка усилителя (ЛУ) размещены в блоке связи (БС) в нижней части ПКУ. Коробка громкоговорящей связи (КГС)

– это переносное абонентское устройство ГГС, которое подключается к специальным кабельным вводам электростанции, ПРЛС и привода антенн ПРЛ. Питание ГГС осуществляется напряжением +27 В, которое подается на аппаратуру ГГС одновременно с включением источника питания.

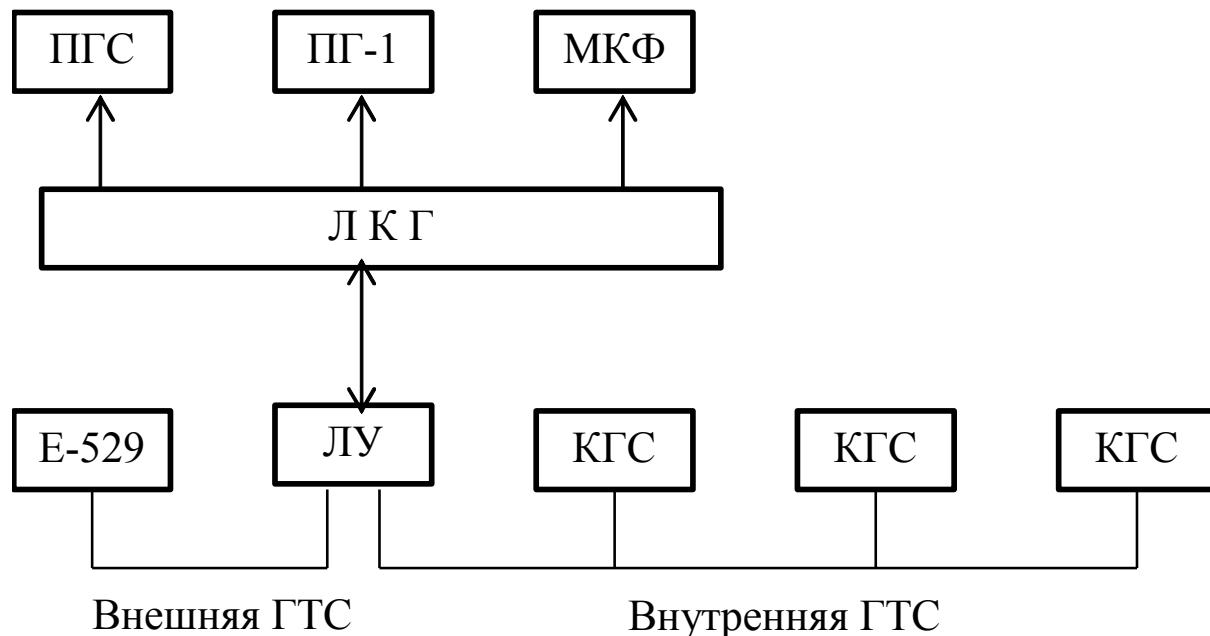


Рисунок 9.4. Структурная схема ГГС

Выбор направления связи (КДП или внутренняя ГГС) производится тумблером ВНУТРЕННЯЯ СВЯЗЬ – КДП, расположенным на панели управления ПГС-1 (рисунок 8.24). В исходном положении аппаратура ГГС и коробка громкоговорящей связи находятся в состоянии готовности к приему вызова. Так, для вызова по внутренней связи абонента, работающего в месте установки коробки громкоговорящей связи, оператор должен перевести тумблер ВНУТРЕННЯЯ СВЯЗЬ – КДП в положение ВНУТРЕННЯЯ СВЯЗЬ. Для передачи информации оператор должен воспользоваться микрофоном и нажать кнопку ПЕРЕДАЧА. При этом в ЛКГ срабатывает реле и ко входу ЛУ подключается МКФ ГГС. С выхода ЛУ усиленный сигнал поступает в линию внутренней связи. Вызов операторов с КГС производится независимо от положения тумблера выбора направления связи. Внешняя связь осуществляется установкой тумблера выбора связи в положение КДП и нажатием кнопки вызова на ПГС-1. Сигнал вызова, в виде напряжения +27 В, подается в линию связи с КДП. Для передачи информации оператор должен нажать кнопку ПЕРЕДАЧА, тогда звуковой сигнал с выхода микрофона попадает на вход ЛУ.

Телефонная связь обеспечивает операторов связью со всеми службами аэродрома, с ПЭП-6М2 с помощью индукторного телефона. Он устанавливается на столешнице ПКУ.

9.3. Аппаратура звукозаписи и фотоконтроля

Организация объективного контроля в частях ВВС РФ

Основные обязанности должностных лиц части связи и РТО, а также порядок учета, использования и хранения материалов объективного контроля определяются Положением об объективном контроле, введенным приказом ГК ВВС № 200 от 1981 года.

Объективному контролю подлежат: все переговоры группы руководства полетами с экипажами самолетов на земле и в воздухе по средствам радиосвязи; переговоры лиц ГРП между собой по громкоговорящей связи; отображение общей воздушной обстановки на

экранах РЛС и РСП; результаты боевого применения средств поражения экипажами на полигонах.

На командира части (подразделения) связи и РТО возлагаются обязанности по обеспечению объективного контроля.

Командир части отвечает:

за поддержание в постоянной боевой готовности средств объективного контроля (СОК), установленных на командном пункте (КП), командно-диспетчерском пункте, стартовом командном пункте (СКП) и отдельных средствах связи и РТО, а также за своевременное выполнение работ по их техническому обслуживанию; за организацию технической подготовки дежурных смен, допущенных к эксплуатации СОК; за организацию работы СОК при обеспечении полетов и подготовку необходимых данных к разбору полетов; за своевременность доставки кассет с экспонированной фотопленкой в фотолабораторию на обработку, получение снаряженных и опечатанных кассет; за хранение и учет магнитофонных записей.

Для реализации объективного контроля используются различные средства, предназначенные для документирования информации, получаемой лицами ГРП по каналам воздушной и наземной связи, а также переговоров между лицами ГРП на КДП (СКП) в реальном масштабе времени. Основными техническими СОК являются:

магнитофоны: МН-61Н, МС-61, П-500, "Вега";

измерители времени – ИВ-3М;

фотоприставки: ПАУ-476, ПАУ-476-1, УФК-5.

Средства звукозаписи должны обеспечивать регистрацию на звуконосителе сигналов текущего времени с точностью не хуже 30 с в сутки. Средства звукозаписи должны устанавливаться в отдельном помещении, исключающем доступ посторонних лиц. Звукозапись и воспроизведение переговоров должны проводиться без посторонних помех с оценкой не ниже "удовлетворительно". Продолжительность записи на одну кассету МН-61 должна быть не менее 5,5 часов. Магнитофонные ленты (кассеты) маркируются голосом перед началом записи с указанием даты полетов, отсчета времени, фамилии лица, ответственного за данную запись (радиомеханик), и номера магнитофона.

Дежурный по связи и РТО за 30 мин до взлета самолета-разведчика погоды должен доложить руководителю полетов о готовности к полетам и включении СОК.

Ответственность за учет и хранение магнитофонных лент возлагается на командира части связи и РТО. Срок хранения магнитофонных записей устанавливается командиром авиационного полка, но не менее трех суток. Материалы объективного контроля, относящиеся к летным происшествиям и предпосылкам к ним, хранятся в течение 6 месяцев.

Аппаратура фотоконтроля

Аппаратура фотоконтроля предназначена для съемки на фотопленку радиолокационного изображения с экранов индикаторов курса и глиссады при посадке самолета. Съемка выполняется с помощью контрольного прибора ПАУ-

476-1. Управление прибором выполняется на панели управления ПУ-2 ПАУ (рисунок 8.24), на которой размещены тумблеры включения съемки, обогрева, а также сигнальные лампы СЪЕМКА и ГОТОВ.

Прибор работает при температуре $0\dots+50^{\circ}\text{C}$ (при низкой температуре через 30 минут после включения обогрева). ПАУ-476-1 имеет следующие технические характеристики:

тип объектива	Индустар-10;
фокусное расстояние, мм	50;
диафрагма	от 1:5,6 до 1:11;
угол поля зрения прибора по кадру	$20^{\circ}30' \times 27^{\circ}$;
ширина пленки, мм	35;
запас пленки в кассете, м	16;
напряжение питания, В	$+27\text{ V} \pm 10\%$;
масса прибора, кг	2.

При включении тумблера СЪЕМКА ПАУ-476-1 переходит в режим автоматической фоторегистрации радиолокационного изображения на фотопленку, при этом загорается лампочка СЪЕМКА. По окончании съемки тумблер СЪЕМКА устанавливается в положение ВЫКЛ., но прибор готов к очередной съемке, о чем свидетельствует загорание лампочки ГОТОВ.

Аппаратура звукозаписи

Аппаратура звукозаписи включает два магнитофона МН-61. Включение магнитофонов производится одновременно с дистанционным включением РС. Магнитофоны документируют радиообмен оператора посадки с экипажами самолетов по любым выбранным каналам РС. Магнитофоны имеют следующие технические характеристики:

разборчивость слов при воспроизведении речи, записанной с ларингофонов Ла-5, в шумах 120 дБ , %	$\geq 90\%$;
длительность непрерывной записи, ч.	$\geq 5,5$;
тип звуконосителя	проводочный.

При местном включении каналов РС магнитофоны не включаются. Магнитофоны подключаются к выходу приемника оператора посадки.

Сигнализация о работе магнитофонов (2 лампы) располагается на панели громкоговорящей связи (рисунок 8.24).

Контрольные вопросы к главе 9

1. Какие средства используются в аппаратуре РС РСП-6М2?
2. Основные ТТХ радиостанции.
3. Каков порядок использования радиостанций ГРП?
4. Какие средства объективного контроля используются в РСП-6М2, их технические данные, порядок их применения?
5. Структурная схема ГГС, порядок ее использования.

10. Система энергоснабжения и распределения питания РСП-6М2. Освещение, отопление, вентиляция и обдув аппаратуры ПРЛС-6М2 и ПЭП-6М2

10.1. Электростанция ПЭП-6М2

Передвижная электростанция ПЭП-6М2 («Север») предназначена для электроснабжения РСП-6М2 трехфазным напряжением 220 В 400 Гц.

