

С.И. Волков, А.В. Леонов, Ю.В. Лобачев, Е.С. Перевозов

Радиолокационные системы управления воздушным движением

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Москва 2006



1. Диспетчерский радиолокатор ДРЛ-6М2

1.1. Основные сведения о ДРЛ-6М2

Радиотехнические системы, включающие и радиолокаторы различного назначения, являются неотъемлемым элементом любой современной системы управления воздушным движением. К ним относятся обзорные (диспетчерские) радиолокаторы (ДРЛ), посадочные (ПРЛ), метеорологические (МРЛ) и радиолокаторы обзора летного поля (РОЛП).

Наиболее важными из них являются обзорные (диспетчерские) и посадочные радиолокаторы, объединенные в радиолокационную систему посадки (РСП).

Диспетчерский радиолокатор РСП-6М2 ДРЛ-6М2 обеспечивает группу руководства полетами (ГРП) информацией о всей совокупности летательных аппаратов в ближней зоне аэродрома (рисунок 1.1) [1].

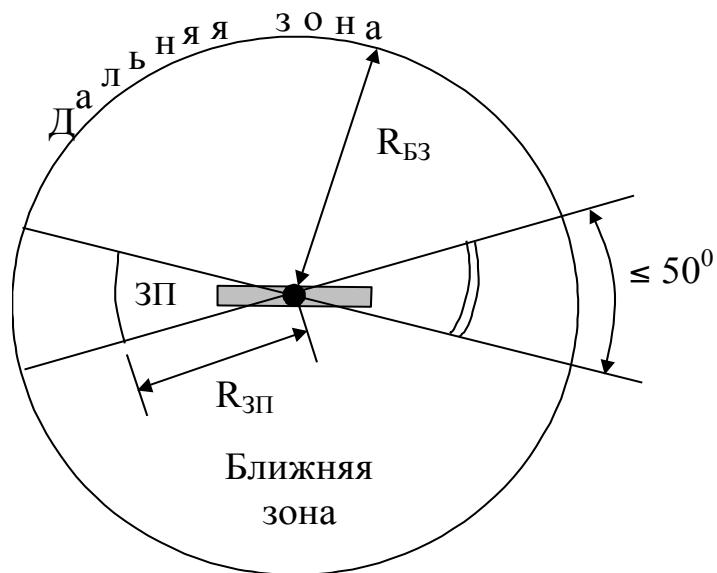


Рисунок 1.1. Распределение воздушного пространства в зоне аэродрома

На рисунке 1.1 показаны: БЗ – ближняя зона; ЗП – зона взлёта и посадки, $R_{БЗ}$ – радиус ближней зоны, $R_{ЗП}$ – радиус зоны посадки. Радиус ближней зоны $R_{БЗ} = 60\dots 75$ км. В зоне посадки, с $R_{ЗП} \leq 50$ км, основным источником информации является ПРЛ-6М2.

На рисунке 1.2 приведена структурная схема контура управления воздушными судами в аэродромной зоне с использованием РСП в ручном, директорном (полуавтоматическом) и автоматическом режимах [2].

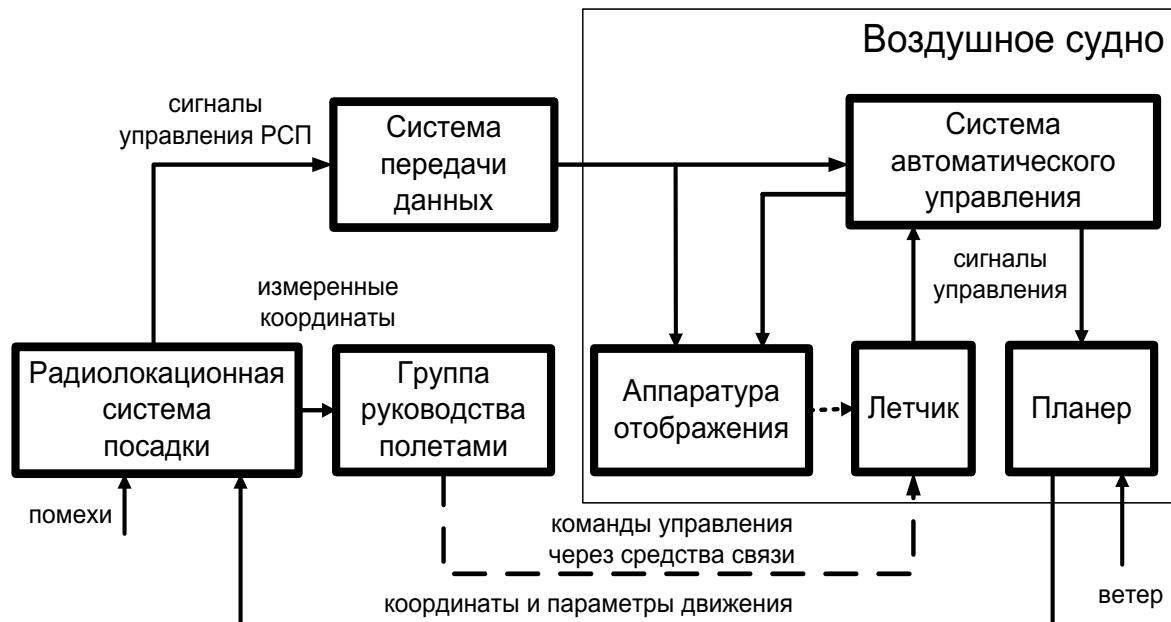


Рисунок 1.2. Структурная схема контура управления ВС

В ближней зоне ДРЛ-6М2 обеспечивает ГРП информацией для решения двух задач: обеспечение выхода ВС в район аэродрома посадки и ручного управления этими ВС в районе аэродрома посадки, последовательный их завод в зону действия ПРЛ-6М2.

Использование ДРЛ для управления ВС позволяет обеспечить необходимый уровень безопасности полетов в ближней зоне. Уровень безопасности полетов на всех этапах выражается через вероятность P_{cb} опасного сближения [3]:

$$P_{\delta n} = 1 - P_{cb}. \quad (1.1)$$

Вероятность P_{cb} связана с вероятностью правильного функционирования P_ϕ наземной системы управления и вероятностью возникновения конфликтных ситуаций в воздухе P_{kc} соотношением:

$$P_{cb} = P_{kc} (1 - P_\phi). \quad (1.2)$$

С учетом последнего выражения

$$P_{\delta n} = 1 - P_{kc} (1 - P_\phi). \quad (1.3)$$

Причинами возникновения конфликтных ситуаций могут быть конкретные условия полетов в зоне аэродрома (метеоусловия, опасные для полётов объекты местности), неудовлетворительное управление ВС со стороны экипажа, ГРП, и т.п. Грамотное использование РСП позволяет снизить вероятность P_{kc} при обеспечении высокой вероятности P_ϕ .

В соответствии с предназначением, ДРЛ-6М2 обеспечивает решение задач обнаружения ВС как в простых, так и в сложных метеоусловиях, в том числе и при применении пассивных (гидрометеоры, дипольные отражатели, металлизированные ленты) и активных помех (несинхронные и хаотические импульсные помехи), измерение дальности и азимута, их радиолокационного разрешения с использованием индикатора кругового обзора (ИКО) (рисунок 1.3).

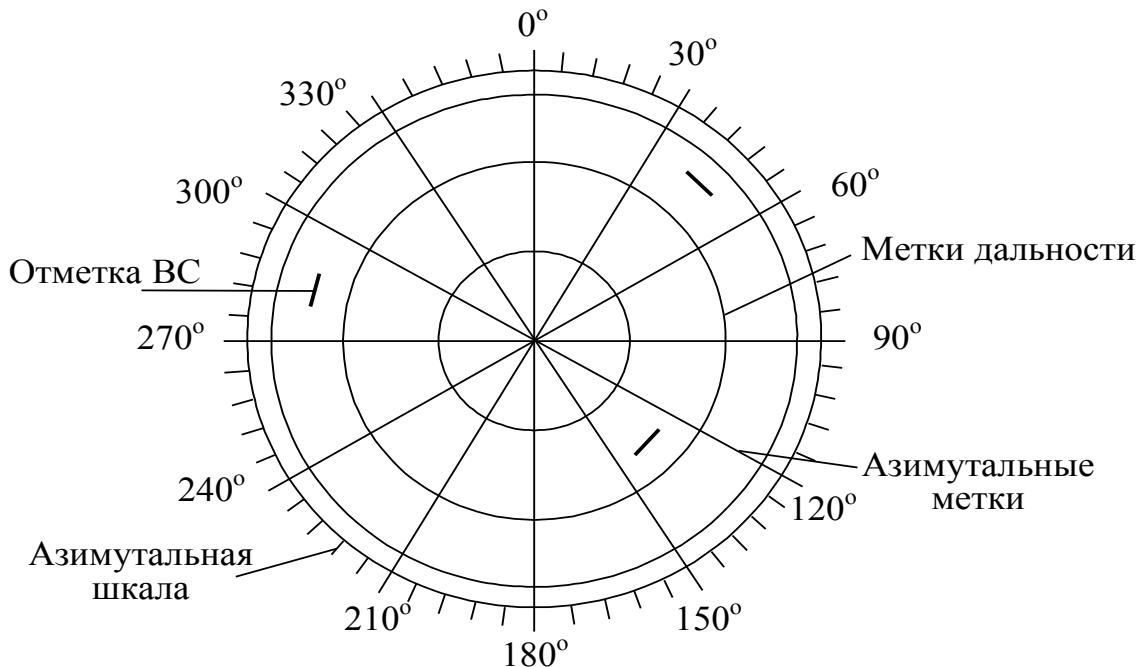


Рисунок 1.3. Вид экрана ИКО

Кроме ДРЛ-6М2, для выполнения своих функций ГРП использует автоматический радиопеленгатор (АРП-11) и радиостанции. ДРЛ-6М2 работает в трех режимах: ПАСС, СДЦ, АКТ. Использование дециметрового диапазона волн снижает затухание ЭМВ в атмосфере. Для повышения надежности работы первичный канал ДРЛ-6М2 выполнен в двухкомплектном исполнении. При этом основным вариантом использования ДРЛ-6М2 является двухкомплектный, резервный вариант – однокомплектный. Передатчики первого канала обоих

комплектов настроены на разные частоты, независимо друг от друга могут работать в различных режимах, поэтому в ДРЛ-6М2 применяют двухканальный и одноканальный режимы. В двухканальном режиме, по сравнению с одноканальным, выше помехоустойчивость. Основные ТТХ ДРЛ-6М2 приведены в [1, 4, 5].

1.2. Состав и размещение блоков ДРЛ-6М2

В состав аппаратуры радиолокационной системы РСП-6М2 входят:

1. Посадочная радиолокационная станция ПРЛС-6М2 (рисунок 1.4), размещаемая в КУНГ-1М и включающая в себя:
 - посадочный радиолокатор ПРЛ-6М2;
 - диспетчерский радиолокатор ДРЛ-6М2;
 - двухканальный автоматический УКВ - ДМВ радиопеленгатор Е-519 (АРП-11);
 - устройство управления радиостанциями Р-863;
 - устройство проводной громкоговорящей связи с аппаратурой магнитной записи радиообмена (два магнитофона МН-61Н);
2. Передвижная автономная электростанция ПЭП-6М2 (рисунок 1.5), в КУНГе которой размещаются:
 - - энергетические установки ВПЛ-30 и АД-30 (два);
 - три радиостанции Р-863;
 - высокочастотное устройство радиопеленгатора Е-519;
 - запасное имущество (индивидуальный комплект ЗИП);
 - комплект соединительных кабелей.
3. Транспортные тягачи КРАЗ-255Б (рисунок 1.6) с укладкой антенных устройств и другого имущества.