Состав электростанции:

автоприцеп на шасси МАЗ-520Б;
агрегат электрический дизельный АД-30 (2 шт.);
сетевой преобразователь ВПЛ-30М;
преобразователь ПО-550Ф;
трансформатор АОС-0,5;
селеновый выпрямитель ВСА-10А (2 шт.);
щит управления;
телефонный аппарат ТА-57;
батарея аккумуляторная 6СТЗИ-140 (5 шт.);
устройство отопительно-вентиляционное ОВ-65;
барабаны с кабелями (5 шт.).

Технические характеристики ПЭП-М2:

электростанция вырабатывает переменное трехфазное напряжение 220 В 400 Гц мощностью 30 кВт;
режим работы круглосуточный;
потребляемая мощность при использовании преобразователя ВПЛ-30М - 42 кВт;
расход топлива агрегатов АД-30 - 15 кг в час;
при использовании в качестве источника преобразователя ВПЛ-30М входное
напряжение 220 В или 380 В 50 Гц .

Электростанция представляет собой передвижную установку, транспортируемую тягачом. Электрическая структурная схема приведена на рисунке 10.1.

Основными источниками переменного трехфазного напряжения 220 В 400 Гц являются либо дизель-генераторы типа АД-30 (I или II), либо преобразователь ВПЛ-30М, выходное напряжение которого через переключатель В1 поступает в кабели сетевого питания Ф1 или Ф2 щита кабельного ввода (ШКВ). При этом преобразователь ВПЛ-30М запитывается сетевым напряжением 220 В или 380 В 50 Гц от стационарных источников. Генератор АД-30, преобразователь ВПЛ-30 имеют выходные обмотки, соединенные «звездой» с выведенным нулем. Выходные напряжения АД-30 и ВПЛ-30 могут регулироваться как в автоматическом, так и ручном (оператор) режимах. Автоматические регуляторы обеспечивают поддержание постоянства выходного напряжения как при изменении сетевого напряжения 220 В (380 В) 50 Гц, числа оборотов дизеля АД-30, так и при изменении сопротивления нагрузки.

Контроль линейных напряжений и токов в различных фазах АД-30 и ВПЛ-30М выполняется с помощью встроенных вольтметров и амперметров. Правильность чередования фаз выходного напряжения 220 В 400 Гц оценивается по яркости свечения ламп ЯРКО и ТУСКЛО на ШКВ.

Преобразователь ПО-550Ф обеспечивает преобразование постоянного напряжения, полученного путем выпрямления 220/380 В 50 Гц или 220 В 400 Гц, в переменное напряжение. Это напряжение подается на трансформатор АОС-0,5, на выходе которого получается напряжение 220 В 50 Гц, использующееся во вспомогательной (аварийной) сети.

Аккумуляторная батарея используется для запитки ламп освещения, а также для питания радиостанции в аварийном режиме. Их зарядка выполняется от селеновых выпрямителей ВСА-10А (I или II).

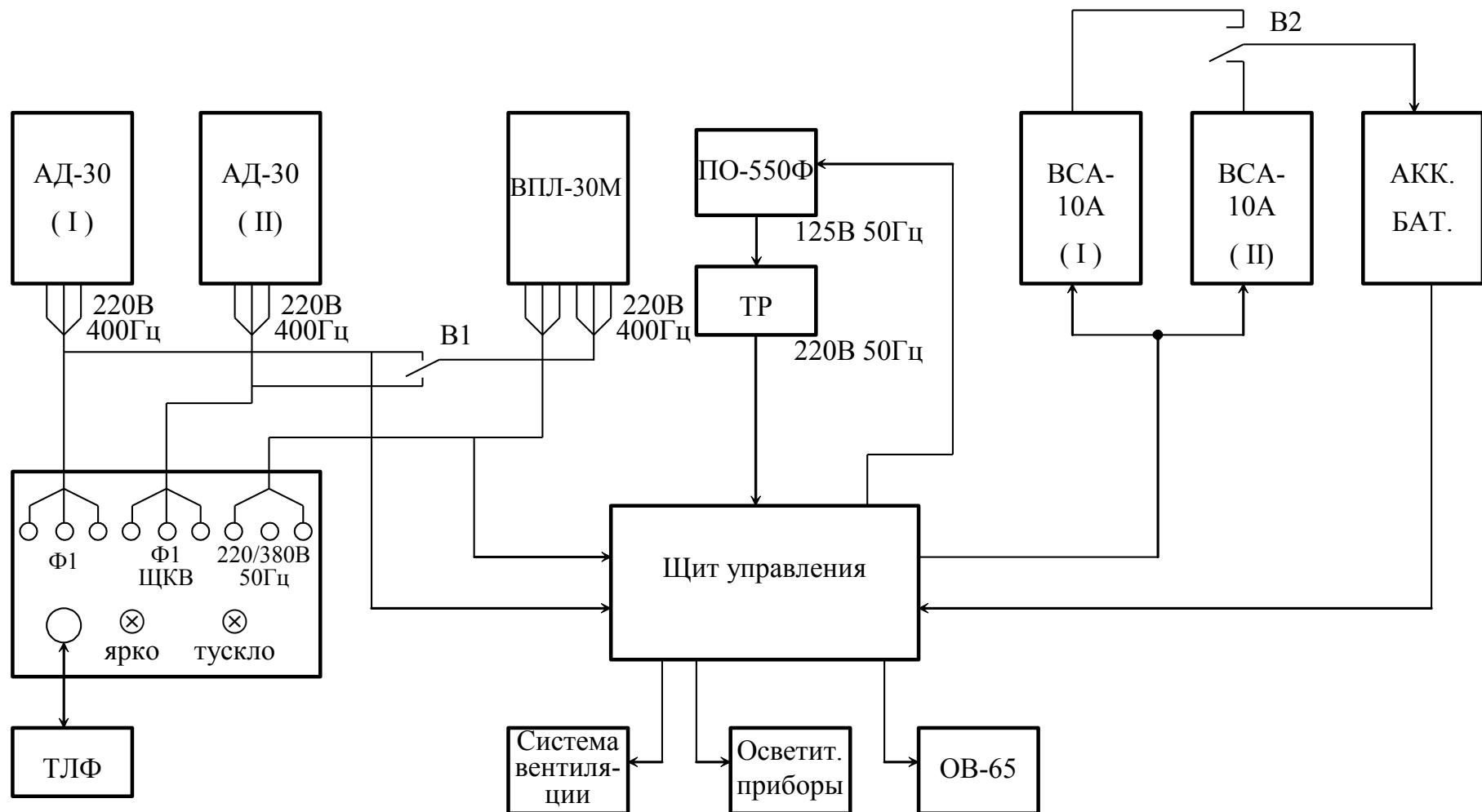


Рисунок 10.1. Структурная электрическая схема ПЭП-6М2

Питание ВСА-10А может производиться как от сети 220 В 400 Гц, так и от внешней сети 220/380 В 50 Гц.

Щит управления выполняет следующие функции: автоматическое переключение приборов освещения от сети 220/380 В 50 Гц на бортовые аккумуляторы или от генераторов АД-30 на аккумуляторы и наоборот; запитку и управление отопительно-вентиляционной установкой ОВ-65, коммутацию напряжений для ПО-550Ф и ВСА-10А от сети 220В/380 В 50 Гц или 220 В 400 Гц.

Подключение телефонного аппарата для связи с аппаратной РЛС выполняется через розетку в щите кабельного ввода.

10.2. Щиты распределения питания

Для распределения и коммутации электроэнергии в системе питания используется два распределительных щита ЩП-5 и ЩП-6. Щит распределительный ЩП-5 предназначен для подсоединения наружных кабелей, идущих от ПЭП-6М2 к ПРЛС-6М2, распределения питающих напряжений по устройствам аппаратного прицепа, защиты первичной сети от коротких замыканий и перегрузок, контроля напряжений сети, а также для осуществления дистанционного включения устройств (потребителей). Расположен ЩП-5 в аппаратном КУНГе. Внешний вид ЩП-5 изображен на рисунке 10.2. Напряжение 220 В 400 Гц от ПЭП-6М2, поступающее на распределительный щит, контролируется измерительным прибором. Для проверки правильности фазирования при подключении фидеров предусмотрено устройство, состоящее из двух сигнальных ламп с надписями ЯРКО, ТУСКЛО. При правильном подключении фидеров яркость свечения обеих ламп должна соответствовать надписям.

Переменные напряжения на устройства ПРЛС-6М2 подаются через автоматические выключатели типа АК63ТМ-400-3М, контакторы типа ТОК 503 ДОД и тумблеры типа ТВ1-4.

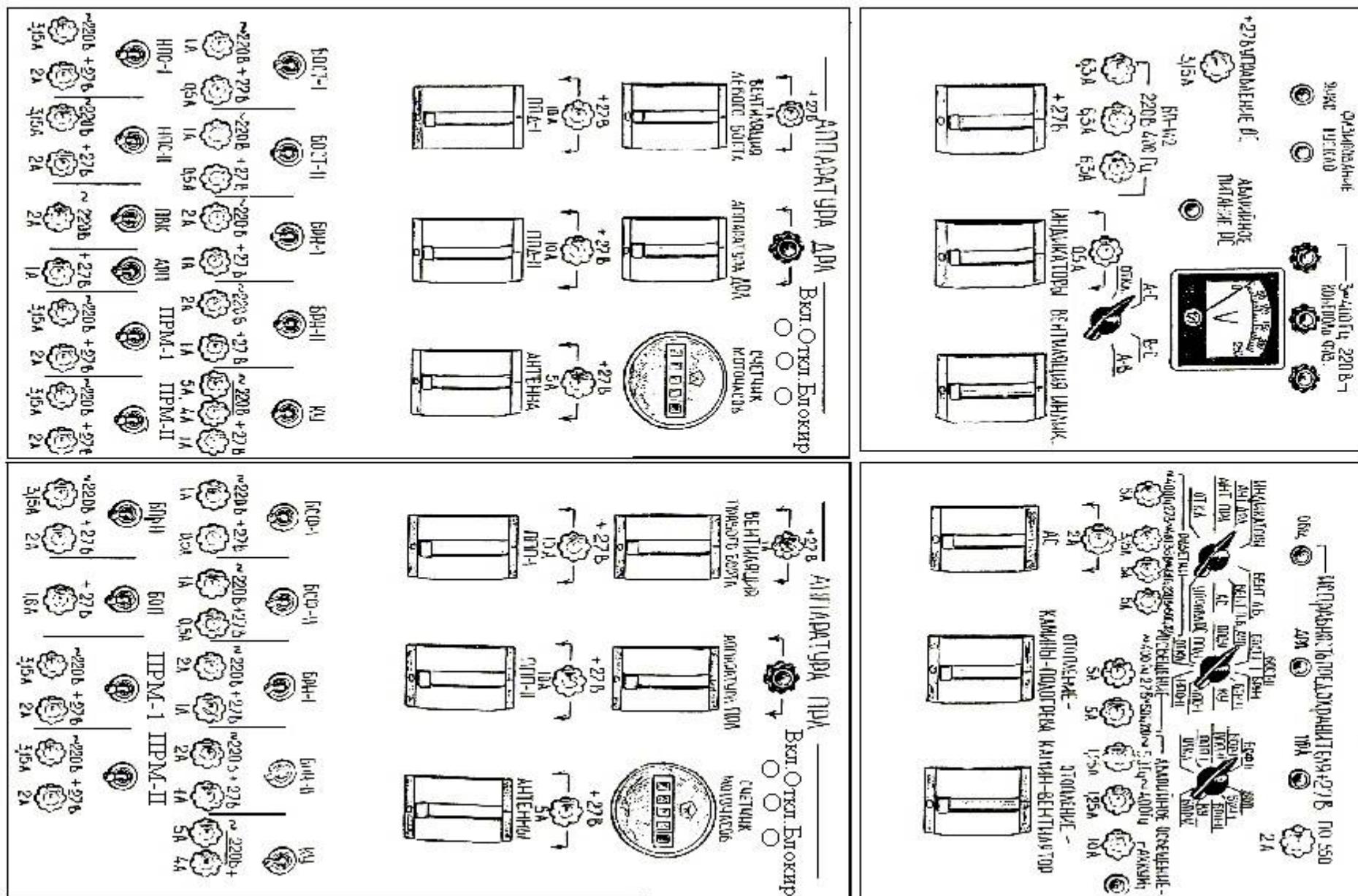


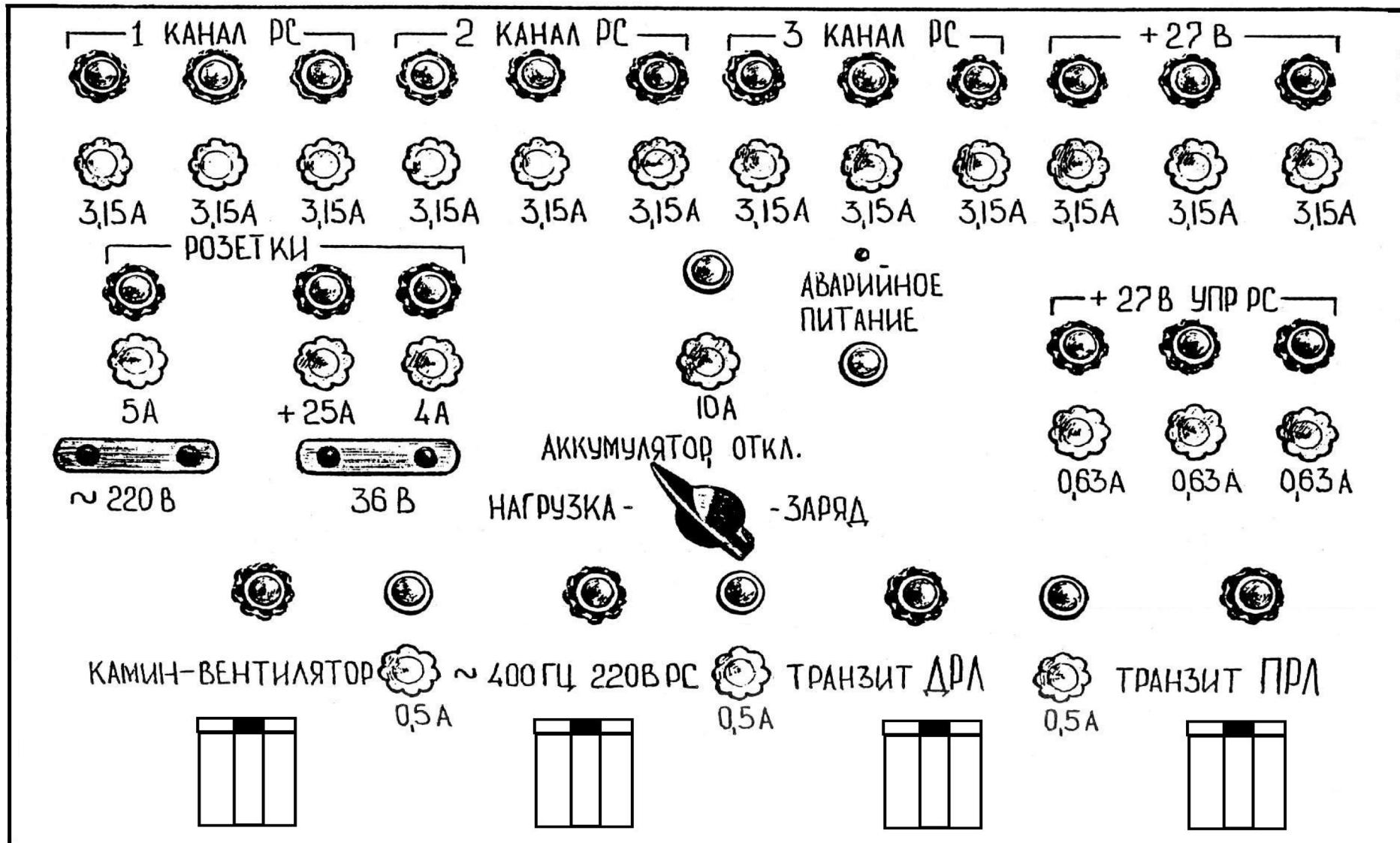
Рисунок 10.2. Внешний вид ЩП-5

Напряжение +27 В от БП-142 подается на ЩП-5 в качестве управляющего на контакторы запитки ПРЛС-6М2 только после включения автомата В1 «+27 В». Включение устройств аппаратуры ДРЛ и ПРЛ осуществляется автоматами АППАРАТУРА ДРЛ, АППАРАТУРА ПРЛ. Включение передающих устройств и индикаторов возможно при включении вентиляции левого и правого бортов и вентиляции индикаторов. Включение блоков и устройств станции осуществляется соответствующими тумблерами.

В верхней правой части щита расположены переключатели проверки исправности предохранителей в цепи +27 В.

Щит ЩП-5 имеет габариты 1500x850x250 мм и массу 130 кг. Конструктивно корпус ЩП-5 выполнен на основе сварного каркаса и листового проката. Элементы сигнализации, контроля и включения размещены на лицевых открывающихся панелях. На каркасе установлены платы, контакторы, реле, трансформаторы и пр. По центру каркаса расположены вертикально шины питания А, В, С на 220 В 400 Гц и +27 В, огражденные для безопасности пластинами из оргстекла. Для подключения щита к внешним источникам на каркасе установлена плата с зажимами .

Щит распределительный ЩП-6 предназначен для подсоединения питающих напряжений от ПЭП-6М2 и распределения их по их устройствам отсека радиосвязи, защиты первичной сети от коротких замыканий и перегрузок, а также для дистанционного включения устройств ПЭП-6М2. Щит установлен в радиоотсеке ПЭП-6М2. Внешний вид ЩП-6 приведен на рисунке 10.3. Напряжения 220 В 400 Гц и 220 В 50 Гц из ПЭП-6М2 поступают на щит и с помощью автоматических выключателей АК63ТМ-400-3М распределяются по устройствам радиоотсека. Напряжение +27 В с выпрямителем БП-145 поступает на щит через распределительную колодку П-2. Аварийное питание средств радиосвязи осуществляется от аккумуляторов при включении переключателя НАГРУЗКА-ЗАРЯД в положение НАГРУЗКА. С помощью того же переключателя аккумулятор подключается к зарядному устройству.



Конструктивно ЩП-6 выполнен в виде подвесного щита размерами 519x800x200 мм, закрепленного на стенке кузова. Каркас ЩП-6 сварной, панель откидная. На панели щита управления установлены элементы контроля и управления. В нижней части щита имеются отверстия для подвода внешних кабелей.

10.3. Системы освещения, отопления, вентиляции и обдува аппаратуры ПРЛС и ПЭП-6М2

Система вентиляции предназначена для принудительного обдува аппаратуры ПРЛС с целью создания необходимых тепловых режимов. В зависимости от времени года обдув аппаратуры может производиться наружным и внутренним воздухом, забираемым из кабины аппаратной. Устройство, используемое для принудительного обдува аппаратуры ПРЛС, расположено вдоль правого борта, устанавливается снаружи КУНГа сзади под правым бортом, а устройство для принудительного обдува аппаратуры ПРЛС левого борта – под левым бортом (рисунок 10.4). Для забора воздуха и его очистки в вентиляционных устройствах установлены воздухозаборники и фильтры. Для локального обдува элементов в стойках передатчиков вдоль нижнего основания стоек крепится магистральный воздуховод, от которого отводятся местные воздуховоды. На стенках кузова над стойками имеются аэрационные отверстия. В передней части кузова КУНГа закреплен центральный вентилятор. Через проложенные под полом воздуховоды воздух подается также на приборы и блоки пульта контроля и управления.

Обогрев станции в зимнее время осуществляется электрическими нагревателями. Два нагревателя мощностью 1 кВт каждый установлены под пультом контроля и управления. Три нагревателя по 1,5 кВт каждый находятся у задней стенки КУНГа. Для быстрого прогрева аппаратуры имеются два камина-вентилятора мощностью по 9 кВт. При включении любого из них включение аппаратуры запрещено.

Освещение кабины ПРЛС-6М2 осуществляется люминесцентными лампами. Питание их осуществляется от сети 220 В 50 Гц с электростанции ПЭП-6М2. В качестве источника аварийного освещения используется выпрямленное напряжение +27 В от сети 220 В 400 Гц либо от аккумулятора.

Освещение машинного помещения ПЭП-6М2 осуществляется двумя группами люминесцентных ламп, по три лампы в каждой группе. Запитка ламп выполняется от сети 220 В 50 Гц. В качестве источника аварийного освещения используется выпрямленное напряжение +27 В. В отсеке для запасного имущества ПЭП-6М2 устанавливаются две лампы освещения. При выполнении профилактических и ремонтных работ возможно использование переносной лампы на +12 В, подключаемой к розетке. В машинном отделении ПЭП-6М2 установлены стационарные розетки под напряжение 220 В 50 Гц, 220 В 400 Гц. Имеются также клеммы под напряжение 220 В 400 Гц.