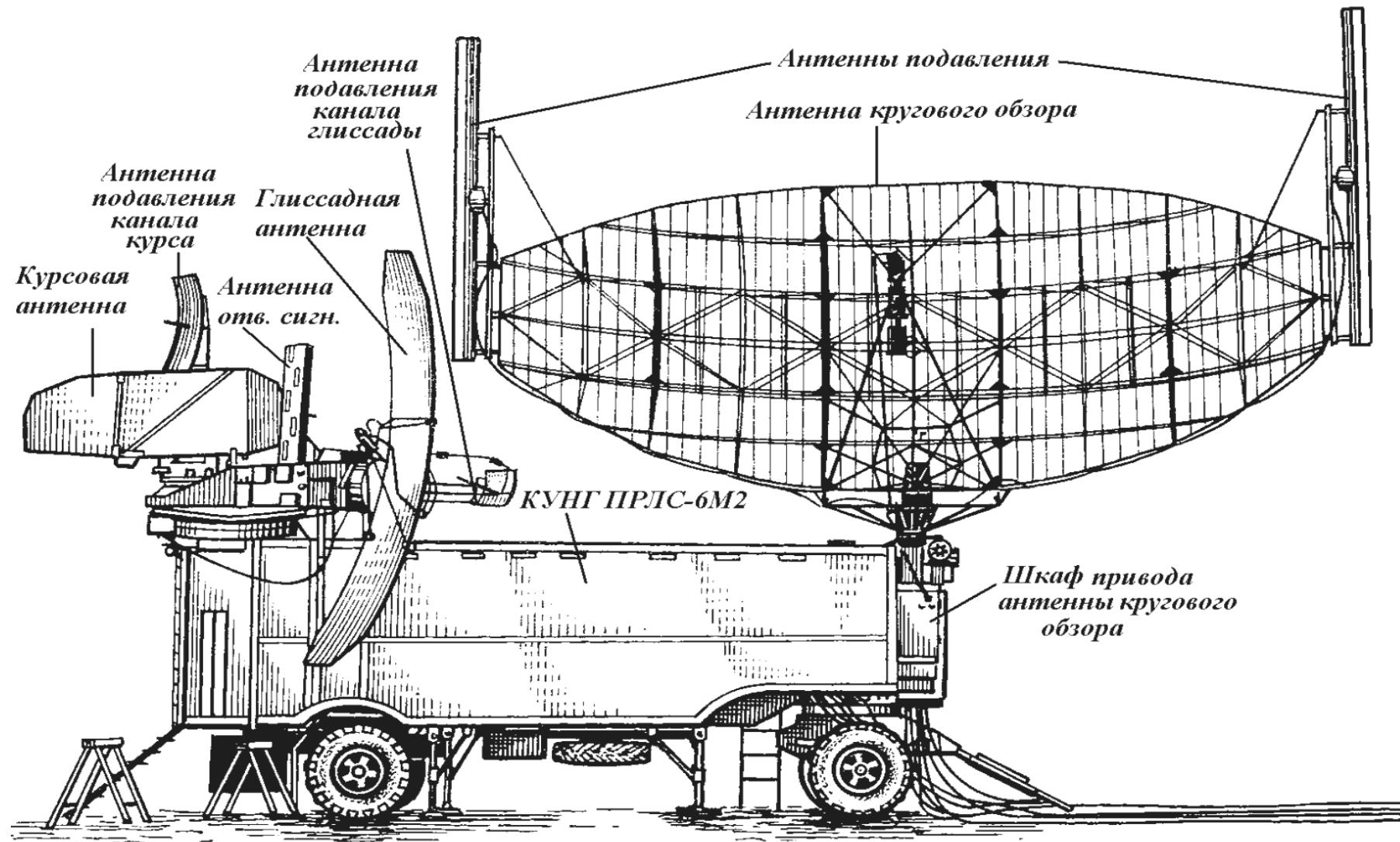


Рисунок 1.4. КУНГ с ПРЛС-6М2 на позиции

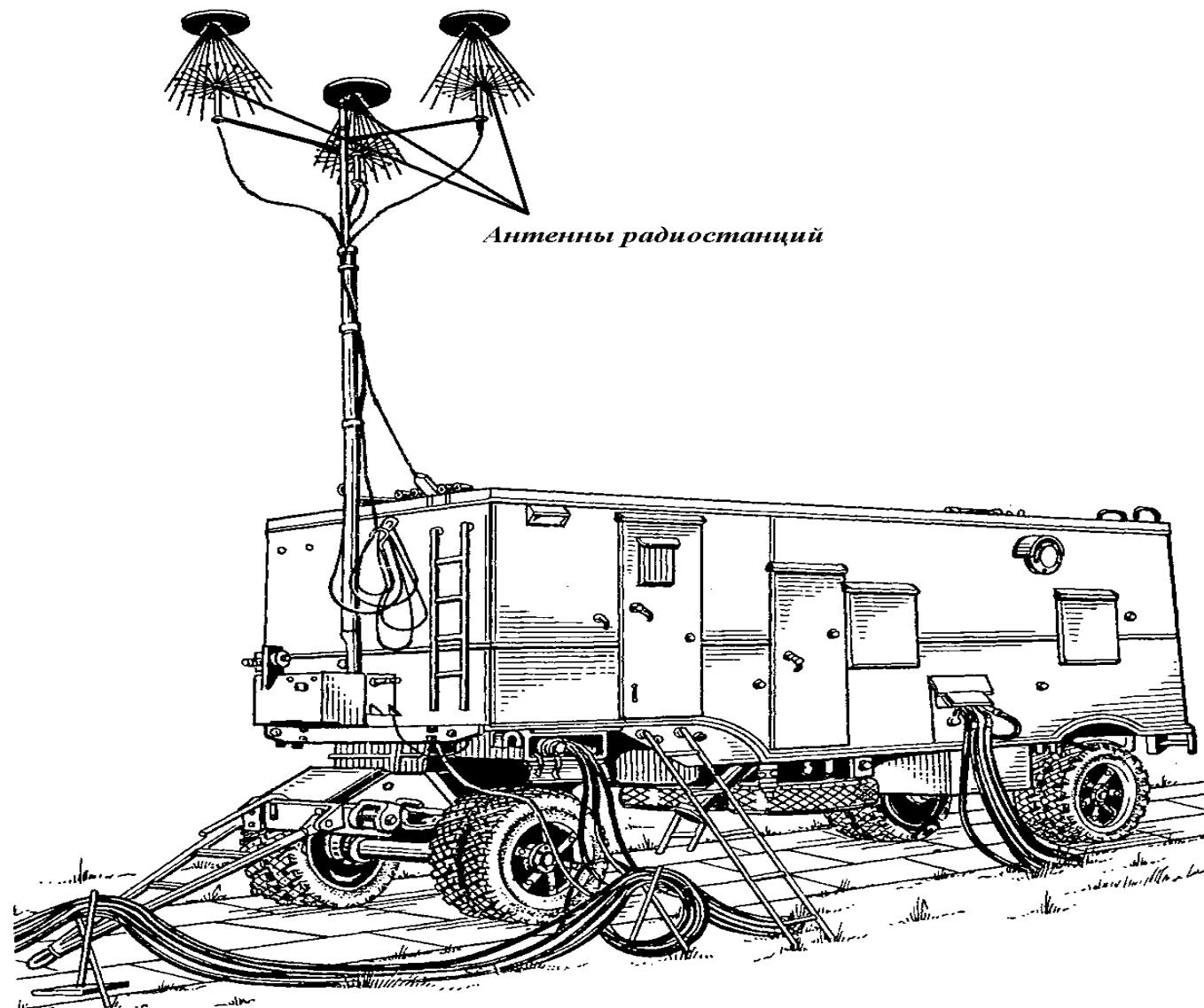
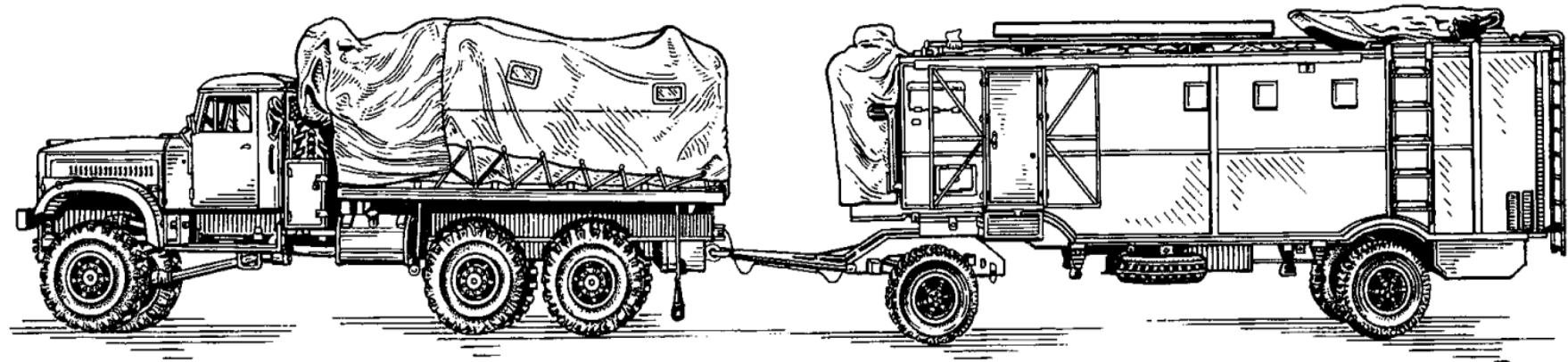
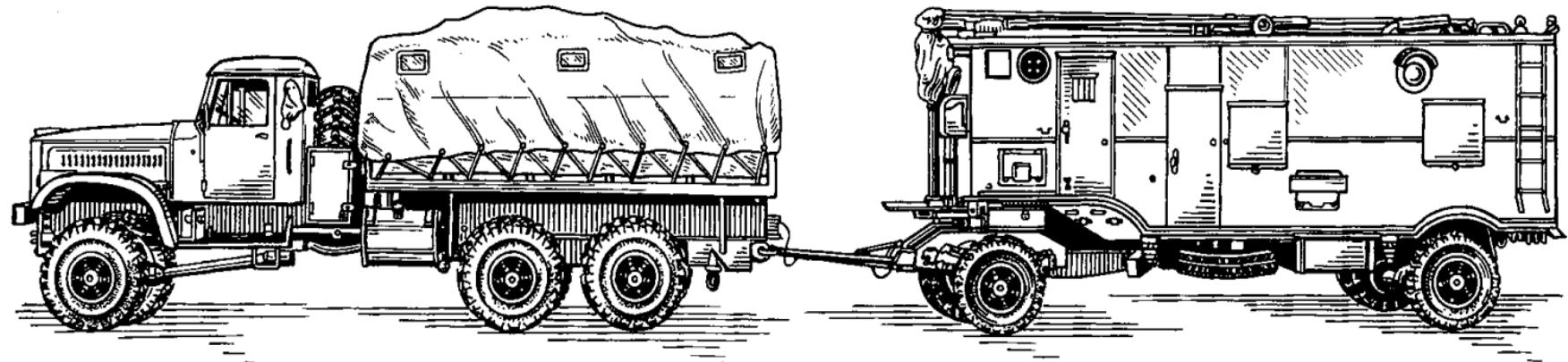


Рисунок 1.5. КУНГ с ПЭП-6М на позиции



а) станция ПРЛС-6М2



б) передвижная электростанция ПЭП-6М2

Рисунок 1.6. РСП-6М2 на марше

Блоки диспетчерского радиолокатора конструктивно размещены в стойках (рисунок 1.7).

Стойка наземных приемников ответчика (СНПО-01) включает блоки приемных устройств вторичного канала ДРЛ НПО-65 (БР-009 и БП-134).

Стойка синхронизации, формирования и развертки (ССФР-01) включает:

- БРН-011 - блок развертывающих напряжений;
- БОСТ-011 - блок обработки, синхронизации и трансляции;
- БП-135 - блок питания.

В стойке компенсирующего устройства (СКУ-01) размещены:

- БЧВ-011 - блок череспериодного вычитания;
- БЧК-011 - блок череспериодной компенсации;
- БУ-011 - блок усреднения;
- БКИ-011 - блок компенсатора импульсный.

В стойке выпрямителей приемника (СВП-01) размещены:

- БП-142 - блок питания;
- БП-138 - блок питания;
- БП-127 - блок питания;
- БАК - блок автоматического контроля.

В стойке приемника (СПР-01) размещены:

- БПр-011 - блок приемника пассивного канала;
- БПЧ-С - блок подстройки частоты.

В стойке передатчиков и управления (СП и У) размещаются:

- БУВ-011 – блок управления выпрямителем;
- БПМ-011 – блок подмодулятора;
- БВМ-011 – блок выпрямителя модулятора;
- ПВК – передатчик вторичного канала.

В стойке передатчика СП-01 размещены устройства:

- генератор СВЧ – магнетрон;
- выпрямитель накала магнетрона;
- модулятор;
- выпрямитель 26 кВ;
- измерительная секция.

Пульт контроля и управления (ПКУ) можно разделить на две части: посадочную и диспетчерскую. В состав диспетчерской части входят следующие основные блоки (рисунки 1.8 и 1.9):

- БОИ-М - блок обработки информации;
- БУО-Д - блок управления отображением ДРЛ-6М2;
- БИ-45 - блок индикатора кругового обзора;
- БТУ - бок технического управления;
- БП-144 - блок питания;
- ПУФ - панель управления формуллярами;
- ПИ - панель измерителя;
- ДК - датчик координат;
- ПУ-БОИ-М - пульт управления блоком БОИ-М;
- ПУ р/с - пульты управления средствами связи, пеленгации и объективного контроля.

В состав посадочной части входят: БИ-45- индикатор (курса и глиссады (ИКГ)); ПОУА- пульт оперативного управления антеннами ПРЛ-6М2; ПОУ-П- пульт оперативного управления (поляризационными решётками); БУО-П - блок управления отображением ПРЛ-6М2; пульт управления фотoreгистрирующим устройством ПАУ-476.

В состав ДРЛ-6М2 входят также антenna кругового обзора, фидерный ВЧ тракт и привод антенны кругового обзора.

Передача и прием сигналов в ДРЛ-6М2 обеспечиваются с помощью следующих антенн:

- основной антенны зеркального типа A_0 ;
- двух антенн подавления $A_{П1}$, $A_{П2}$.

В зависимости от условий местности РСП-6М2 устанавливается слева или справа от ВПП (рисунок 1.10). Допускается развертывание на позиции двух и более РСП без затенения зон обзора ДРЛ в секторах прохождения основных контролируемых маршрутов полета в районе аэродрома элементами нерабочей системы.

СНПО	ССФР	СКУ-01	СВП-01	СПР-01	СП-01	СП и У		СП-01
БР-009	БП-135	БУВ-011	БП-142	БПр-2-011		ПВК		
БП-134	БРН-011	БЧК-011	БП-138	БПЧС-011		БУВ-011	БУВ-011	
БР-009	БОСТ-011	БУ-011	БП-127	БПЧС-011		БМП-011	БМП-011	
БП-134	БОСТ-011	БКИ-011	БАК	БПр-1-011		БВМ-011	БВМ-011	

Рисунок 1.7. Стойка ДРЛ-6М2

БОИ-М						
БУО-Д		БИ-45 (ИКО)		БТУ	БИ-45	
ПИ	ДК	ПУ-БОИ-М	ПУФ	ПУ р/с	ПОУ-П	
БП-133	БП-68	БП-144	БП-68	БП-68	БП-144	

Рисунок 1.8. Пульт контроля и управления



Рисунок 1.9. ПКУ с органами управления ДРЛ и аппаратуры отображения

Выбранное для размещения объектов РСП-6М2 место должно представлять собой ровную площадку размером 10x10 м и иметь твердый грунт. Расстояние от прицепа с электростанцией ПЭП-6М2 до внешнего источника питания 380/220 В 50 Гц не должно превышать 50 м. Для правильного ориентирования антенн ПРЛ-6М2 относительно ВПП ось блока привода устанавливается перпендикулярно ВПП. В этом случае продольная ось станции ПРЛС-6М2 составляет с осью ВПП угол $60\pm3^{\circ}$. Станция ПРЛС-6М2 устанавливается на расстоянии от 150 до 200 м слева или справа от оси ВПП. Антенны автоматического радиопеленгатора Е-519 (АРП-11), контрольный самолетный ответчик (СО-63ТМ), а также имитаторы СДЦ и рефлекторы (пассивные уголковые отражатели) устанавливаются так, как показано на рисунке 1.10.

Блоки в стойках представляют типовую конструкцию с каркасом, на котором крепятся узлы, субблоки, панели и т.п. Каждый из блоков может выдвигаться из стойки по направляющим и фиксироваться в выбранном положении. Это позволяет иметь доступ ко всем элементам РЛС при проведении профилактических работ и ремонта.

1.3. Аппаратура управления ДРЛ-6М2

В составе ДРЛ-6М2 имеются органы управления позволяющие изменять функциональное состояние (режим работы) как всей РЛС (БТУ), так и её отдельных каналов, блоков (ПУ БОИ-М, ПУФ, ПИ, ДК). Ряд органов управления располагается непосредственно на блоках. Управление передатчиком первичного канала выполняется с БУВ-011, приёмником первичного канала – с БПр-011, ПВК- органами управления на ПВК, НПО – с БР-009, антенной – с БТУ, БОСТ – с передней панели БОСТ-011, КУ-01- переключателями в блоках КУ-01 и т.д.

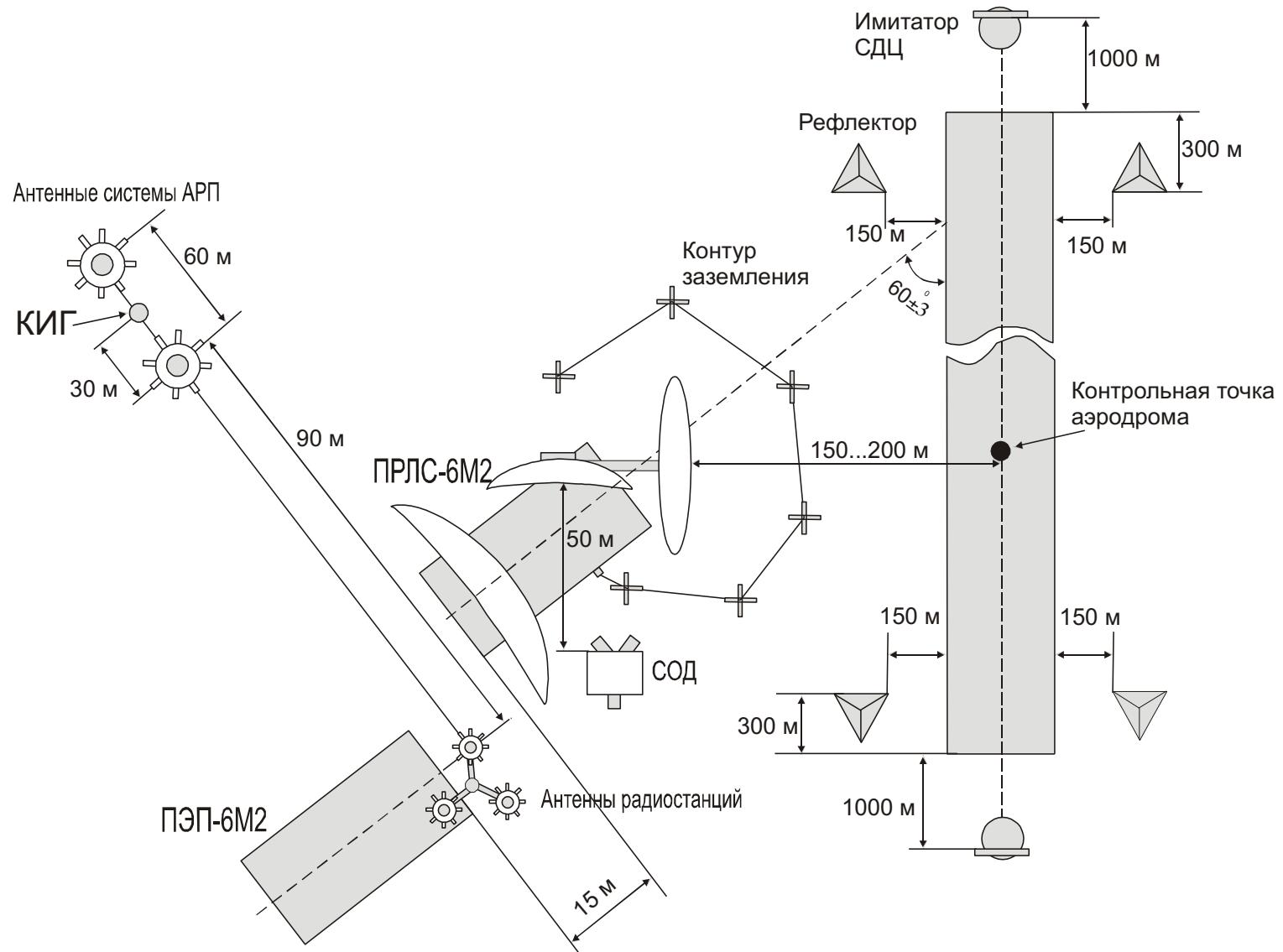


Рисунок 1.10. Схема размещения РСП-6М2 на позиции

Контрольные вопросы к главе 1

1. Решение каких задач обеспечивает ДРЛ-6М2?
2. Какие координаты позволяет измерять ДРЛ-6М2? В какой системе координат?
3. Какие основные элементы включает ДРЛ-6М2? Где они размещаются? Как выполняется транспортировка ДРЛ-6М2?
4. Каким образом размещается ДРЛ-6М2 на позиции?
5. Какие органы управления имеются в ДРЛ-6М2? Где они размещаются?
6. Имеется ли доступ к элементам, расположенным в блоках?

2. Антенно-фидерное устройство ДРЛ-6М2

2.1. Основные сведения об АФУ ДРЛ-6М2

Антенно-фидерное устройство (АФУ) предназначено для передачи ВЧ энергии передающих устройств к антенне ДРЛ и излучения её в пространство, а также для приема отраженных сигналов и сигналов самолетных ответчиков и передачи их к приемным устройствам.

Антенно-фидерное устройство состоит из:

- двух приемопередающих тракта первичного канала;
- приемопередающего тракта вторичного канала.

В состав этих трактов входят следующие узлы и элементы:

- антенна кругового обзора ДРЛ – 1 шт.;
- антенна подавления – 2 шт.;
- трехканальный вращающийся переход – 1 шт.;
- переход вращающийся – 1 шт.;
- устройство сложения мощностей – 2 шт.;
- антенный переключатель – 2 шт.;
- ответвитель направленный – 2 шт.;
- ответвитель с термопарами – 2 шт.;
- переключатель – 2 шт.;
- согласующее устройство – 1 шт.;
- ответвитель – 2 шт.;
- фазовращатель – 2 шт.;
- ступенчатый переход – 6 шт.;
- фильтр нижних частот (НЧ) – 1 шт.;
- фильтр верхних частот (ВЧ) – 1 шт.;
- коаксиальная нагрузка – 4 шт.;
- делитель мощности – 1 шт.;
- кольцевой мост – 2 шт.;
- оконечная нагрузка – 5 шт.;
- реле РЭВ-15 – 2 шт.;
- фидерный тракт ПВК; набор коаксиальных кабелей.

В состав антенного устройства ДРЛ входит также электропривод, предназначенный для вращения антенны в азимутальной плоскости с постоянной скоростью 10 об/мин.

Электропривод состоит из следующих элементов и устройств:

- асинхронного двигателя с редуктором;
- блока управления приводом антенны (БУПА);
- устройства звуковой сигнализации;
- тумблера АНТЕННА, установленного на блоке БТУ и предназначенного для дистанционного включения привода вращения.

АФУ имеет следующие технические данные:

а) ширина диаграммы направленности основной антенны ДРЛ A_o :

в вертикальной плоскости	–	22° ;
в горизонтальной плоскости	–	4° ;

б) ширина диаграммы направленности антенны A_{Π} :

в вертикальной плоскости	–	29° ;
в горизонтальной плоскости	–	–
120° ;	–	–

в) коэффициент усиления антенн:

основной антенны	–	900;
антенны подавления	–	11;

г) коэффициент стоячей волны ($K_{ст.}$) на входах передающих трактов первичных и вторичных каналов на рабочих частотах соответствующих передающих устройств

не более 1,7;

д) потери в передающих трактах первичных и вторичного каналов на рабочих частотах соответствующих передающих устройств

не более 4 дБ;

е) потери в приемных трактах первичного канала

до 5 дБ;

ж) потери в приемных трактах каналов подавления НПО на средней частоте приемника НПО не более 8 дБ.

2.2. Структурная схема и принцип действия АФУ ДРЛ-6М2

Структурная схема АФУ ДРЛ-6М2 приведена на рисунке 2.1. При работе приемопередающего тракта АФУ на передачу энергия генератора СВЧ первичного канала через фазовращатель, ответвитель с термопарами, ответвитель автоматической подстройки частоты (АПЧ), направленный ответвитель, антенный переключатель поступает на устройство сложения мощностей (УСМ), где объединяется с энергией второго генератора СВЧ и передатчика ПВК. С выхода УСМ энергия передается через трехканальный вращающийся переход на основную антенну ДРЛ и излучается в пространство. В АКТ режиме радиоимпульсы ПВК в УСМ поступают через согласующее устройство, переход ступенчатый, фильтр ВЧ, соединитель, переход ступенчатый. Фазовращатель обеспечивает передачу СВЧ энергии от генератора СВЧ к антенне в режиме бегущих волн, а ответвитель с термопарами - встроенный контроль проходящей импульсной мощности генератора. Контроль настройки фидерного тракта в режим бегущих волн выполняется по огибающей ослабленных зондирующих импульсов на выходе детекторной секции, подключаемой вместо оконечной нагрузки направленного ответвителя. Импульс на осциллографе должен быть высокой прямоугольности. Антенный переключатель подключает в режиме передачи к антенне генератор СВЧ, а в режиме приёма – вход приёмного устройства.

Отраженный от цели сигнал, сигнал самолетного ответчика принимаются основной антенной ДРЛ и через трехканальный вращающийся переход поступают на УСМ. В УСМ они распределяются по частотному признаку между приемными трактами первичных и вторичного каналов. Сигнал, отраженный от цели, через антенный переключатель, ступенчатый переход, реле РЭВ-15, переключатель поступает на приемник первичного канала (через усилитель сверхвысоких частот (УСВЧ)).

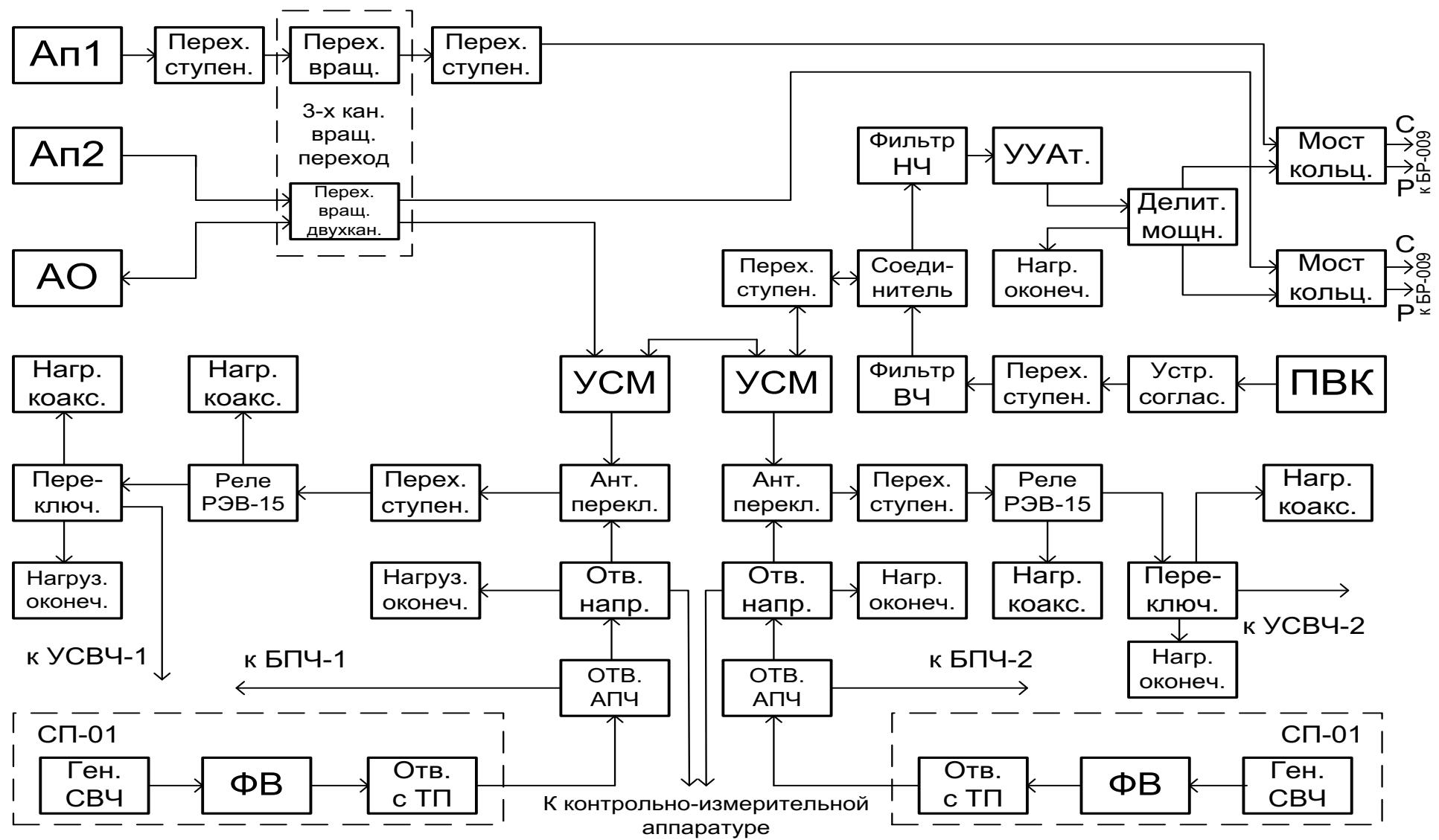


Рисунок 2.1. Структурная схема АФУ ДРЛ-6М2

Сигнал самолетного ответчика с A_o через двухканальный вращающийся переход, УСМ, ступенчатый переход, соединитель, фильтр НЧ, устройство управляемого (УУА) аттенюатора поступает на делитель мощности, а с него на кольцевые мосты, куда также поступают сигналы с антенн подавления. Причем с одной антенны подавления A_{n2} сигнал проходит через двухканальный вращающийся переход. Сигнал с другой антенны подавления A_{n1} на кольцевой мост проходит через два перехода ступенчатых, переход вращающийся. С кольцевых мостов суммарный (С) и разностный (Р) сигналы поступают на приемники вторичного канала БР-009. Такое преобразование необходимо для реализации амплитудно - фазового метода подавления ложных ответных сигналов, принятых по боковым лепесткам A_o .

Реле РЭВ-15 срабатывает через 20 секунд после подъёма высокого напряжения до U_{hom} в высоковольтном выпрямителе (рисунок 2.2)

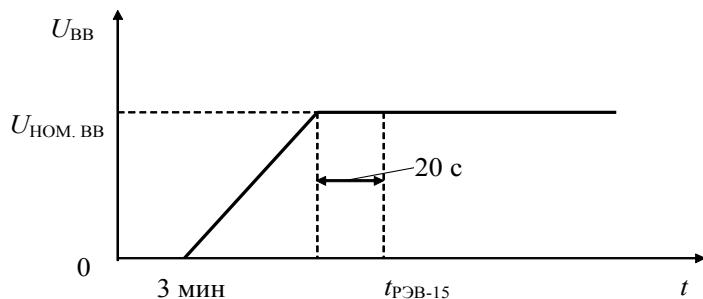


Рисунок 2.2. Диаграмма подъёма высокого напряжения

в высоковольтном выпрямителе

Этого времени достаточно для стабилизации частоты в магнетронном генераторе с помощью схемы АПЧ. Переключатель создаёт дополнительную защиту УСВЧ от мощных сигналов передатчика, которые могут просочиться через антенный переключатель. Фильтры НЧ и ВЧ выполняют функцию антенного переключателя во вторичном канале: не пропускают зондирующие сигналы ПВК на вход БР-009, а ответные сигналы на вход ПВК.

Устройство управляемого аттенюатора ослабляет ответные сигналы таким образом, чтобы исключить ввод НПО в режим насыщения, тем самым создаются условия для выполнения условия согласования динамических диапазонов $D_{ID\lambda} = D_{AO}$.

2.3. Антенны и элементы СВЧ АФУ

Основная антенна ДРЛ относится к антеннам зеркального типа. Представляет собой симметричную вырезку из параболоида вращения с фокусным расстоянием 2,7 метра, горизонтальный раскрыв зеркала 9 метров, вертикальный – 4 метра. С целью уменьшения парусности зеркало антенны выполнено в виде сетки. Расстояние между соседними элементами сетки должно быть меньше $\lambda/10$. В плоскости поляризации (в горизонтальной плоскости) ширина диаграммы направленности на уровне 0,5 по мощности равна 4° .

Диаграмма направленности в вертикальной плоскости формируется методом парциальных диаграмм, за счет использования облучателя, состоящего из трех волноводных излучателей (рис.2.3) и делителя мощности.



Рисунок 2.3. Трёхупорный облучатель ДРЛ

Излучатели расположены в фокальной плоскости зеркала. Результирующая диаграмма направленности образуется в результате сложения трех узконаправленных диаграмм (рисунок 2.4).

Углы между направлениями парциальных диаграмм определяются величинами смещения облучателей относительно линии, перпендикулярной оси

параболоида, и рассчитаны так, чтобы получить формирование необходимой диаграммы направленности при делении мощности между излучателями в отношении 10:2,5:1. Причем большая мощность поступает на верхний излучатель, меньшая – на нижний. Такое распределение энергии позволяет получить необходимую форму ДН. Применение такого облучателя позволило расширить ДН в вертикальной плоскости до 22^0 . Антенна имеет коэффициент усиления $K_{yc.o} = 900$. Поляризация сигналов антенны – горизонтальная.