Отопительно-вентиляционная система электростанции ОВ-65 предназначена для обогрева и вентиляции помещения ПЭП-6М2 (размещается под КУНГом ПЭП). Подогрев воздуха осуществляется в теплообменнике, внутри которого находится камера сгорания дизельного топлива (при температуре до -20°C) или керосина (при температуре ниже -20°C). Прокачка воздуха через теплообменник ведется вентилятором с приводом от двигателя постоянного тока на + 12 В. Подача горючего из топливного бака (объемом 4 л) в ОВ-65 выполняется топливным насосом. Управление ОВ-65 выполняется со щита управления ПЭП-6М2.

Система вентиляции ПЭП-6М2 включает два вентилятора, установленных в люках левого и правого бортов (рисунок 10.5). Она обеспечивает вытяжку нагретого воздуха из помещения станции. Забор охлаждающего воздуха и отвод нагретого ведется также через 2 люка в боковых стенках кузова (в походном положении закрываются крышками).

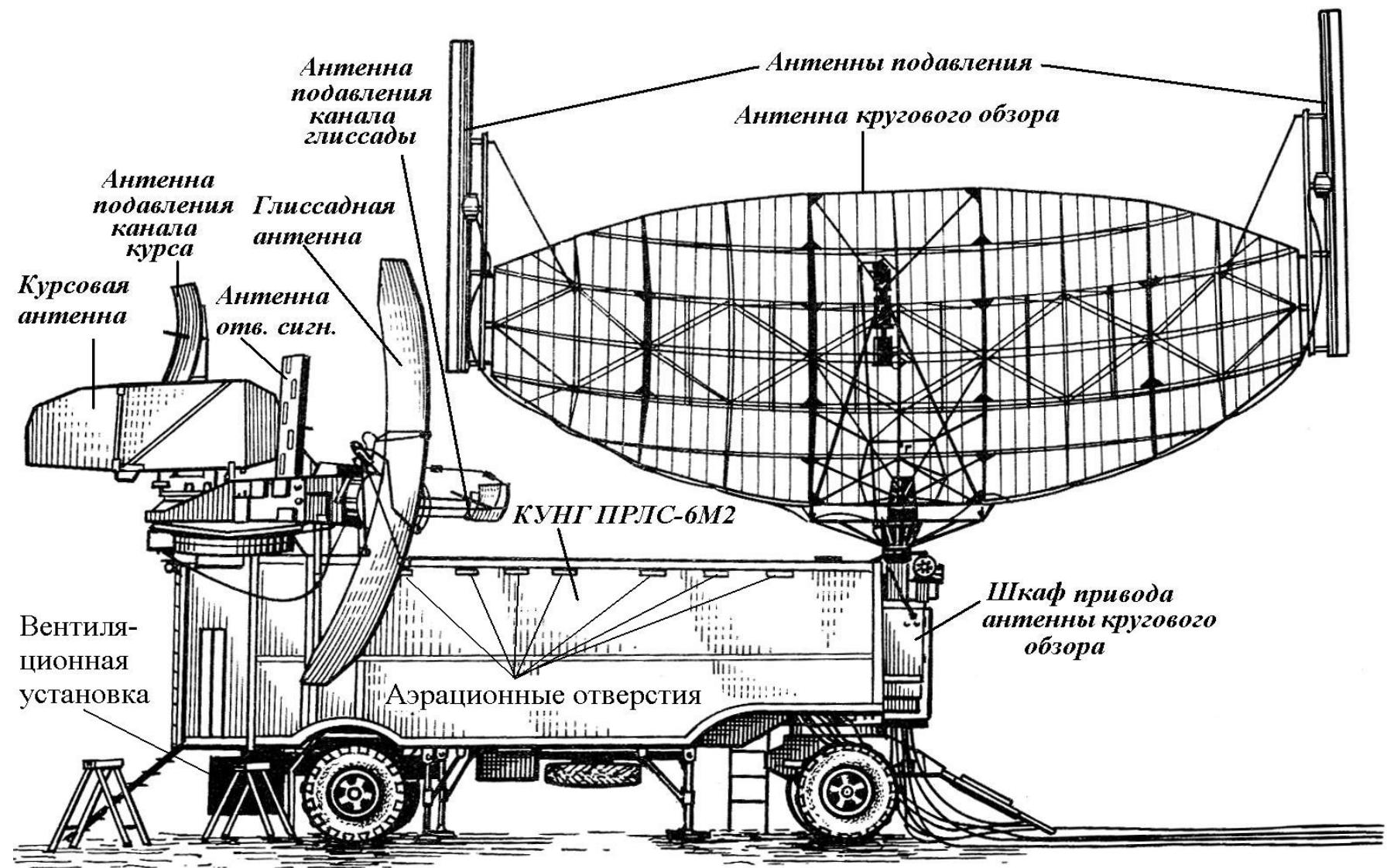


Рисунок 10.4. КУНГ с ПРС-6М2 на позиции



Рисунок 10.5. КУНГ с ПЭП-6М на позиции

Контрольные вопросы к главе 10

1. Назовите технические характеристики ПЭП-6М2.
2. Какие источники могут использоваться для питания ПРЛС-6М2?
3. Состав ПЭП-6М2.
4. В каких случаях используются аккумуляторные батареи?
5. Как используются ЩП-5 и ЩП-6?
6. Как выполняются освещение, отопление, вентиляция и обдув аппаратуры ПРЛС и ПЭП-6М2?

11. Имитатор СДЦ и контрольный ответчик СО-63ТМ

11.1. Общие сведения об аппаратуре контроля РСП

Эксплуатация и применение радиолокационных систем посадки требуют постоянного наличия исправных средств измерений, при помощи которых производится контроль технического состояния аппаратуры, ее регулировка, настройка, ремонт и подготовка к применению.

Процесс контроля предполагает наличие объекта контроля и средств контроля. Под объектом контроля будем понимать РСП-6М2, информацию о составлении которой необходимо получить. Средствами контроля являются любые технические средства, получающие и преобразующие эту информацию.

РСП-6М2 как объект контроля характеризуется большим количеством контролируемых параметров, для измерения которых используются разнообразные средства измерения (СИ). Характеристика СИ приведена в табл. 11.1. Анализ таблицы показывает:

1. Для контроля параметров используется большое количество СИ.
2. Все СИ являются переносными.
3. По способу выдачи измерительной информации СИ относятся к классу показывающих.

Кроме приведенных в таблице 11.1 СИ, для контроля работоспособности РСП-6М2 используются самолетный ответчик СО-63ТМ и имитатор СДЦ.

Таблица 11.1

Нам. СИ	Тип СИ	Название	Измеряемая величина	Назначение	Измеряемый параметр
ЧЗ-45	Измер. прибор	Частотомер универсальный	Частота ВЧ колебаний	Измерение параметров	Отклонение частоты ВЧ колебаний ПРД ДРЛ-6М2
Г4-76а	Измер. прибор	Высокочастотный измерительный генератор		Измерение параметров, регулировка	Затухание фидерного тракта. Чувствительность радиолокационных приемников

C1-77	Измер. прибор	Осциллограф	Форма сигналов	Настройка, регулировка, измерение	Длительность и период повторе- ния радио- импульсов
РИП-3	Комбин. измер. прибор	Радиолокаци- онный изме- рительный прибор	Частота, мощность, спектральная характеристика	Измерение, настройка	Чувствитель- ность приемо- индикаторного тракта, частота ПРД
Ц43-40	Комбин. измер. прибор	Измерение напряжения, силы тока	I, U, R	Настройка, регулировка	Напряжение первичной сети
И5-37	Измер. прибор	Имитатор кодов		Настройка, регулировка, измерение	Чувствитель- ность приемо- индикаторного тракта
Эхоре- зонатор	Измер. прибор	Волномер	Частота сигнала	Настройка, регулировка, измерение	Частота ВЧ ко- лебаний
ДГ	Измер. преобра- зователь	Диодная головка	τ_k , T_i , длительность ВЧ колебаний	Измерение, настройка	Измерение τ_k , T_i , дли- тельность ВЧ радиолокаци- онных сигна- лов

11.2. Общие сведения о системах вторичной радиолокации

В современных системах управления полетами и воздушным движением используются первичные и вторичные РЛС. В настоящее время существуют две системы вторичной радиолокации: система вторичной радиолокации ATC RBS, разработанная специалистами США, Англии и Международной организацией гражданской авиации (ICAO), и система вторичной радиолокации УВД Российской Федерации (РФ), на которую принят государственный стандарт. Обе системы состоят из бортового и наземного оборудования. Наземное оборудование представляет собой специальную РЛС, называемую вторичной. Она может быть как автономной (например, РЛС «Корень-АС»), так и совмещенной с первичной РЛС (например, РСП-6М2, РСП-10МН). В качестве бортового оборудования используются самолетные радиолокационные ответчики.

Различают три типа ответчиков. Ответчики I типа предназначены для работы в системе УВД, ответчики II типа – в системе ATC RBS. Ответчики III типа могут использовать как код УВД, так и международный код, имеют режимы работы «УВД» и «RBS». В ответчиках, взаимодействующих с РСП-6М2, РСП-10МН, другими типами радиолокационных систем посадки, предусмотрен дополнительный режим работы с посадочными радиолокаторами – РСП.

Разработка системы вторичной радиолокации ATC RBS была завершена в 1956 году. Система была предложена ICAO в качестве стандартной для стран – членов этой организации (Советский Союз стал членом этой организации с 1970

года). ICAO разработала рекомендации на характеристики систем вторичной радиолокации. Самолеты стран, входящих в эту организацию, должны быть оборудованы ответчиками, удовлетворяющими стандартам ICAO.

Отечественные системы вторичной радиолокации УВД по принципу действия аналогичны зарубежным. Несущие частоты запросных сигналов равны $835 \pm 0,3$ МГц, $837,5 \pm 0,3$ МГц и $840 \pm 0,3$ МГц с горизонтальной поляризацией электромагнитной волны. Несущая частота ответных сигналов составляет $740 \pm 1,8$ МГц, $730 \pm 1,8$ МГц и $750 \pm 1,8$ МГц с горизонтальной поляризацией. Предусмотрена также возможность излучения запросных сигналов с вертикальной поляризацией на частоте $1030 \pm 0,2$ МГц и приема ответных на частоте $1090 \pm 0,3$ МГц при работе в режиме «RBS».