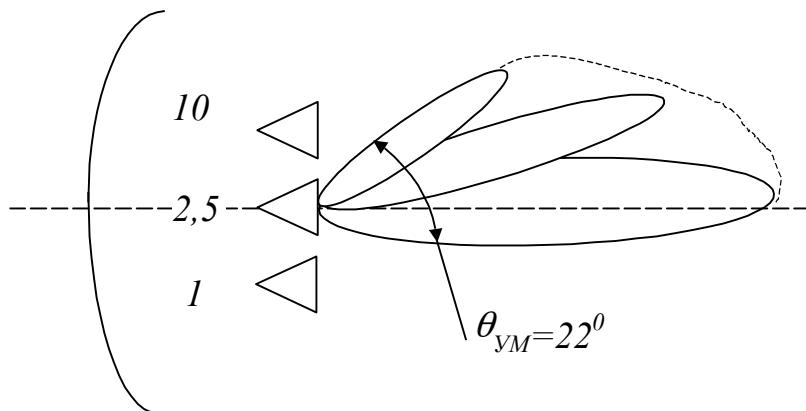


Рисунок 2.4. Диаграмма направленности ДРЛ в вертикальной плоскости

Антенны подавления предназначены для приема сигналов самолетных ответчиков при работе ДРЛ в активном режиме. Антенны подавления установлены на концах зеркала и ориентированы определенным образом. Обе антенны совместно с аппаратурой НПО обеспечивают подавление сигналов, принятых по боковым лепесткам ДН основной антенны ДРЛ. Антенна подавления ДРЛ конструктивно выполнена в виде линейной ФАР из 16 полуволновых вибраторов, размещенных по высоте с шагом $d = 25$ см (рисунок 2.5).

Фазовое распределение $A_{\Pi 1}$ и $A_{\Pi 2}$ таково, что приводит к наклону их ДН в вертикальной плоскости ниже нормали к оси антенн подавления. Это сделано потому, что фазовые центры антенн подавления и основной антенны смешены (у антенн подавления он выше).

Распределение принятой мощности ответных сигналов по излучателям осуществляется с помощью делителя мощности с целью получения амплитудного распределения, спадающего по краям, так как при таком амплитудном распределении уровень боковых лепестков уменьшается.

Необходимое фазовое распределение поля вдоль излучателей достигается путем передачи ВЧ энергии к излучателям по кабелям с различной длиной.

Вертикальный размер антенны составляет 4 м, горизонтальный – 0,25 м.

Ширина диаграммы направленности $A_{\Pi 1}$ и $A_{\Pi 2}$:

- в горизонтальной плоскости – 120^0 ;
- в вертикальной плоскости – 29^0 ;
- коэффициент усиления $K_{yc.p}$ – 11.

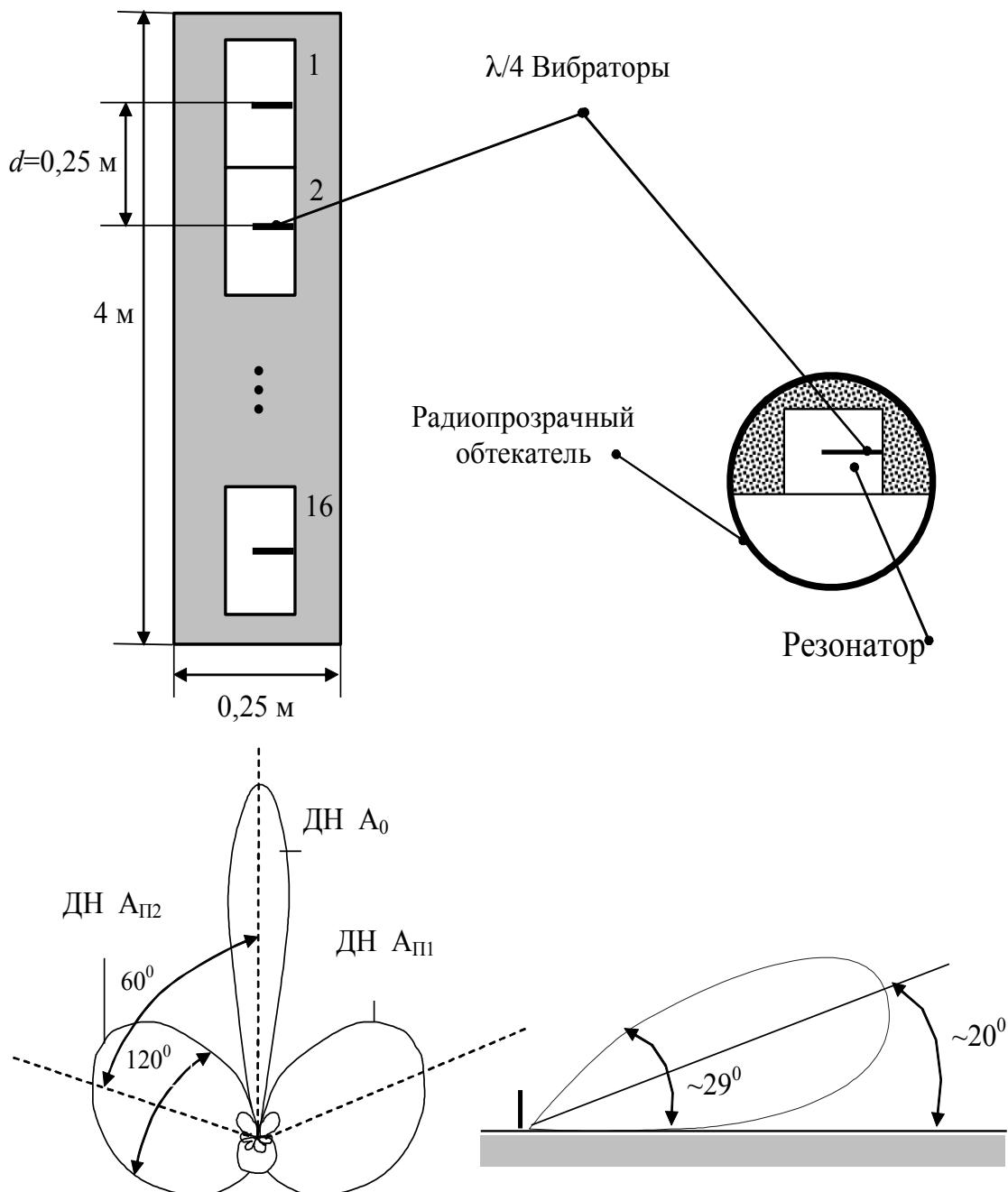


Рисунок 2.5. Конструкция антенны подавления

и ее диаграмма направленности

В интересах обеспечения заданного режима обработки ответных сигналов, принимаемых основной антенной и антеннами подавления, в горизонтальной плоскости, ДН двух антенн подавления развернуты под углом 60° симметрично основного луча антенны ДРЛ. В этом случае КНД антенн подавления в направлении главного максимума основной антенны будет равен нулю. Это

исключает потери полезного сигнала в вычитающем устройстве НПО при подавлении ложных ответных сигналов, когда воздушное судно находится в направлении главного максимума основной антенны.

Трехканальным вращающийся переход предназначен для передачи ВЧ энергии передающих устройств от неподвижной части антенно-фидерного тракта, к тракту, вращающемуся с антенной ДРЛ, а также для передачи к приемным устройствам сигналов, принятых основной антенной ДРЛ и антеннами подавления (рисунок 2.6).

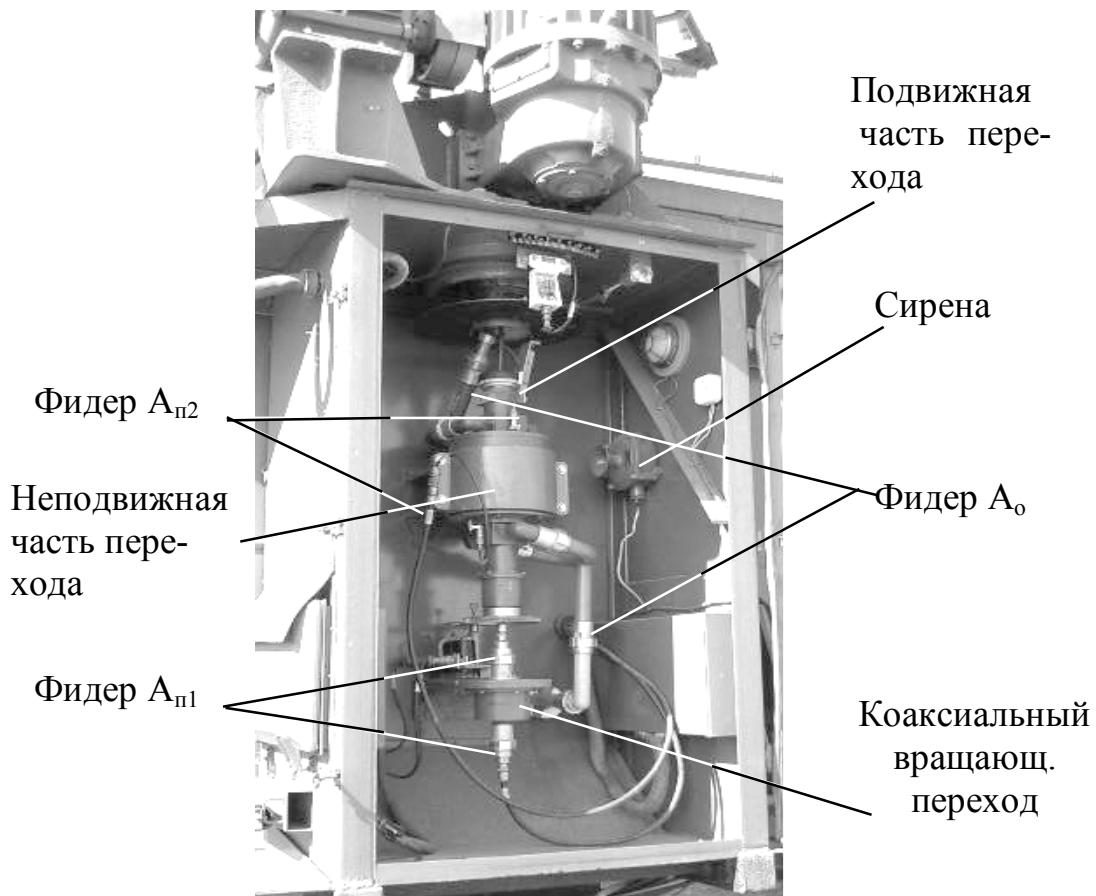


Рисунок 2.6. Трёхканальный вращающийся переход

Трехканальный вращающийся переход имеет два коаксиальных канала (к ним подключены фидеры для запитывания A_o и $A_{п2}$), размещенных концентрично друг другу, внутри которых проходит коаксиальный кабель, соединяющий антенну подавления $A_{п1}$ с коаксиальным вращающимся переходом.

Через трехканальный вращающийся переход антенны ДРЛ соединяются с передающими и приемными устройствами первичных каналов и НПО. Размеры элементов трехканального вращающегося перехода подобраны таким образом, чтобы обеспечить наилучшее согласование и малые потери энергии в рабочем диапазоне частот ДРЛ. Конструктивно вращающийся переход состоит из неподвижной и вращающейся частей. Электрический контакт между обеими частями обеспечивается с помощью специальных дроссельных пазов.

Устройство сложения мощностей (УСМ) служит для объединения СВЧ сигналов трех передатчиков, работающих на разных частотах в интересах дальнейшей их трансляции к трехрупорному облучателю основной антенны по одному фидеру. Отраженные и ответные сигналы в УСМ разделяются по частотному признаку и передаются к "своим" приемникам. Функциональная схема УСМ приведена на рисунке 2.7.

Как видно из схемы, УСМ состоит из четырех коаксиальных мостов (У3...У6), восьми фильтров (У7...У14) и двух поглотительных нагрузок (У15, У16). Коаксиальный мост выполняет деление мощности, поступающей на один из его входов, на две равные части. Сдвиг фазы сигнала при прохождении через одно из плеч моста составляет 90^0 . Конструктивно он выполнен в виде линии с воздушным заполнением (рисунки 2.8, 2.9).

Длины сторон ответвителя $l=\lambda/4$. Волновое сопротивление шлейфов моста (Z_{oi}) выбрано из условий обеспечения деления выходной мощности на две равные части.

Фильтры У9, У10 настроены на рабочую частоту приемопередатчика ППД-2, а У13, У14 – ППД-1. Фильтры У7, У8, У11, У12 по отношению к остальным являются более широкополосными ($\Delta f_\phi=60$ МГц). Они пропускают сигналы на рабочих частотах ПВК, ППД-1, ППД-2, но не пропускают ответный сигнал самолётного ответчика ($f_{co} = 730, 740, 750$ МГц).

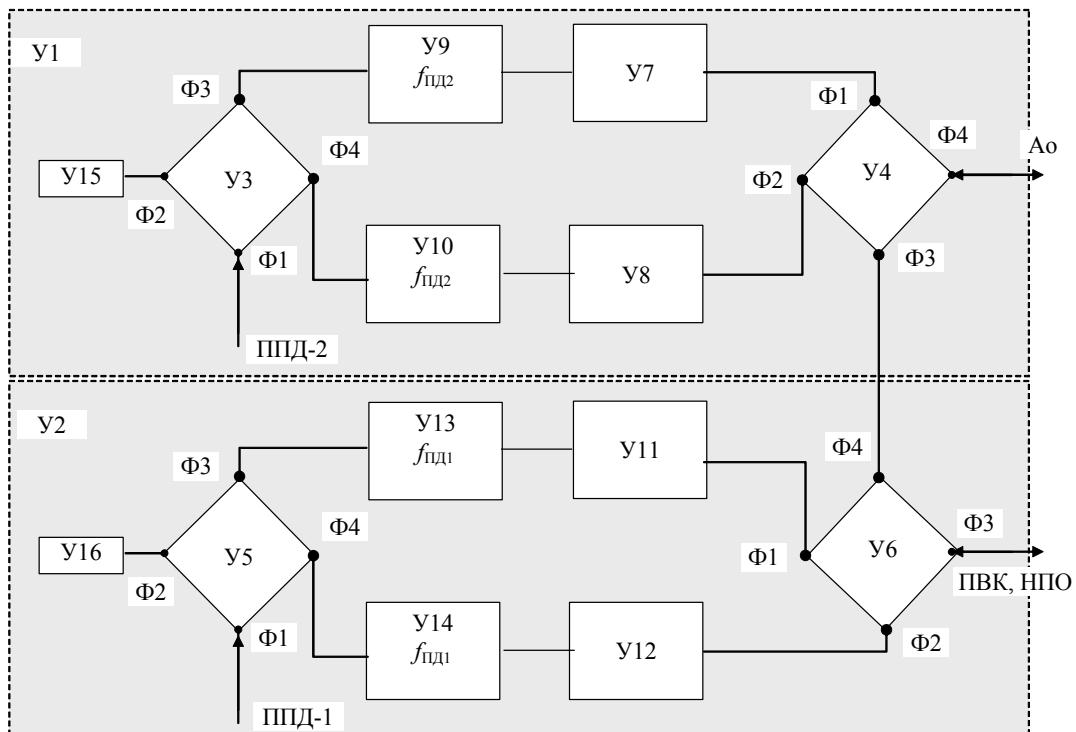


Рисунок 2.7. Функциональная схема УСМ

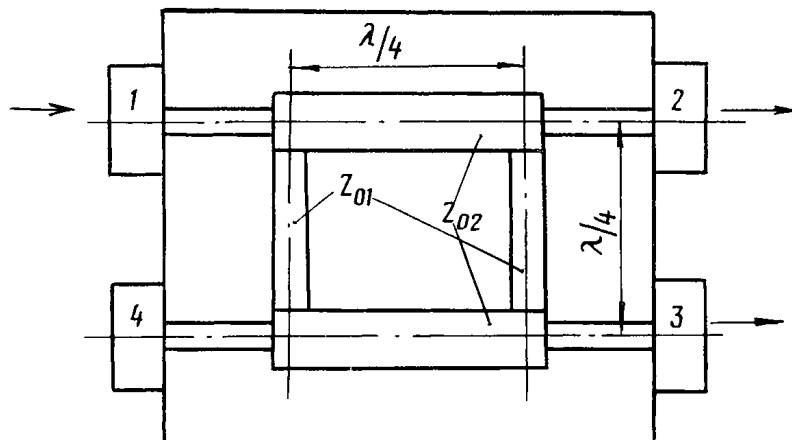


Рисунок 2.8. Коаксиальный мост

Для уяснения принципа объединения сигналов трех передатчиков в режиме передачи и разделения принимаемых сигналов в режиме приема необходимо знать следующие особенности работы элементов УСМ:

- 1) каждое плечо коаксиального моста обеспечивает сдвиг по фазе радиосигнала на 90^0 ;
- 2) сигнал, спектр которого не попадает в полосу пропускания соответствующего фильтра, отражается со сдвигом по фазе в 180^0 ;

3) мощность сигнала, поступающая на один из входов моста, делится поровну между плечами моста.

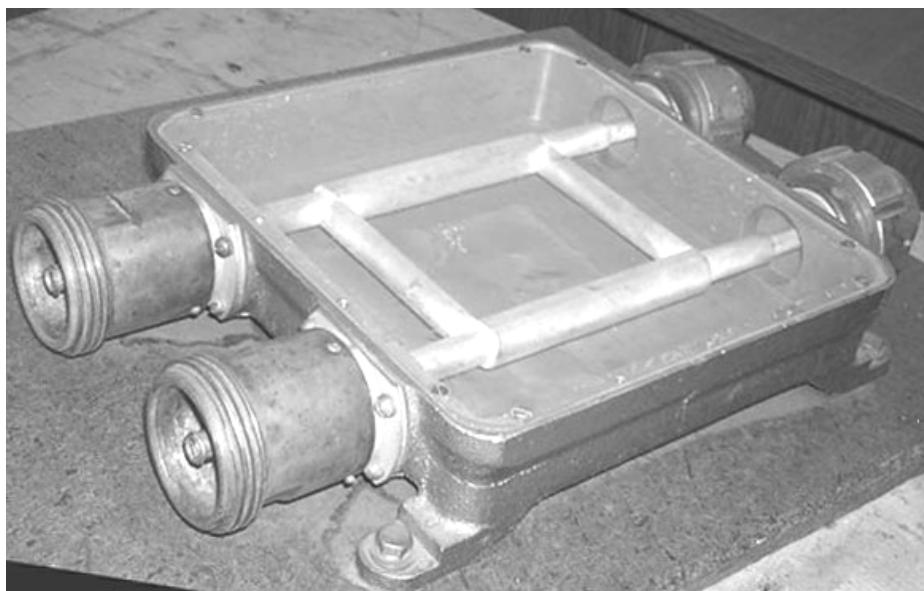


Рисунок 2.9. Коаксиальный мост (внешний вид)

Поглотительные нагрузки У15, У16 (рисунок 2.10, 2.11) поглощают СВЧ энергию на выходах Ф2 У3 и У5 при невыполнении условий (1) и (3).

Рассмотрим принцип действия УСМ при работе АФУ в режиме излучения сигнала от ППД-1 (ПАСС или СДЦ режимы).

Согласно схеме на рисунке 2.7 энергия передатчика ППД-1 поступает на вход Ф1 моста У5, где согласно свойствам моста делится пополам, фазовый сдвиг между Ф3, Ф4 будет π и $\pi/2$ соответственно и, пройдя через фильтры У11...У14, поступает на входы Ф1...Ф2 моста У6. Энергия, поступающая на входы Ф1, Ф2, делится на две равные части. В результате на выход Ф4 сигналы ППД-1 приходят с общим фазовым сдвигом $3\pi/2$, то есть в фазе, и поэтому суммируются, а на выход Ф3 с фазовым сдвигом π и 2π , то есть в противофазе и компенсируются. Далее энергия сигналов поступает на вход Ф3 моста У4, делится на две равные части между выходами Ф1 и Ф2, получая при этом фазовый сдвиг π и $\pi/2$, отражается от фильтров У9, У10, получая при этом фазовый сдвиг π , и поступает на выходы Ф1 и Ф2 моста У4, суммируется в фазе на выходе Ф4 и поступает на основную антенну ДРЛ.

На прием отраженных сигналов УСМ работает аналогично, но в обратной последовательности. В других режимах работы принцип действия УСМ можно рассмотреть по выше приведенной методике. Устройство сложения мощностей в собранном виде приведено на рисунке 2.10.

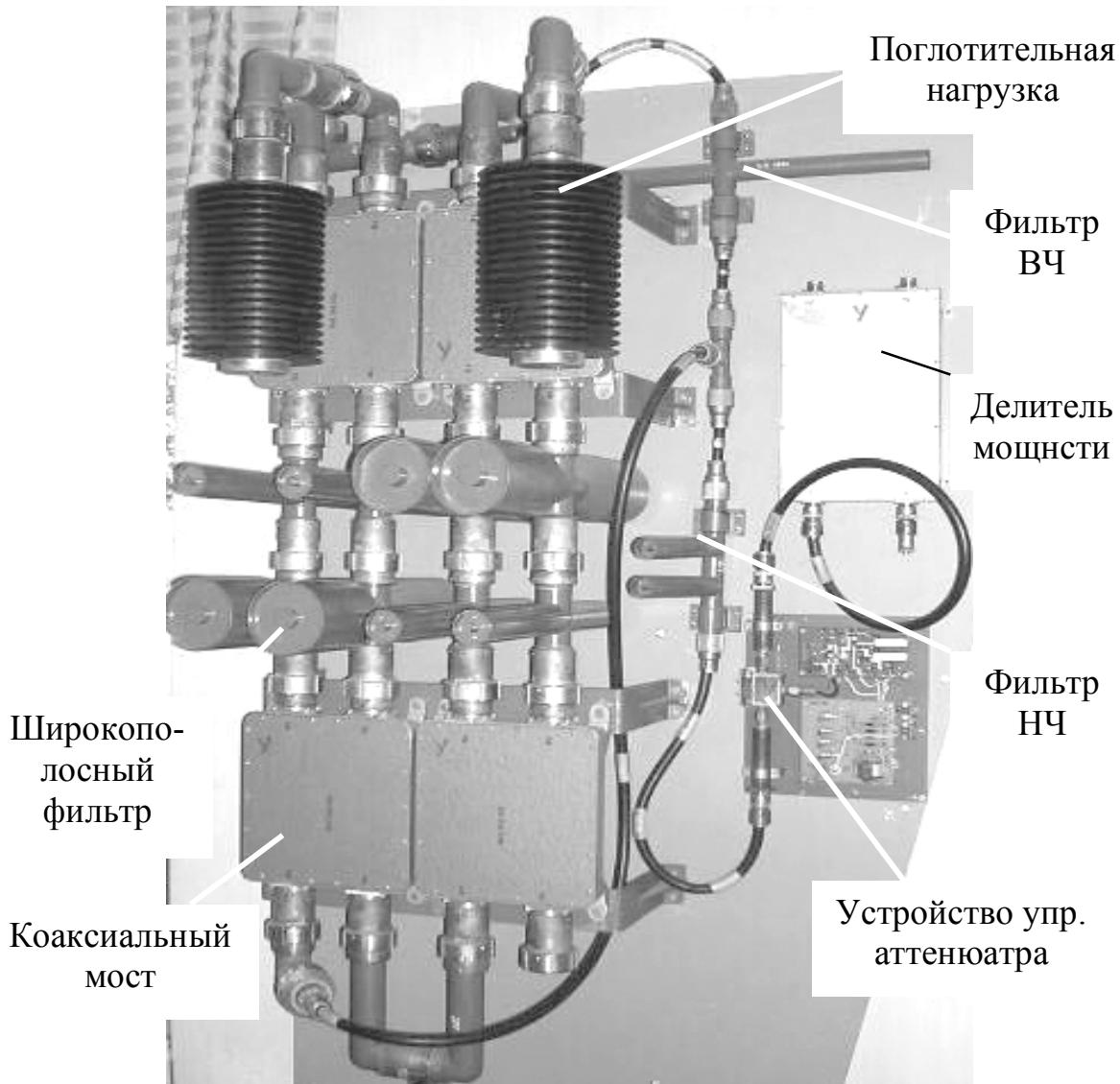


Рисунок 2.10. Устройство сложения мощностей (внешний вид)

Антенный переключатель (рисунок 2.12) предназначен для подключения передающего устройства к антенне в момент излучения СВЧ энергии, и антенны к приемнику после излучения. Он представляет собой отрезок жесткого фидера с двумя ответвителями, расположенными на расстоянии $\lambda/4$ друг от друга, к которым подключены разрядники. Разрядный промежуток удален на расстояние $\lambda/4$ от центра фидера. В момент передачи сигнала разрядники

поджигаются, что эквивалентно короткому замыканию в разрядном промежутке. Входное сопротивление короткозамкнутых четвертьволновых отрезков жесткого фидера $l=\lambda/4$ равно бесконечности ($R_{\text{ВХ.КЗ}}=\infty$). Такой отрезок фидера является трансформатором сопротивления, при этом энергия передатчика подается к антенне и не проходит в направлении приемника.

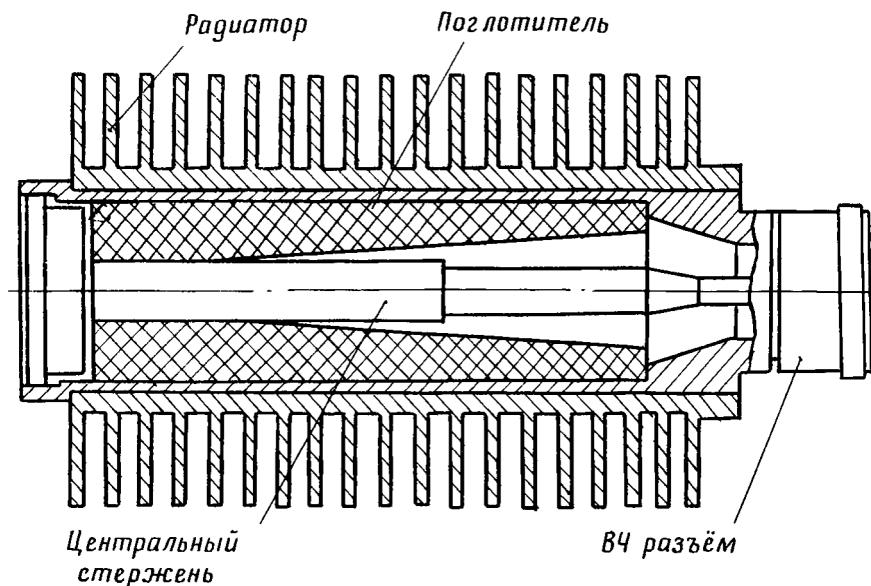


Рисунок 2.11. Поглотительная нагрузка

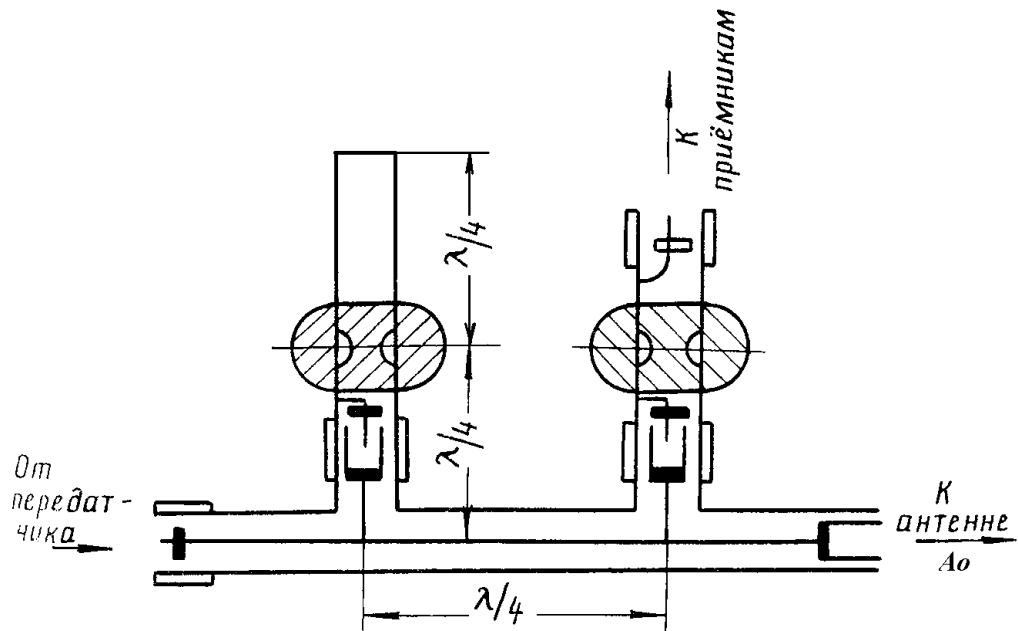


Рисунок 2.12. Антенный переключатель

В момент приема слабых отраженных сигналов разрядники не поджигаются, $R_{\text{вх}}$ короткозамкнутого полуволнового отрезка жесткого фидера длиной $l=\lambda/4+\lambda/4=\lambda/2$ равно нулю, т.е такой отрезок является повторителем сопротивления. Так как расстояние между двумя ответвителями равно $\lambda/4$, то нулевое сопротивление этого отрезка на выходе трансформируется в сопротивление равное ∞ на его входе и энергия от антенны проходит к приемнику.

Направленный ответвитель (рисунки 2.13, 2.14) предназначен для ответвления части мощности, проходящей по тракту, к различным функциональным устройствам.

Конструктивно он представляет собой секцию жесткого фидера, с которой через круглое отверстие электрически связан коаксиальный отвод. Размер отверстия связи и угол между осями жесткого фидера и коаксиального отвода определяют величину мощности, отбираемую от основного тракта. Один из концов коаксиального отвода нагружен на согласованную нагрузку.

Ответвитель канала АПЧ (рисунок 2.15) предназначен для отвода от основного тракта части энергии на схему АПЧ. Количество энергии регулируется погружением зонда связи.

Фазовращатель (рисунок 2.16) предназначен для подбора оптимального режима передачи энергии от магнетрона в антенну (режима бегущих волн).

Фазовращатель (трамбонного типа) выполнен в виде фидерной линии, в которой центральный проводник, состоящий из подвижной и неподвижной частей, может менять свою длину в пределах $0,5\lambda$. За счет этого осуществляется изменение фазы ВЧ сигнала, проходящего через фазовращатель. Поперечные размеры фазовращателя рассчитаны так, чтобы при изменении длины центрального проводника волновое сопротивление оставалось постоянным.

Устройство согласующее предназначено для подключения 50-омного выхода ПВК к 75-омному входу фидерного тракта.