Состав оборудования самолетных ответчиков зависит от типа ответчика, возможных режимов его работы и от типа летательного аппарата, на котором он установлен. К основным типам ответчиков, используемых в РФ, относятся СОМ-64, СО-70, СО-72М и СО-77. В ВВС РФ нашли также применение ответчики следующих типов: СОД-57, СО-63А, СОМ-63, СОМ-64, СО-69.

11.3. Выносной контрольный ответчик СО-63ТМ

Назначение, состав и технические характеристики СО-63ТМ

Выносной контрольный ответчик СО-63ТМ предназначен для оперативного контроля работоспособности РСП-6М2. Контрольный ответчик является имитатором самолетного радиолокационного ответчика и выполняет следующие функции:

- прием запросных сигналов РЛС;
- декодирование запросных кодов и задержку ответных сигналов;
- кодирование ответных сообщений;
- передача ответных сигналов РСП – 6М2.

Выносной контрольный ответчик устанавливается на штативе параллельно взлетно-посадочной полосе на расстоянии 25-50 м от РСП.

СО-63ТМ содержит следующие блоки: приемопередатчик, шифратор, имитатор дальности, аттенюатор, блок фильтров ВТ-002, блок посадочных сигналов (БПС), антенну СМ диапазона (АВ-014), антенну ДМВ диапазона (АЗ-018), щит управления.

Общий вид СО-63ТМ показан на рисунке 11.1.

Блок фильтров ВТ-002 служит для развязки приемника и передатчика.

Шифратор предназначен для формирования ответных кодов и передачи их на модулятор передатчика.

Имитатор дальности обеспечивает:

- декодирование запросных кодов с кодовыми интервалами 9,4 и 14 мкс;
- задержку ответного сигнала относительно запросного на время, соответствующее дальностям 30, 50, 100 и 150 км;

работу ответчика в режиме внутреннего запуска.

Аттенюатор (минимальное затухание не более 12 дБ) предназначен для регулирования уровня высокочастотного сигнала. Блок посадочных сигналов предназначен для усиления детектированных видеоимпульсов, декодирования

запросных кодов. В блоке посадочных сигналов имеется также схема подавления сигналов, излучаемых боковыми лепестками диаграммы направленности антенн ПРЛ (по каналу запроса).

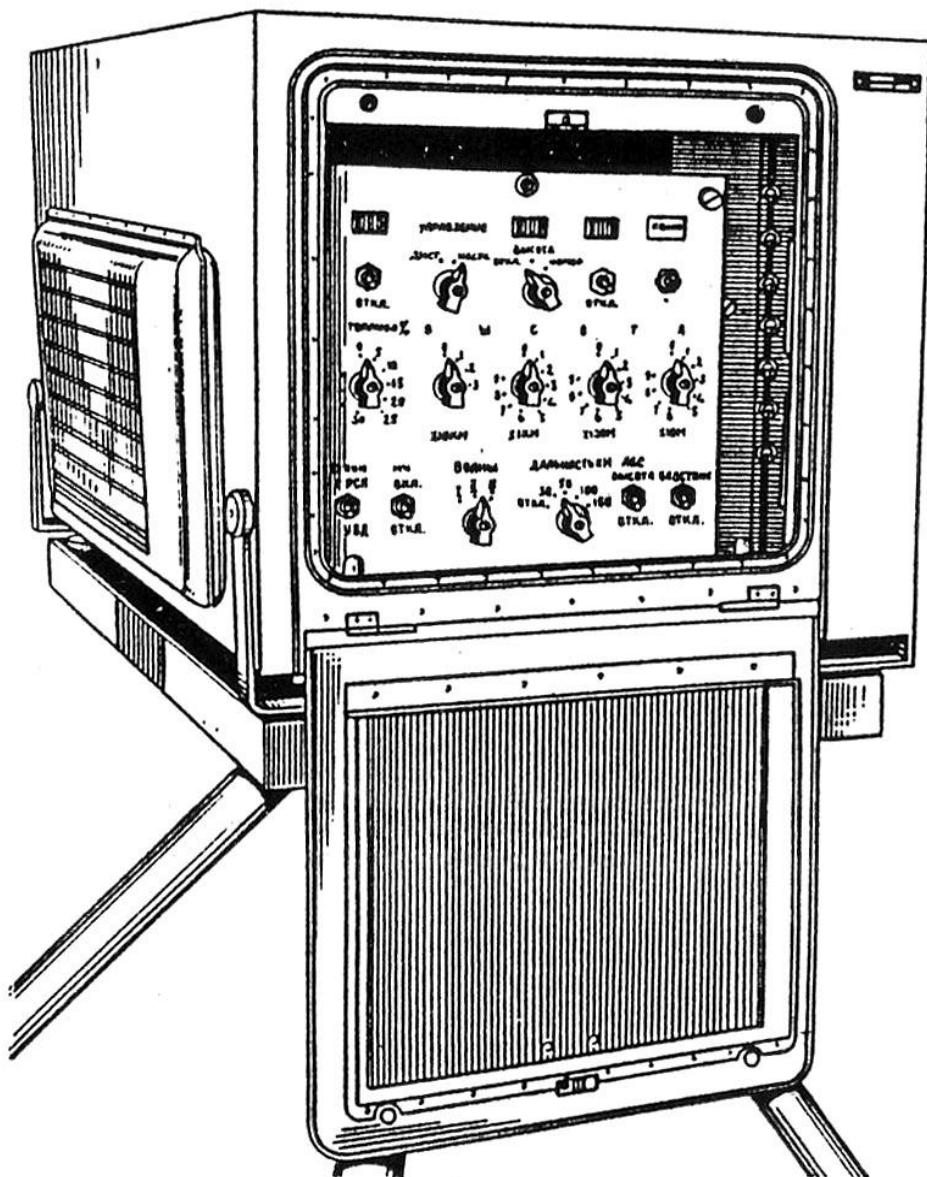


Рисунок 11.1. Общий вид СО-63ТМ

Антенна АВ-014 предназначена для приема высокочастотных запросных сигналов сантиметрового диапазона ПРЛ. Антенна АЗ-018 предназначена для приема запросных сигналов ДРЛ на частоте $837,5 \pm 2,5$ МГц и передачи ответных сигналов на частотах 730, 740 и 750 МГц. Щит управления контролльным ответчиком предназначен для включения и управления режимами работы ответчика СО-63ТМ из аппаратной ПРЛС-6М2.

СО-63ТМ имеет следующие технические характеристики:

а) при работе с ДРЛ:

рабочая частота приемника – $837,5 \pm 2,5$ МГц;
чувствительность приемника - 84дБ/Вт;
полоса пропускания приемника –30 МГц;
динамический диапазон приемника –30 дБ;
код запроса бортового номера –9,4 мкс;
код запроса высоты –14 мкс;
рабочие частоты передатчика –730, 740, 750 МГц;
мощность передатчика – не менее 250 Вт;
длительность ответного радиоимпульса – 0,6 - 1 мкс;
координатные ответные коды –11 мкс и 14 мкс;
координатный код опознавания – 6 мкс;
передаваемая информация в режиме УВД: бортовые номера - до 100000;
высота – до 15000 м (с градацией 10 м); запас топлива – 10 разовых сообщений;
задержка ответных сигналов осуществляется на время, соответствующее
дальностям –30, 50, 100 и 150 км;

б) при работе с ПРЛ:

частота настройки приемника - 9370 ± 100 МГц;

чувствительность приемника – 62 дБ/Вт;

динамический диапазон приемника –30 дБ;

коды запроса в режиме УВД:

по курсу – 5,4 мкс;

по глиссаде – 3,0 мкс;

код запроса в режиме РСП – 5,4 мкс;

код ответный по курсу и глиссаде – 9 мкс.

При работе с ПРЛ используется трехимпульсная система подавления за-
просных сигналов по боковым лепесткам основных антенн.

Напряжения питания СО-63ТМ – 220 В 400 Гц и +27 В.

Структурная схема контрольного выносного ответчика СО-63ТМ

Схема взаимодействия ответчика СО-63ТМ с ДРЛ и ПРЛ, а также его
структурная схема показаны на рисунке 11.2. Контрольный ответчик обеспечи-
вает совместную работу с аппаратурой обработки навигационной информации
ОНИ-75 или БОИ-М. Аппаратура ОНИ-75 входит в состав РСП-10МН, а также

выносных индикаторов системы посадки ВИСП-75Т. Рассмотрим принцип работы СО-63ТМ в режимах УВД и РСП.

Использование СО-63ТМ в режиме УВД обеспечивает контроль функционального состояния аппаратуры вторичного канала РСП-6М2 (РСП-10МН). Запросные сигналы ДРЛ на частоте 837,5 МГц принимаются приемопередающей антенной ответчика АЗ-018 и через аттенюатор, блок фильтров ВТ-002 поступают в приемник. После усиления и детектирования запросные коды декодируются в блоке имитатора дальности. Декодированные сигналы задерживаются на время, соответствующее дальности, установленной переключателем ДАЛЬНОСТЬ на передней панели контрольного ответчика. Задержанные сигналы с имитатора дальности поступают на запуск шифратора, с выхода которого ответные коды поступают на запуск передатчика.

Запросные сигналы ПРЛ (по курсу или глиссаде) принимаются антенной сантиметрового диапазона АВ-014 и далее поступают в детекторную секцию. После детектирования полученные видеоимпульсы поступают на блок посадочных сигналов. БПС осуществляет усиление детектированных видеосигналов, их декодирование, а также подавление сигналов, излученных по боковым лепесткам диаграмм направленности антенн курса или глиссады. С выхода БПС декодированные сигналы поступают в блок имитатора дальности, где задерживаются на время, соответствующее дальности 12 км, и далее поступают в шифратор. С выхода шифратора ответный код запускает передатчик. В режиме УВД ответный сигнал для ДРЛ состоит из координатного кода, служащего для получения отметки от самолета на индикаторе кругового обзора, и информационного кода, содержащего дополнительные сведения о бортовом номере, высоте полета и запасе топлива.