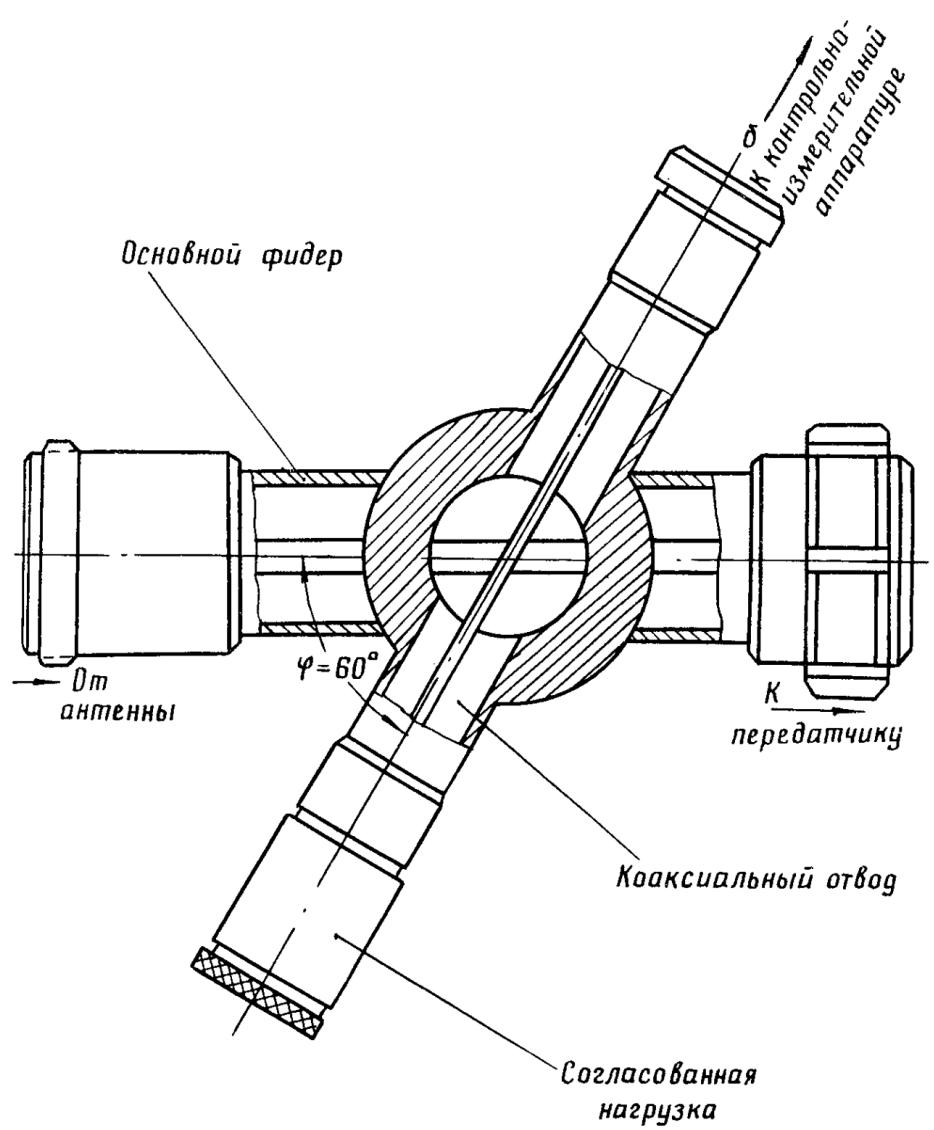


Рисунок 2.13. Направленный ответвитель



Рисунок 2.14. Направленный ответвитель (внешний вид)

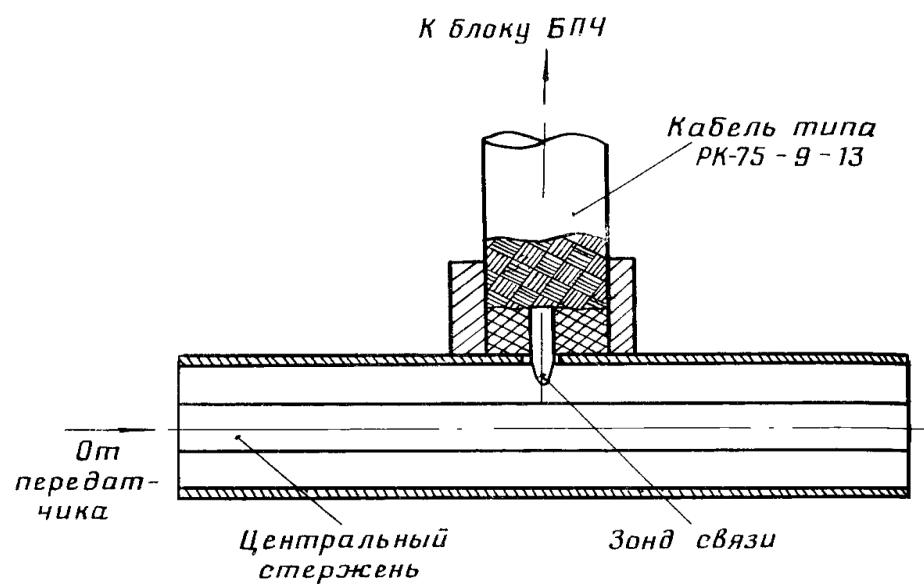


Рисунок 2.15. Ответвитель канала АПЧ

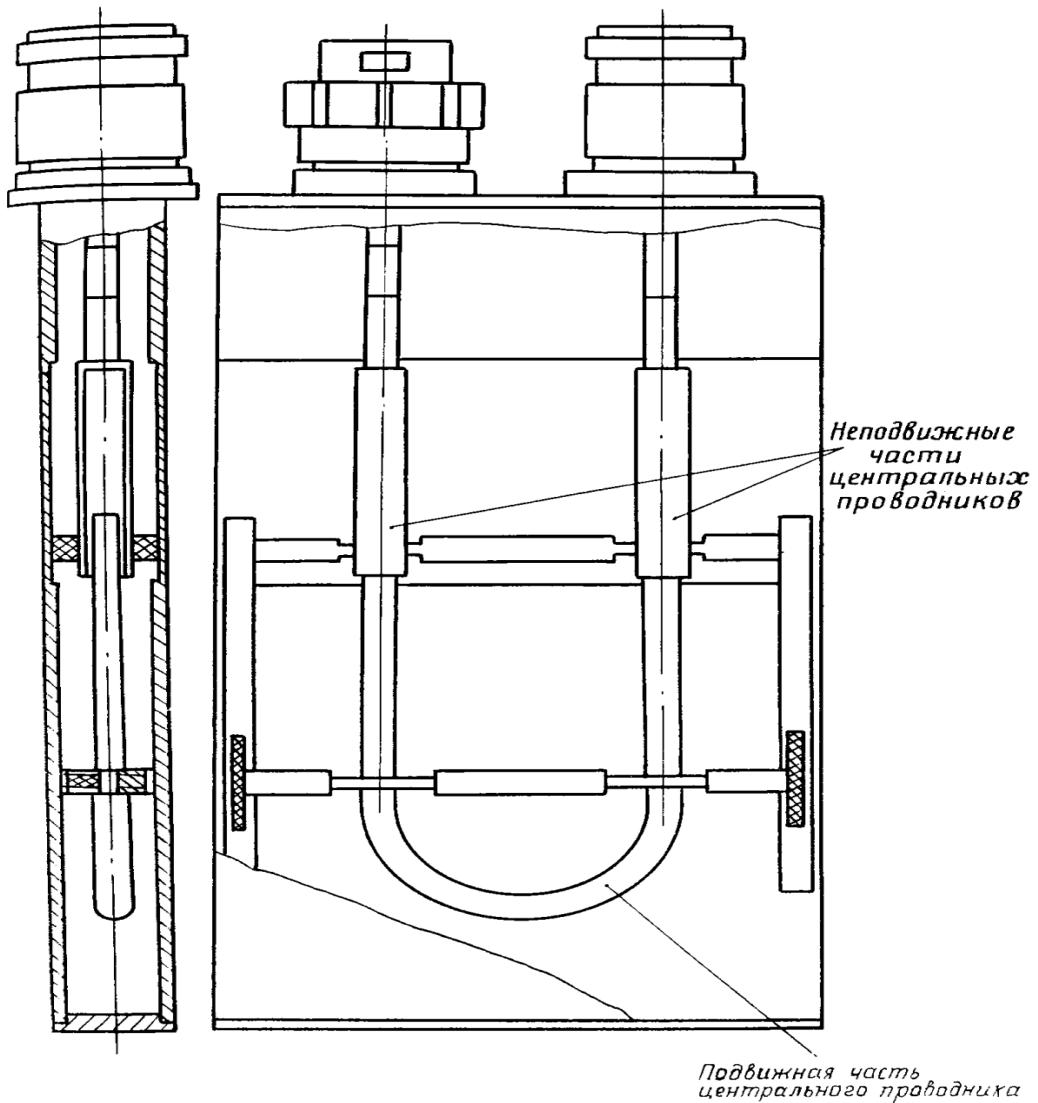


Рисунок 2.16. Фазовращатель

Устройство согласующее представляет собой четвертьволновый согласующий трансформатор. С целью уменьшения геометрических размеров средний участок изготовлен из диэлектрика.

Переход ступенчатый предназначен для соединения коаксиальных линий сопротивлением 75 Ом различного сечения.

Фильтр НЧ предназначен для запирания входов приемников БР-009 в момент прихода импульса ПВК (рисунок 2.17).



Рисунок 2.17. Фильтр НЧ

Фильтр ВЧ не пропускает на вход передатчика ПВК сигналы самолетного ответчика (рис.2.19).

Соединитель служит для разветвления сигналов самолетного ответчика и сигналов ПВК. Выполнен в виде Т-образного соединения отрезков фидерных линий малого сечения.

Управляемый аттенюатор предназначен для временного автоматического регулирования мощности ответных сигналов самолётного ответчика на входе приемных устройств БР-009. Это исключает ввод приемника в режим насыщения, искажения кодированных ответных сигналов, согласовывает динамические диапазоны входных сигналов и приёма. Он состоит из ограничителя, платы управления, источника питания (рисунок 2.20).

Ограничитель предназначен для регулирования проходящей мощности. Он представляет собой отрезок фидера, внутри которого установлены два р-і-п диода типа 2А-150Б. При изменении тока смещения р-і-п диода меняется степень поглощения энергии. Плата управления состоит из ждущего генератора пилообразного напряжения и выходного усилителя мощности.

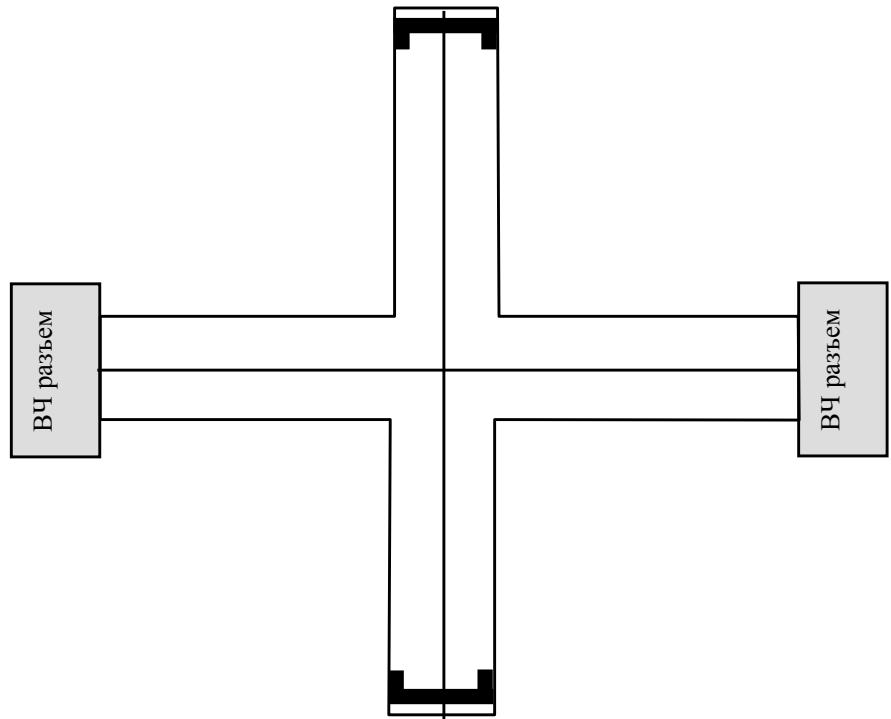


Рис.2.19. Фильтр ВЧ

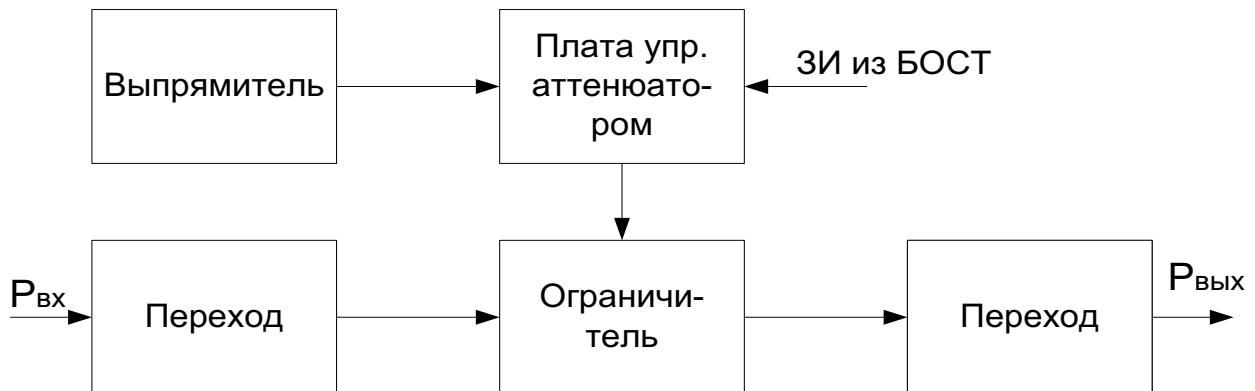


Рисунок 2.20. Функциональная схема управляемого аттенюатора

Делитель мощности предназначен для деления сигнала от самолетного ответчика на две равные части. Он представляет собой трехшлейфовый ответвитель (рисунки 2.21, 2.22) с переходным затуханием 3 дБ.

Волновое сопротивление первичной и вторичной линии равно 75 Ом. Волновое сопротивление центрального шлейфа $\rho = 106$ Ом выбрано из расчета получения затухания в 3 дБ. Волновое сопротивление боковых шлейфов подбирается экспериментально и примерно равно 212 Ом.

Кольцевой мост (рисунок 2.23) предназначен для получения суммарного

(С) и разностного (Р) сигналов для НПО из сигналов, поступающих от антенны ДРЛ и антенн подавления.

Кольцевой мост выполнен на основе симметричной полосковой линии с диэлектрическим заполнением. Рисунок нанесен слоем посеребренной меди. Входное сопротивление симметричной полосковой линии $\rho = 75 \text{ Ом}$.