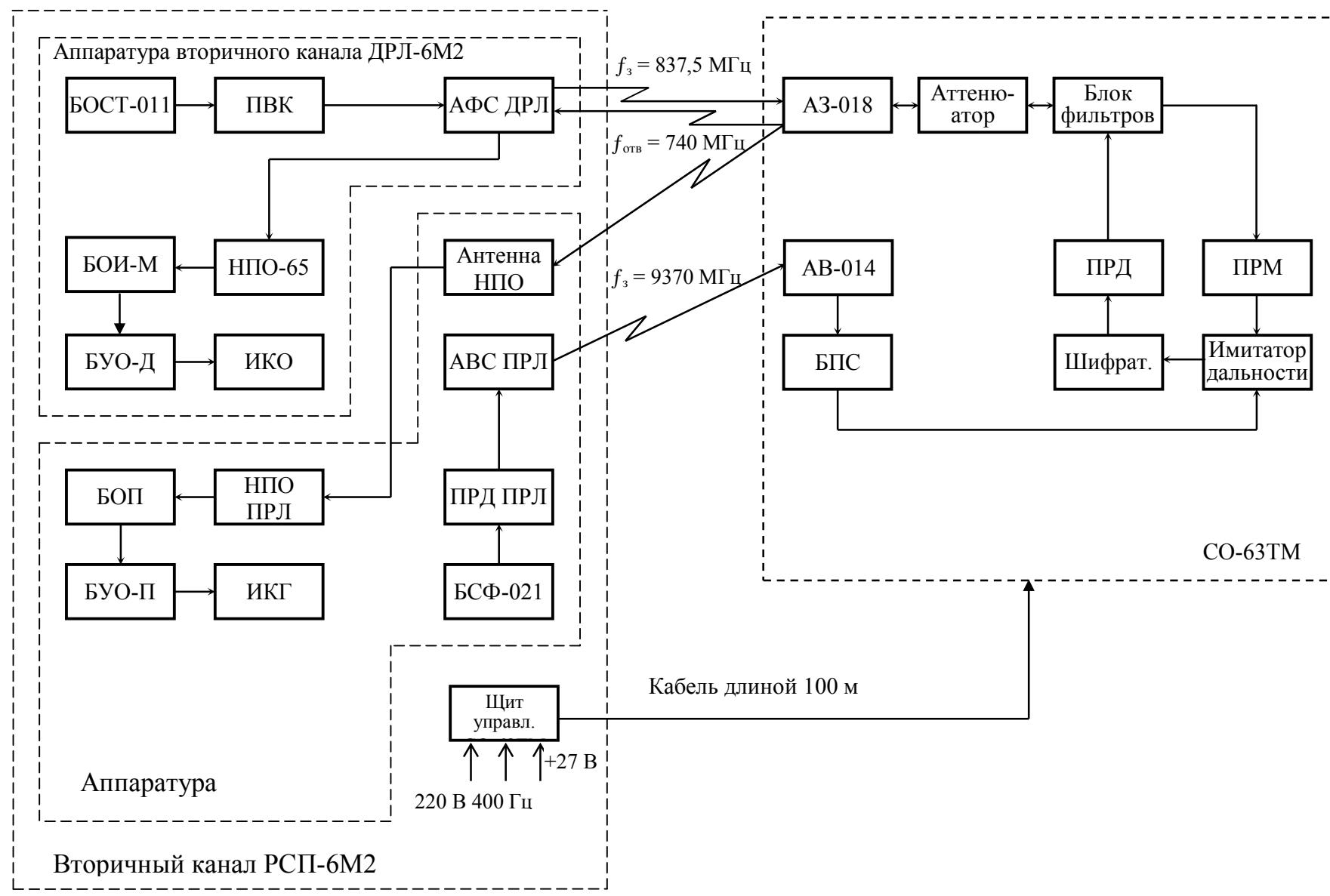


Рисунок 11.2. Схема взаимодействия СО-63ТМ с ДРЛ и ПРЛ

Ответный сигнал для ПРЛ состоит только из координатного кода, служащего для определения местоположения самолета на индикаторе курса и глиссады.

Бортовой номер набирается на передней панели шифратора СО-63ТМ, высота полета и запас топлива устанавливаются переключателями ВЫСОТА и ТОПЛИВО % на передней панели СО-63ТМ. Ответные высокочастотные сигналы излучаются антенной на одной из частот (730, 740, 750 МГц), выбираемых переключателем ВОЛНЫ.

Сигналы контрольного ответчика СО-63ТМ принимаются антенной ДРЛ и поступают на наземный приемник ответчика (НПО-65). С выхода НПО-65 усиленные и детектированные видеоимпульсы ответного кода проходят на блок обработки информации БОИ-М. После декодирования и очистки от несинхронных импульсных помех информация поступает в блок управления отображением БУО-Д и далее на ИКО. При работе с ПРЛ сигналы контрольного передатчика принимаются щелевой антенной приема активного ответа и затем поступают в НПО посадочного радиолокатора. После усиления и детектирования ответный сигнал декодируется в блоке очистки от помех (БОП) и в виде одиночного импульса поступает в блок управления отображением ПРЛ и далее на индикаторы курса и глиссады.

В случае работоспособности аппаратуры ДРЛ и ПРЛ на соответствующих индикаторах наблюдается яркостная отметка от контрольного ответчика СО-63ТМ. Азимут отметки определяется местом расположения СО-63ТМ относительно РСП, дальность на ИКО должна соответствовать дальности, устанавливаемой переключателем ДАЛЬНОСТЬ на передней панели ответчика. При исправности аппаратуры отображения ДРЛ на ИКО в формуляре сопровождения должна быть отображена информация о бортовом номере, высоте полета и запасе топлива.

В режиме РСП работа СО-63ТМ полностью аналогична работе его в режиме УВД. Отличие заключается в том, что на запросный код как ПРЛ, так и ДРЛ ответчик формирует только двухимпульсный координатный код.

В контролльном ответчике СО-63ТМ предусмотрен режим внутреннего запуска. В этом режиме ответчик может быть использован для контроля работоспособности приемных трактов активных каналов ПРЛ и ДРЛ, а также для проверки параметров самого ответчика.

Конструкция контрольного выносного ответчика СО-63ТМ

Внешний вид контрольного выносного ответчика с органами управления приведен на рисунке 11.3. СО-63ТМ смонтирован в прямоугольном корпусе из алюминиевого сплава. В боковых панелях корпус имеет откидывающиеся крышки, через которые облегчен доступ ко всем блокам ответчика. Съемные блоки (имитатор дальности, приемопередатчик, шифратор и блок фильтров ВТ-002) располагаются на направляющих.

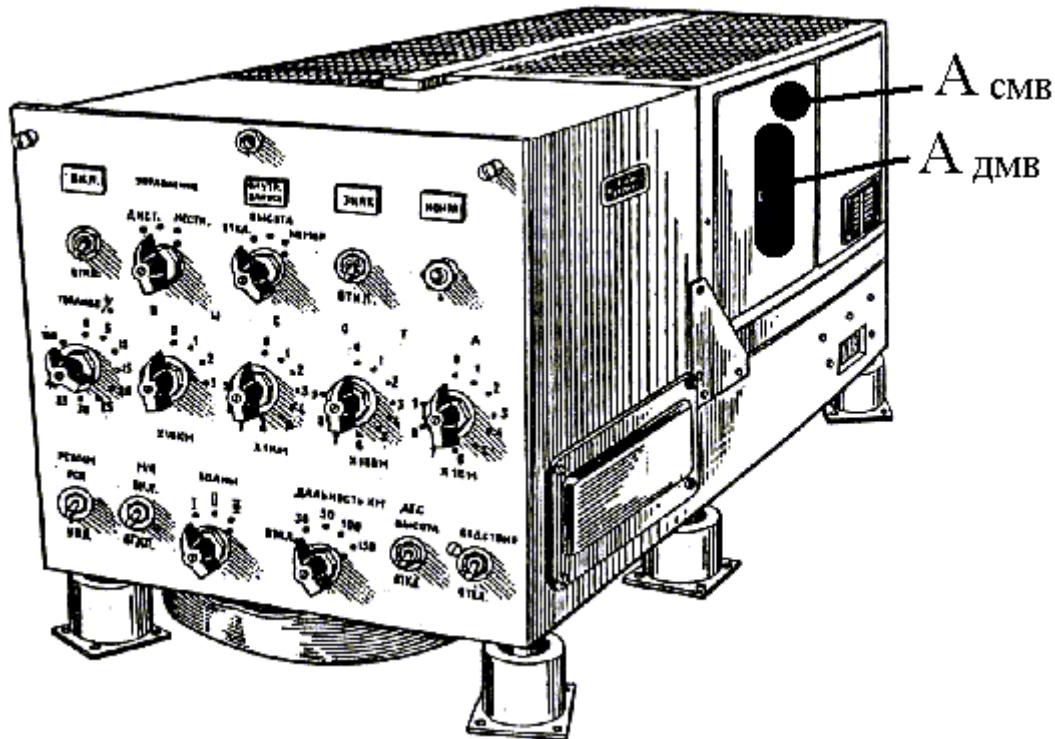


Рисунок 11.3. Внешний вид контрольного выносного ответчика с органами управления

На передней панели находятся органы управления ответчика. На задней стенке рамы находятся: контрольные разъемы, разъемы питания, высокочастотные разъемы, предохранители и зажимные гайки, с помощью которых крепятся блоки на раме. Антенны устанавливаются на боковой стенке корпуса ответчика. Щит управления ответчика выполнен в виде отдельного блока и устанавливается в аппаратной ПРЛС-6М2.

Управление ответчиком обеспечивается двумя способами: местное управление – с передней панели ответчика; дистанционное управление – со щита управления ответчика.

На щите управления ответчика размещены:

- 1) переключатель режимов работы на три положения: ОТКЛ. – для выключения ответчика; УВД – для проверки работоспособности аппаратуры вторичных каналов ДРЛ, ПРЛ и аппаратуры отображения; РСП – для проверки работоспособности ПРЛ и ДРЛ в режиме РСП;
- 2) кнопка ОПОЗНАВАНИЕ – для перевода контрольного ответчика в режим опознавания;
- 3) кнопка КОНТРОЛЬ – для оперативной проверки работоспособности контрольного ответчика СО-63ТМ;
- 4) лампа ИНД.ОТВ. – для индикации наличия ответного сигнала от ответчика и контроля его работоспособности;
- 5) тумблер БЕДСТВИЕ – для проверки выдачи ответчиком информации о бедствии;
- 6) лампы для индикации включения на контролльном ответчике СО-63ТМ режимов работы УВД и РСП;

7) предохранители 220 В 2 А и 27 В 1 А.

На передней панели контрольного ответчика СО-63ТМ расположены (рисунок 11.3):

- 1) переключатель УПРАВЛЕНИЕ, имеющий положения ДИСТ. и МЕСТН., которым осуществляются включение и управление контрольным ответчиком СО-63ТМ со щита управления или с передней панели ответчика;
- 2) тумблер ВКЛ.-ОТКЛ. – для включения ответчика;
- 3) лампа ВКЛ. – для индикации включения контрольного ответчика;
- 4) кнопка КОНТР. – для оперативной проверки работоспособности контрольного ответчика;
- 5) лампа КОНТР. – для индикации ответа и контроля работоспособности контрольного ответчика СО-63ТМ;
- 6) тумблер ЗНАК-ОТКЛ. – для проверки контрольного ответчика в режиме опознавания;
- 7) лампа ЗНАК – для индикации включения режима опознавания;
- 8) тумблер БЕДСТВИЕ-ОТКЛ. – для проверки выдачи информации о бедствии;
- 9) тумблер КАНАЛЫ БПС – для переключения кодов БПС;
- 10) переключатель ВОЛНЫ – для переключения рабочих частот передатчика ответчика;
- 11) тумблер РЕЖИМ, имеющий положения РСП и УВД;
- 12) переключатель ДАЛЬНОСТЬ КМ – для установки с имитатора дальностей 0, 30, 50, 100 и 150 км;
- 13) переключатель ВНУТР. ЗАПУСК – для проверки работоспособности контрольного ответчика СО-63ТМ;
- 14) лампа ВНУТР. ЗАПУСК – для индикации включения режима внутреннего запуска;
- 15) переключатель ВЫСОТА – для набора информации о высоте полета в режиме УВД;
- 16) переключатель ТОПЛИВО % - для набора информации о топливе в режиме УВД;

17) тумблер АБС. ВЫСОТА – ОТКЛ. для разового сообщения об установке абсолютного давления.

Порядок использования контрольного ответчика для контроля технического состояния РСП заключается в следующем:

- 1) переключатель ВНУТР.ЗАПУСК – на передней панели контрольного ответчика СО-63ТМ необходимо установить в положение ОТКЛ.;
- 2) тумблер ВЧ-ВИДЕО (на задней стенке контрольного ответчика СО-63ТМ под предохранительной крышкой) должен находиться в положении ВЧ;
- 3) переключатель режимов работы на щите управления ответчиком или тумблер РЕЖИМ на передней панели ответчика СО-63ТМ установить в положение РСП или УВД в зависимости от выбранного режима;
- 4) переключатель ДАЛЬНОСТЬ КМ установить в одно из положений: 0, 30, 50, 100 или 150 км в зависимости от установленного масштаба РЛС;
- 5) переключатель ВОЛНЫ установить в одно из трех положений, в зависимости от частот настройки: НПО, ДРЛ и ПРЛ.

Контроль работоспособности ответчика и аппаратуры вторичных каналов ДРЛ и ПРЛ производится по периодическому вспыхиванию лампы КОНТР. на передней панели ответчика или лампы ИНД. ОТВЕТА на щите управления ответчиком (с частотой вращения антенны ДРЛ) и по наличию отметок на ИКО, индикатора курса и глиссады, а также навигационной информации на ИКО в формуляре сопровождения.

11.4. Имитатор СДЦ

Имитатор СДЦ предназначен для создания на экране индикатора курса отметки от цели при работе ПРЛ-6М2 в режиме СДЦ. Эта отметка будет отображать действительное положение имитатора на местности и использоваться для обозначения продолжения оси взлетно-посадочной полосы (ВПП), курса посадки. Имитатор СДЦ устанавливается в районе ближнего радиомаркера на продолжении оси ВПП и на удалении 1000 м от ее торца. Кроме того, использование имитатора СДЦ позволяет проверить работоспособность ПРЛ-6М2 в режиме СДЦ .

Функциональная схема имитатора СДЦ приведена на рисунке 11.4.

Имитатор состоит из следующих элементов:

параболической зеркальной антенны с облучателем волноводного типа;
направленного ответвителя;
детекторной секции;
фазовращателя с приводом;

блока проверки частоты повторения (БПЧС).

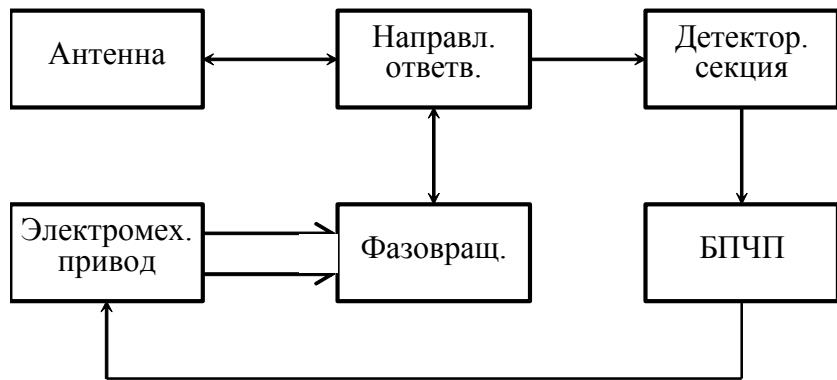


Рисунок 11.4. Функциональная схема имитатора СДЦ

Антенна состоит из отражателя, представляющего собой параболоид вращения, облучателя, выполненного в виде открытого конца волновода. Фазовращатель состоит из волновода (статора) и управляемого поршня (ротора). Вращение ротора производится с помощью привода, управляемого от блока проверки частоты повторения. СВЧ сигнал с выхода облучателя поступает в кольцевой волновод фазовращателя и, отразившись от него, идет в облучатель. Фаза переизлученного имитатором сигнала отличается от фазы принимаемого от ПРЛ сигнала на 90^0 . Аппаратура ПРЛ принимает эти сигналы, усиливает, селектирует по частоте f_d , на индикаторе курса ПРЛ появляется отметка от движущейся цели.

При работе ПРЛ в любых других режимах (АКТ, ПАСС) из-за несовпадения частоты повторения сигналов ПРЛ и БПЧП напряжение +27 В с двигателяя механизма фазовращателя снимается. Это приводит к автоматическому отключению имитатора СДЦ.

Питание СДЦ осуществляется от сети 220 В 50 Гц.

Имитатор СДЦ имеет два режима работы: ручной и автоматический. В автоматическом режиме включение имитатора осуществляется с помощью блока проверки частоты повторения.

Функциональная схема блока проверки частоты повторения изображена на рисунке 11.5, а временные диаграммы в нем – на рисунке 11.6. БПЧП представляет собой селектор по частоте повторения импульсов. В режиме СДЦ период повторения импульсов передатчика ПРЛ переменный (500 или 416 мкс). На выходе блока появляется напряжение +27 В для включения двигателя привода ротора фазовращателя только при наличии на его входе импульсов, следующих с этими периодами повторения. Схема работает следующим образом. Импульсы положительной полярности с выхода детекторной секции имитатора поступают на вход усилителя У1. Усиленный импульс после дифференцирования в усилителе поступает на запуск ждащего мультивибратора. Мультивибратор вырабатывает импульсы длительностью 80 мкс отрицательной полярности с периодом, равным периоду повторения сигналов ПРЛ в режиме СДЦ. Фронтом каждого импульса запускается ждащий мультивибратор, выполняющий

функцию линии задержки на 200 мкс (ЛЗ-1). Срезом импульса мультивибратора, прошедшего через фазоинверторы У3 и У4, запускаются ждущие мультивибраторы, выполняющие функции линий задержки ЛЗ-2 на 300 мкс и ЛЗ-3 на 216 мкс. Для этого ждущий мультивибратор (ЛЗ-3) вырабатывает импульсы длительностью 216 мкс, а мультивибратор (ЛЗ-2) - импульсы длительностью 300 мкс. С выхода линий задержки ЛЗ-2 и ЛЗ-3 сформированные импульсы через соответствующие фазоинверторы У5 и У6 поступают на схему сложения У7. С выхода схемы ИЛИ У7 импульс отрицательной полярности поступает на один вход схемы совпадения У1. На другой вход этой схемы через эмиттерный повторитель У2 подается импульс длительностью 80 мкс с мультивибратора (МВ). Если на вход БПЧП поступают импульсы с периодом 500 или 416 мкс, то схема совпадения У1 срабатывает. В этом случае на выходе схемы совпадения появляется отрицательный импульс, запускающий схему исполнительного устройства (ИУ). Исполнительное устройство вырабатывает команду в виде напряжения +27 В на включение двигателя имитатора СДЦ.

Внешний вид имитатора СДЦ представлен на рисунке 11.7. Имитатор СДЦ состоит из корпуса (1), выполненного в виде полусфера, внутри корпуса смонтирована параболическая антенна (3) с волноводом (2).