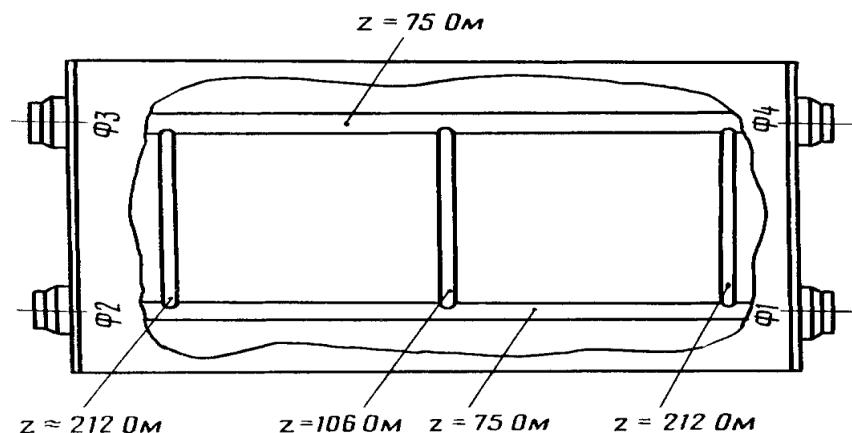


Рисунок 2.21. Делитель мощности



Рисунок 2.22. Делитель мощности (внешний вид)

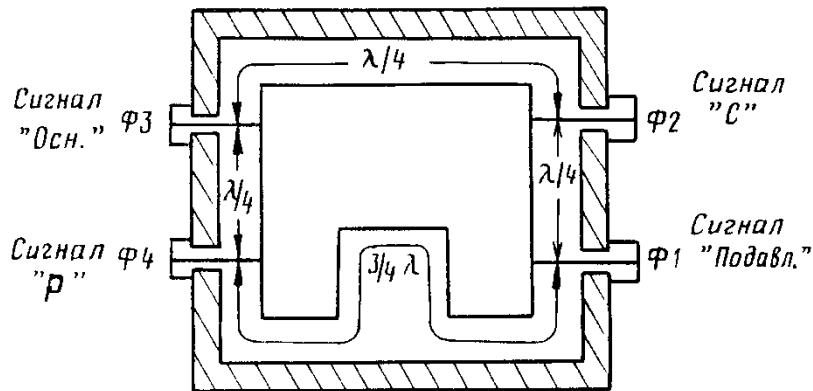


Рисунок 2.23. Кольцевой мост

2.4. Электропривод АФУ ДРЛ-6М2

В состав антенного устройства ДРЛ входит электропривод, предназначенный для вращения антенны в азимутальной плоскости с постоянной скоростью 10 об/мин.

Электропривод состоит из следующих элементов и устройств:

- асинхронного двигателя с редуктором;
- блока БУПА (блок управления проводом антенны);
- устройства звуковой сигнализации.

Принципиальная схема электропривода

Управление проводом антенны заключается в ступенчатом пуске электродвигателя, а также включении предупреждающей звуковой сигнализации. Эти функции выполняет блок БУПА (рисунок 2.24).

Включение привода может осуществляться как с БТУ тумблером АНТЕННА, так и тумблером ДИСТ – МЕСТН в БУПА. Нормальное положение тумблера – ДИСТ. При включении тумблера АНТЕННА +27 В через контакт 1-1 В2, контакт 6-2 и 5-1 В1 подается на Р9. Сработав, Р9 готовит цепь включения блока. Напряжение +27 В через предохранитель Пр1, контакты 7-

6 P9, 4-3 P5, параллельно включенные контакты 4-3 P2 и 4-3 P3, VД1 подводится к реле времени Р1 и контакты 7-8 P3 к реле времени Р2, а также через контакты 4-5 P9, 7-8 P5, 4-3 P4 на ревун. Параллельно Р1 и Р2 включены конденсаторы С1, С2. Время заряда и разряда С1 и С2 определяют время задержки срабатывания этих реле (примерно 20 сек).

Вначале срабатывает Р2, затем Р1. Напряжение +27 В подается на обмотки Р3, Р4 по цепи: +27 В контакты 7-6 P9, 3-4 P1, 7-6 P2, VД2, Р3, Р4. Сработав, реле Р3, Р4 отключают +27 В от Р1, Р2 и подключают +27 В к Р6, которое включает обмотки двигателя в пусковой режим («звезда»).

Реле Р1 и Р2 за счет разряда конденсаторов некоторое время находятся во включенном состоянии. Первым отключается Р2 и подает +27 В к Р5, которое через свои контакты 4-5 становится на самоблокировку и через контакты 7-6 подключает +27 В на Р7, Р8. Реле Р7 включает двигатель в рабочий режим ("треугольник"), а Р8 включает Л19 (лампу сигнализации).

Кинематическая схема привода антенного устройства ДРЛ приведена на рисунке 2.25.

Вращение от электродвигателя через упругую муфту передается на червячную пару редуктора. От червячного колеса через дисковую фрикционную муфту вращение передается на планетарную ступень и далее через цилиндрическую зубчатую передачу на центральный вал колонны, на верхнем фланце которого установлена антenna кругового обзора.

С центрального вала через цилиндрическую зубчатую передачу вращение передается на вращающиеся трансформаторы (ВТ) формирования развертки ИКО ДРЛ (рисунок 2.26). На нижнем конце вала установлен диск фотомодулятора (ФМД) с пазами (прорезями) через 10° и 30° . Перемещение блока фотоэлектрического модулятора в целях юстировки производится ручным приводом.

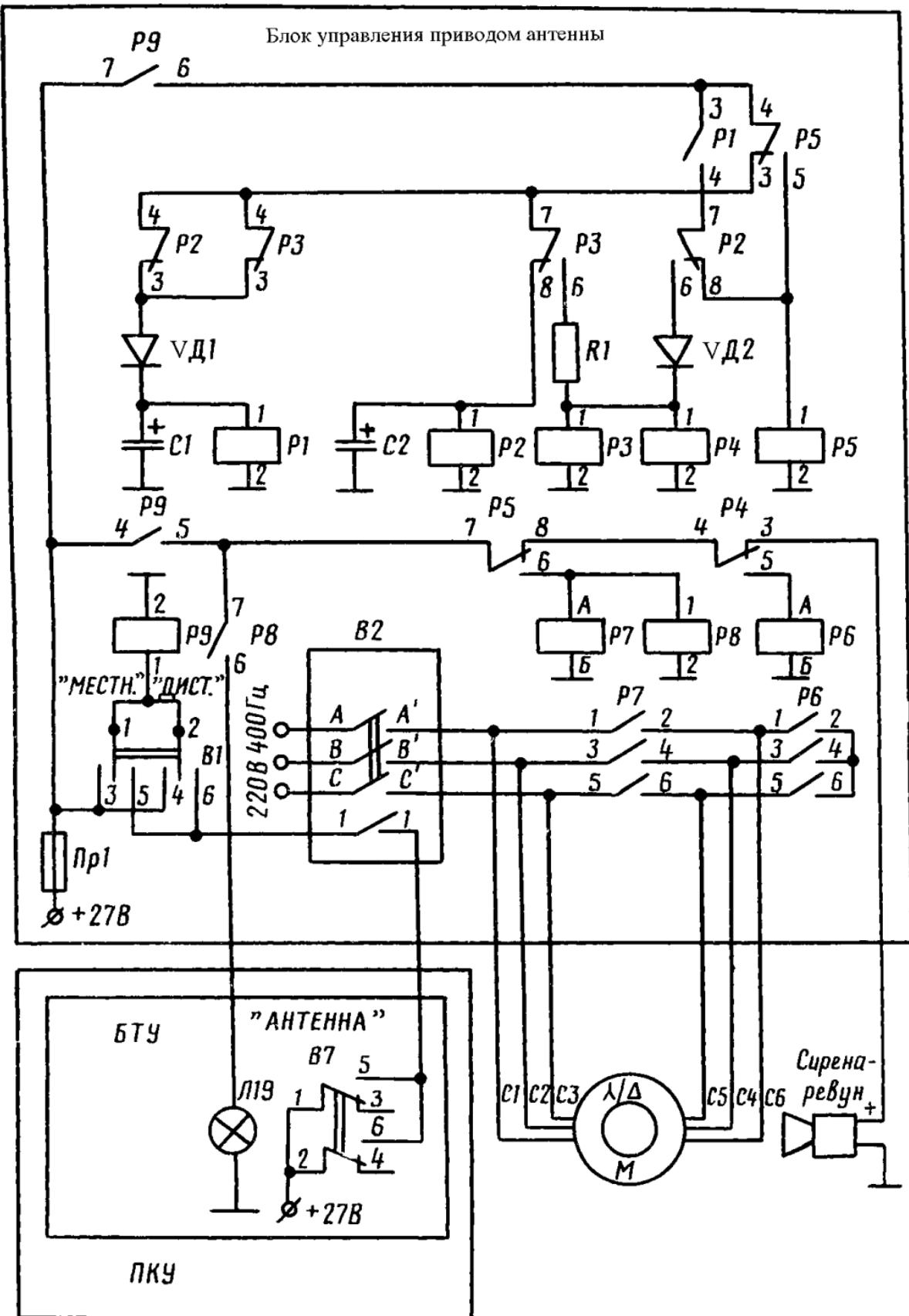


Рисунок 2.24. Принципиальная схема электропривода

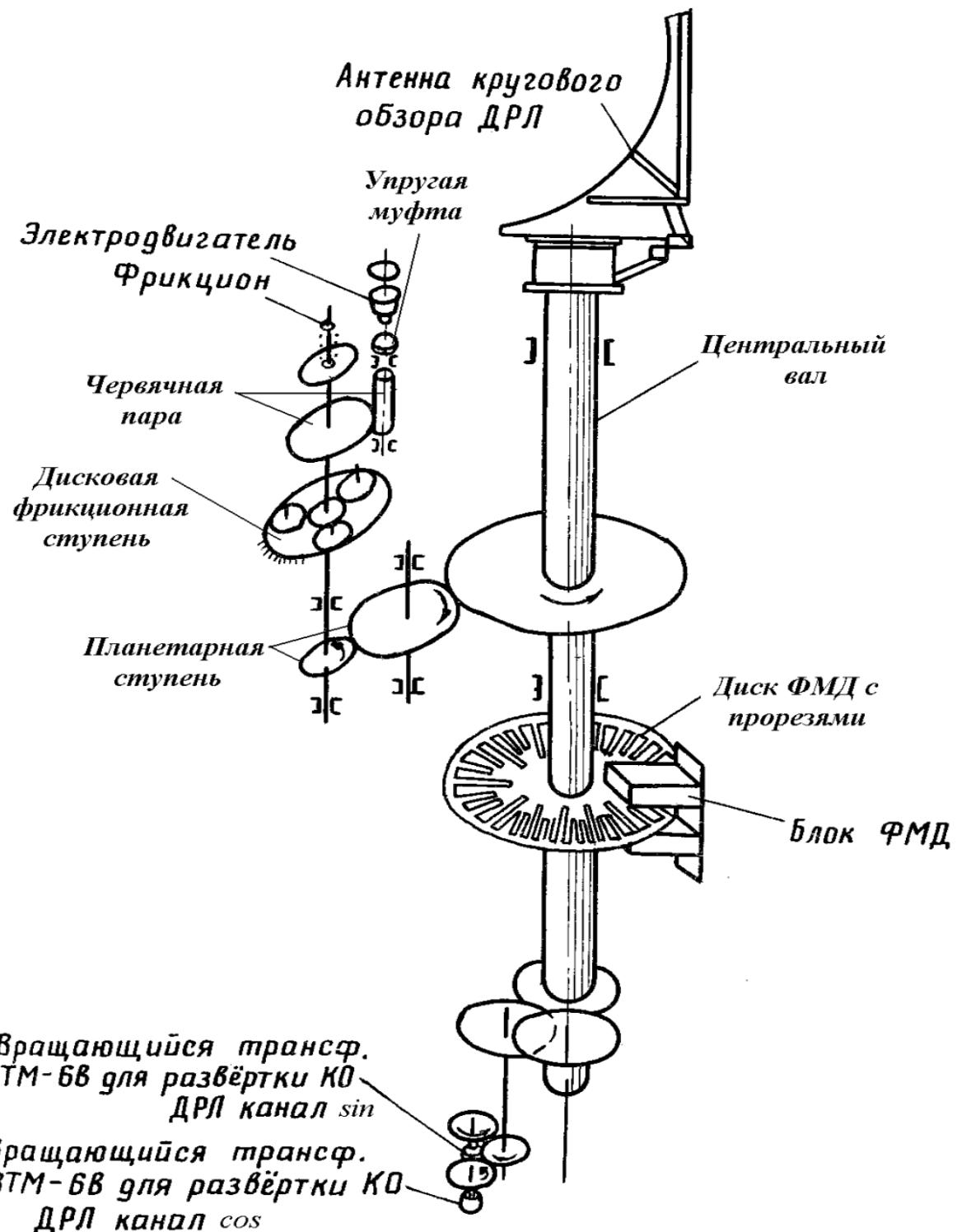


Рисунок 2.25. Кинематическая схема привода антенного устройства ДРЛ



Рисунок 2.26. Узел ВТ и ФМД

2.5. Конструкция элементов и узлов АФУ ДРЛ

Антенна кругового обзора

Внешний вид антенны кругового обзора (КО) ДРЛ изображен на рисунке 2.27. Рабочая поверхность отражателя представляет собой сетку с прямоугольными ячейками, образованную пластинами с проволокой, закрепленной на сварном трубчатом каркасе, состоящем из пяти частей, скрепленных друг с другом зажимами. В углах центральной части отражателя закреплены растяжки, образующие ребра четырехгранной пирамиды, несущей на себе трех рупорный облучатель. На краях отражателя установлены антенны подавления. Отражатель шарнирно крепится к основанию антенны. От основания антенны к облучателю подходят элементы жесткого фидерного тракта, к антеннам подавления – гибкие фидеры. Механизм наклона зеркала представляет собой талреп, состоящий из двух ходовых винтов (с правой и левой резьбой) и гайки. После регулировки гайка стопорится болтом. На центральной части каркаса антенны имеется кронштейн для установки артиллерийского прицела.