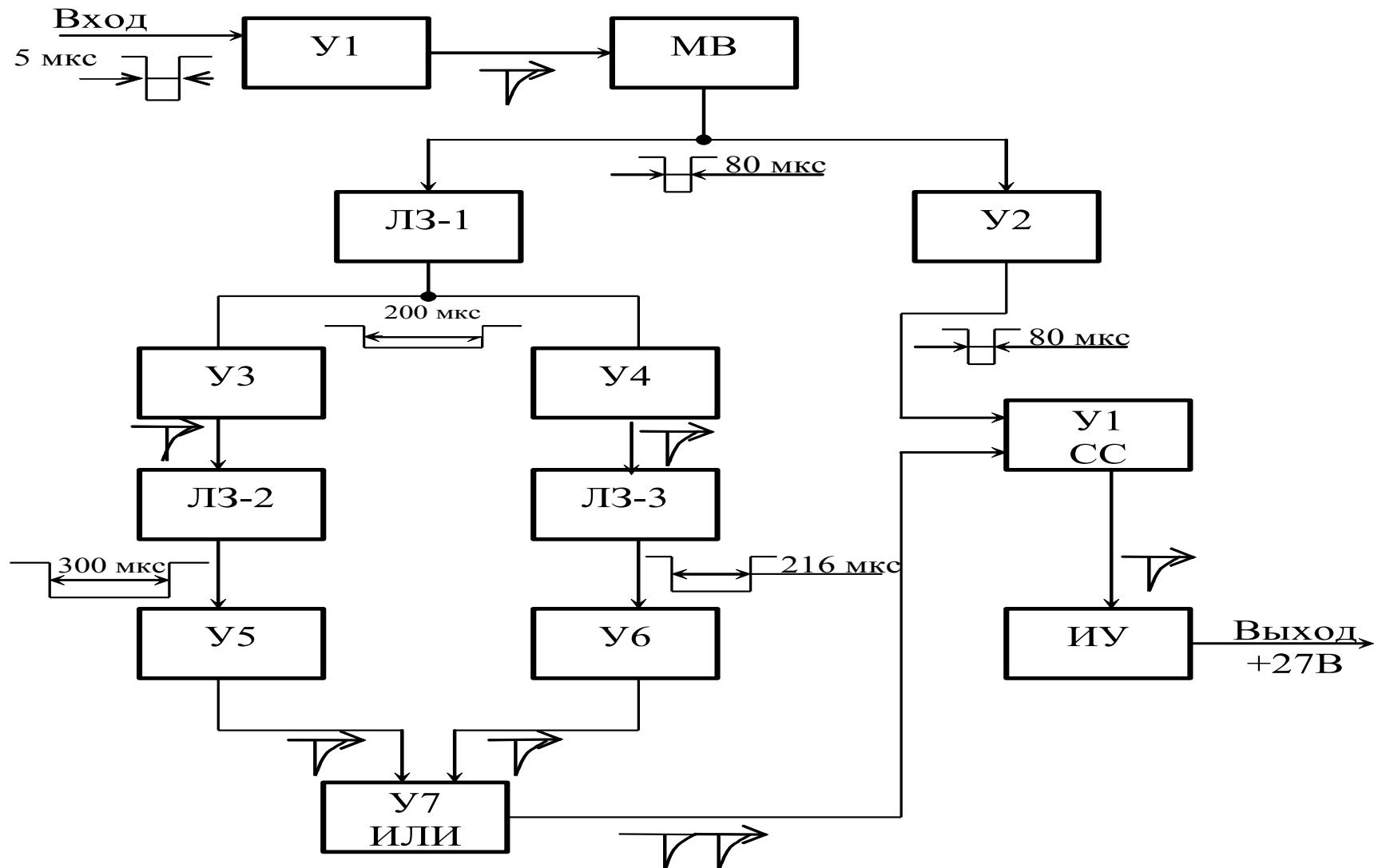


Рисунок 11.5. Функциональная схема блока проверки частоты повторения

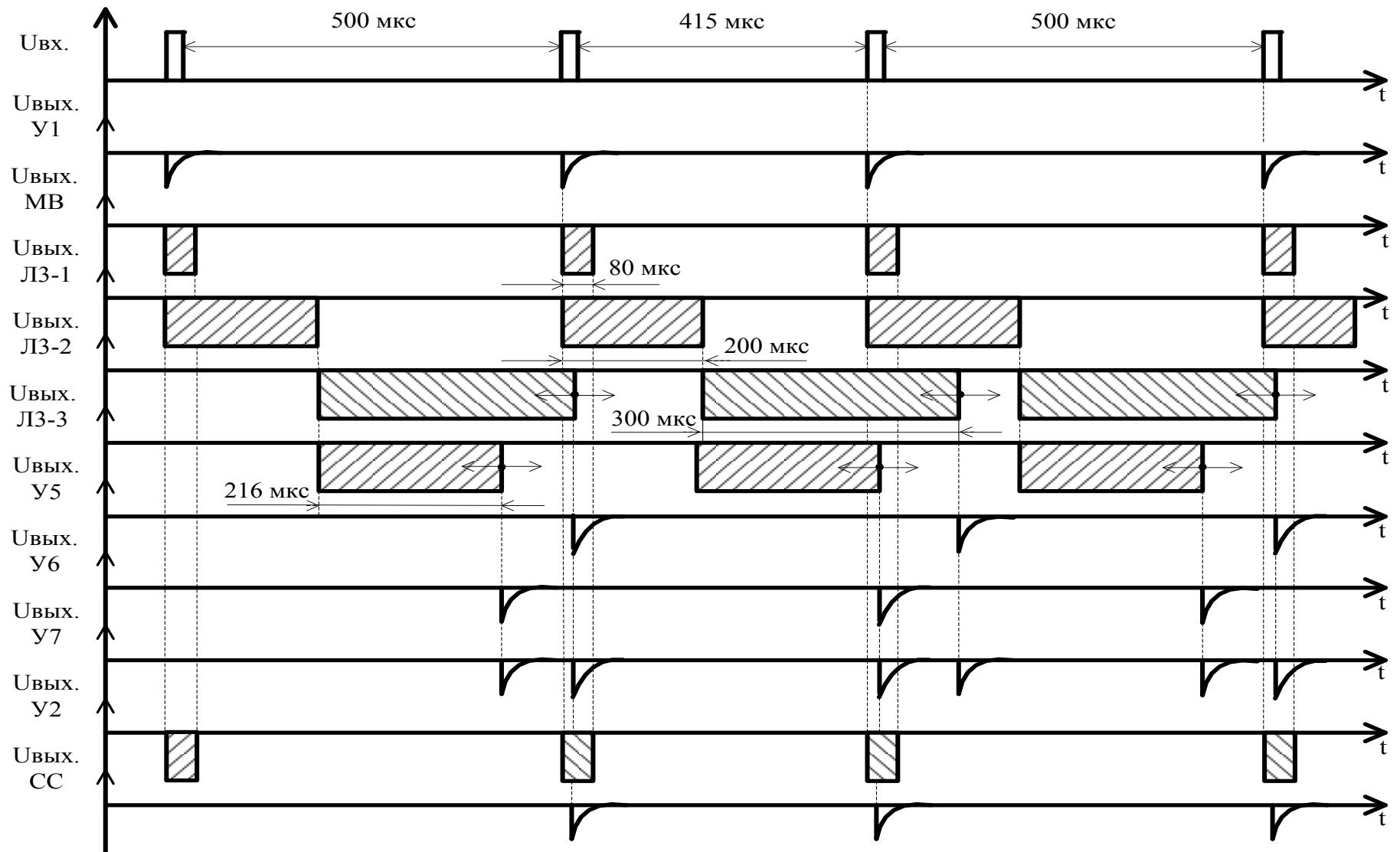


Рисунок 11.6. Временные диаграммы в блоке проверки частоты повторения

На другой стороне корпуса размещаются фазовращатель (4), блок проверки частоты повторения (5) и блок питания (6). Для обеспечения герметичности имитатора антенна закрыта радиопрозрачным сферическим колпаком, а блоки (4), (5), (6) – крышкой из алюминия. Имитатор закреплен на стойке (7) таким образом, что может перемещаться при настройке в горизонтальной и вертикальной плоскостях при помощи установленных болтов (8). Стойка имитатора укрепляется на бетонированной площадке.

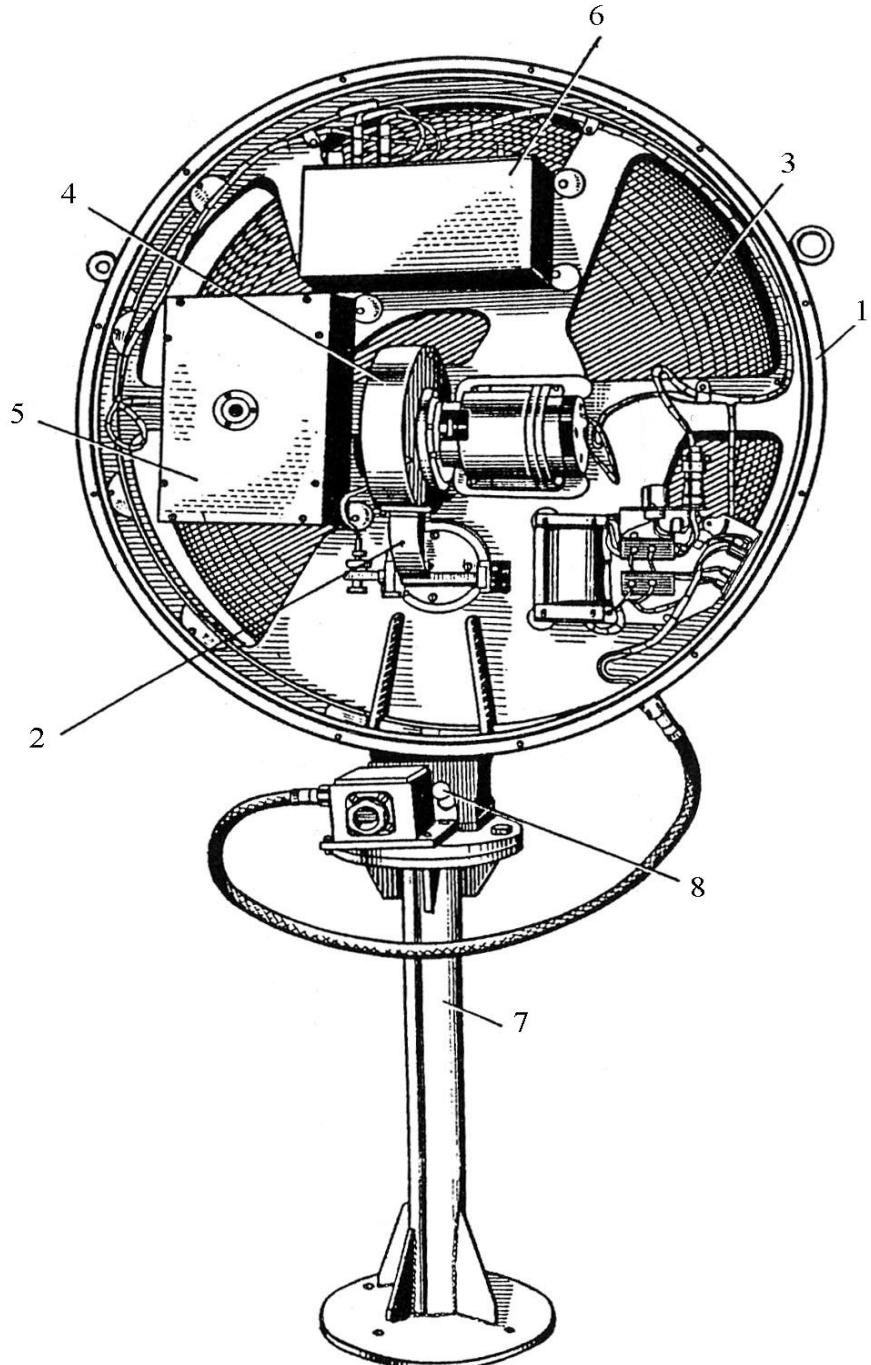


Рисунок 11.7. Имитатор СДЦ

Контрольные вопросы к главе 11

1. Назначение, основные технические характеристики контрольного ответчика и имитатора СДЦ.
2. Где размещаются контрольный ответчик и имитатор СДЦ?
3. Принцип действия контрольного ответчика.
4. Принцип действия имитатора СДЦ.
5. Назначение органов управления контрольного ответчика.
6. Назначение органов управления имитатора СДЦ.