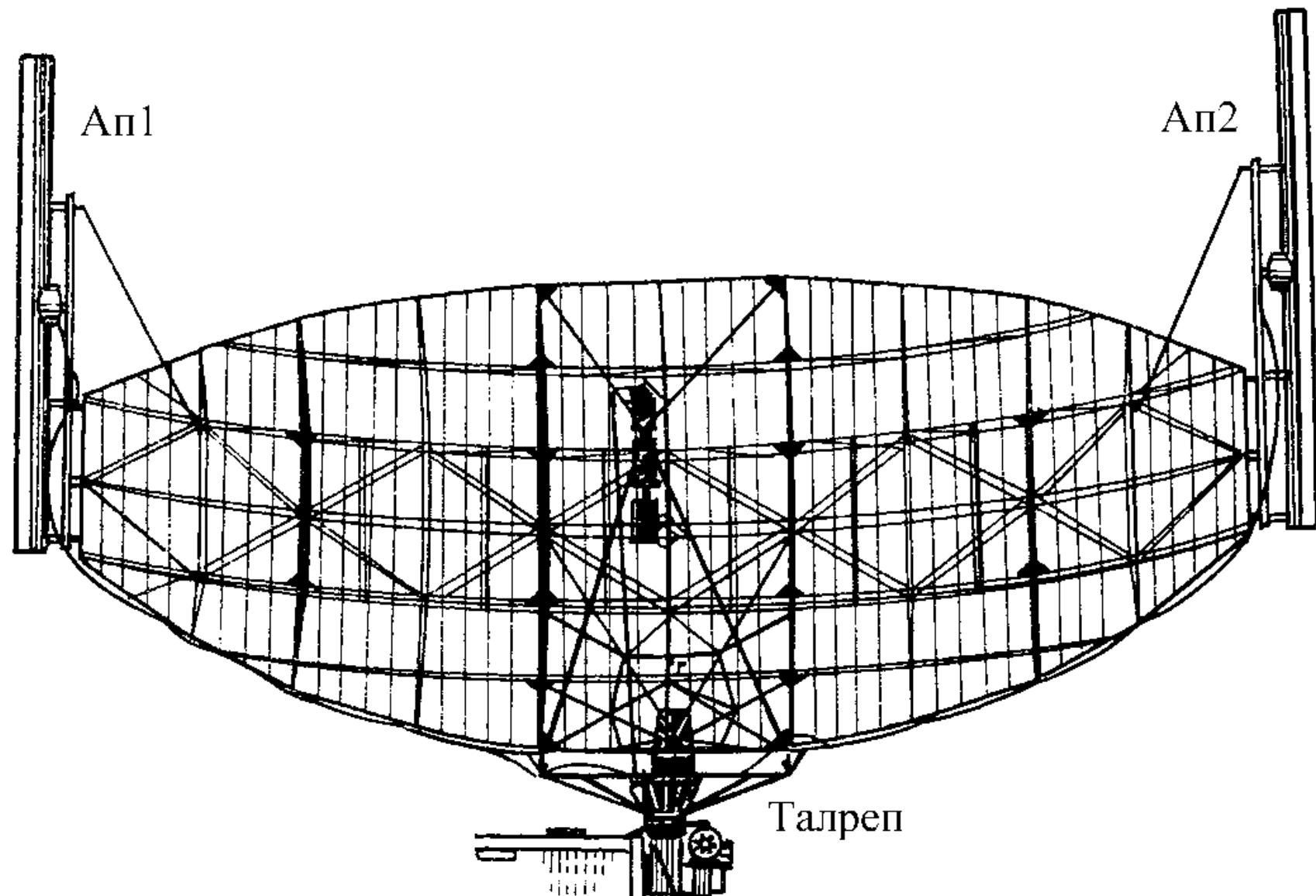


Рисунок 2.27. Зеркальная антенна ДРЛ-6М2

Привод антенны КО

Привод установлен в специальном отсеке у передней стенки кабины ПРЛС-6М2 (рисунок 2.28) и состоит из червячного редуктора, планетарного редуктора и дисковой фрикционной ступени (рисунок 2.25).

Для удобства эксплуатации на фланце вала имеется азимутальная шкала.

Через полость центрального вала проходят элементы фидерного тракта. Снаружи установлена коробка с уровнями для установки КУНГа на местности.

Для ручного привода антенны КО на свободном конце электродвигателя установлен маховик, закрытый кожухом.

Внутри отсека смонтированы: трехканальный врачающийся переход (см. рисунки 2.7, 2.28), фотомодулятор и механизм установки врачающихся трансформаторов для ИКО ДРЛ. Диск фотомодулятора жестко установлен на центральном валу, а фотомодулятор, содержащий лампу накаливания и два фотоэлемента – на специальном кронштейне. Вращающиеся фидерные переходы расположены вдоль оси центрального вала соосно с ним, крепятся при помощи кронштейна на передней панели кузова КУНГа. Механизм установки врачающихся трансформаторов размещен внизу, связан зубчатой передачей с коаксиальным вращающимся переходом. Для предупреждения обслуживающего персонала о включении привода антенны на стенке отсека установлена сирена.



Рисунок 2.28. Отсек привода антенны КО

Контрольные вопросы к главе 2

1. Назовите основные технические данные основной антенны ДРЛ-6М2.
2. Назовите основные технические данные антенны подавления ДРЛ-6М2, её назначение.
3. Какой метод подавления ложных ответных сигналов используется в ДРЛ-6М2?
4. Какая схема подавления ложных ответных сигналов используется в ДРЛ-6М2?
5. Назовите недостатки амплитудной схемы подавления ложных ответных сигналов, пути их преодоления.
6. Почему КНД антенн подавления в направлении максимума основной антенны равен нулю?
7. Назовите назначение устройства управляемого аттенюатора.
8. Назовите основные свойства элементов УСМ.
9. Назовите назначение фазовращателя УСМ.
10. Какой элемент схемы электропривода выполняет функцию реле времени на 20 секунд?
11. Назовите методы подавления ложных ответных сигналов в РЛС.
12. Назовите требования, предъявляемые к каналам подавления ложных ответных сигналов.
13. Поясните принцип работы АФУ по структурной схеме.
14. Устройство сложения мощностей: особенности построения, принцип работы по функциональной схеме.
15. Конструкция элементов АФУ.
16. Принципиальная схема электропривода антенного устройства.

3. Передающее устройство ДРЛ-6М2

3.1. Основные сведения о передающих устройствах ДРЛ-М2

3.1.1. Передающее устройство первичного канала

Аппаратура передающего устройства первичного канала ДРЛ-6М2 включает в себя два передатчика. Передатчики предназначены для формирования мощных радиоимпульсов высокочастотных колебаний с параметрами, приведенными в таблице 3.1. Параметры соответствуют основному двухканальному режиму работы.

Таблица 3.1

Передатчик	Режим работы	τ_i , мкс	T_i , мкс	λ , см	P_i , кВт
ППД-1	ПАРН	1,2 x 2	2000	λ_1	200
ППД-2	ПАСС СДЦ	2,4 1,2	2000 800/1200	λ_2	200

Передатчики первичного канала построены по некогерентной схеме (рисунок 3.1).



Рисунок 3.1. Структурная схема некогерентного передатчика

В таком передатчике можно получить мощные радиоимпульсы с не высокой относительной стабильностью частоты – $10^{-4}...10^{-5}$. Модуляторы передатчиков РСП собраны по схеме с частичным разрядом емкостного накопителя. Это связано с использованием передатчика для формирования пары импульсов в ПАРН режиме работы (накопитель энергии с полным разрядом ёмкости не успевал бы зарядиться от ВВ выпрямителя за малое время кодового интервала). Метод подстройки частоты магнетронного генератора – электромеханический.

Структура построения современного когерентного передатчика с одним стабильным генератором (в соответствии с [6]) приведена на рисунке 3.2.

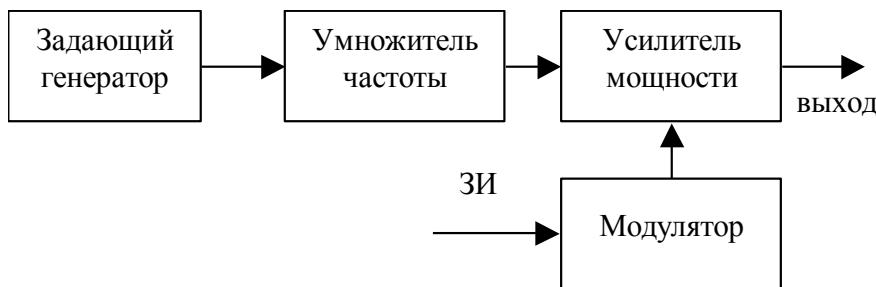


Рисунок 3.2. Структурная схема когерентного передатчика

Важное достоинство такой схемы – возможность получения зондирующих сигналов (в том числе и очень мощных – сотни киловатт - единицы мегаватт с высокой стабильностью частоты (фазы)), поэтому их считают более перспективными. Обработка отраженных сигналов в РЛС с таким передатчиком, как правило, ведется по алгоритмам когерентной обработки сигналов.

3.1.2 Передающее устройство вторичного канала

Передатчик вторичного канала предназначен для формирования запросных радиоимпульсов высокочастотных колебаний с параметрами, приведенными в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Передатчик	Режим работы	τ_I	T_I , мкс	λ , см	P_I , кВт
ПВК	АКТ	2 имп. по 0,8 мкс	2000	λ_3	2

В отличие от ДРЛ ранних выпусков, в ДРЛ-6М2 в АКТ режиме используется автономный передатчик (ПВК).

Применение автономного ПВК позволило:

- существенно уменьшить количество запросов самолетных ответчиков за счет выравнивания дальностей действия по каналам запроса и ответа;

- разнести по частоте первый и второй каналы в целях повышения помехозащищенности ДРЛ-6М2 от активных помех.

ПВК построен по схеме, показанной на рисунке 3.2.

Основное достоинство такой схемы – возможность получения зондирующих сигналов с высокой стабильностью частоты (фазы).

3.2. Функциональная схема блока БПМ-011

Блок подмодулятора предназначен для формирования положительных импульсов с амплитудой 800…900 В и длительностью, определяемой режимом работы передатчика. Параметры импульсов подмодулятора в различных режимах работы передатчика приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Режим работы передатчика	Задержка запуска подмодул., мкс	Длительность имп., мкс	Период повторения, мкс	Амплитуда, В (не менее)
ПАРН	3	2 имп. по 1,2	2000	800
ПАСС	3	2,4	2000	800
СДЦ	3	1,2	800/1200	800

Период повторения импульсов подмодулятора определяется периодом повторения синхронизирующих импульсов, поступающих с блока БОСТ-011.

В ПАРН режиме подмодулятор в каждом периоде повторения формирует два импульса с кодовым интервалом 9,4 мкс либо 14 мкс.

Блок подмодулятора включает следующие элементы (рисунок 3.3): катодный повторитель, блокинг-генератор с каскадом параллельного запуска, шифратор, смесительный каскад, дифференцирующий каскад, видеоусилитель, оконечный блокинг-генератор, выходной импульсный трансформатор.

В режиме работы передатчика ПАСС положительные синхронизирующие импульсы (СИ) амплитудой не менее 45 В и длительностью 1,5 мкс от блока БОСТ-011 поступают на катодный повторитель, который служит для развязки входа подмодулятора с цепью запуска БОСТ. С выхода катодного повторителя положительные импульсы через линию задержки Лз1 (в последних выпусках РСП отсутствует) подаются на вход блокинг-генератора с каскадом

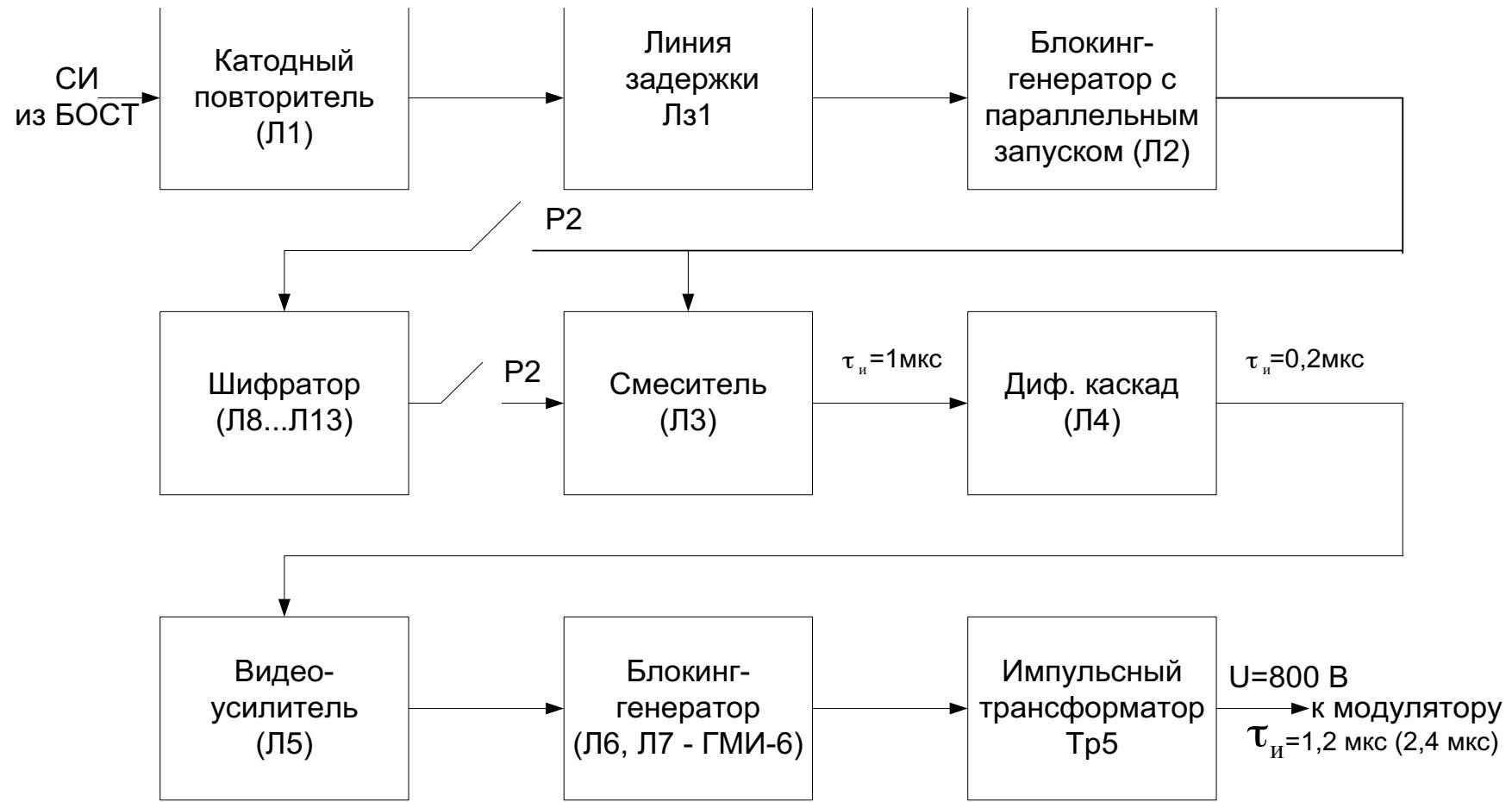


Рисунок 3.3. Функциональная схема подмодулятора

параллельного запуска. Задержка импульсов линий задержки Лз1 на 2,7 мкс необходима для согласования начала генерирования магнетронного генератора с началом рабочего участка развертки индикаторного устройства. Каскад параллельного запуска предотвращает влияние блокинг-генератора на предшествующую цепь. Блокинг-генератор работает в режиме автоколебаний сシンхронизацией входными импульсами. Основное назначение входного блокинг-генератора состоит в защите высоковольтного выпрямителя модулятора от перегрева и выхода из строя в случае пропадания входного импульса синхронизации от БОСТ. В этом случае блокинг-генератор переходит в автоколебательный режим, и его импульсы с периодом повторения, превышающим значение рабочего периода с БОСТ, обеспечивают нормальный энергетический режим модулятора, высоковольтного выпрямителя и магнетронного генератора. В противном случае это могло бы привести к перегреву элементов высоковольтного выпрямителя, модулятора и магнетронного генератора. Импульсы с выхода блокинг-генератора через смеситель подаются на дифференцирующий каскад, где укорачиваются до длительности $\tau_i=0,2$ мкс и после усиления в видеоусилителе до амплитуды 230 В подаются на запуск выходного блокинг-генератора, который и задает необходимую длительность выходных импульсов в режиме ПАСС ($\tau_i=2,4$ мкс). Выходные импульсы подмодулятора снимаются со вторичной обработки импульсного трансформатора Тр5, включенного в анодную цепь ламп Л6 и Л7 блокинг-генератора. Импульсный трансформатор обеспечивает повышение напряжения (до 800...900 В) выходных импульсов и согласование выхода подмодулятора с модулятором.

В режиме работы передатчика ПАРН на входы смесителя поступает пара импульсов: первый не задержанный – с выхода блокинг-генератора (лампа Л2) и второй задержанный – с выхода шифратора. Таким образом, с выхода смесителя снимается пара импульсов длительностью равной 1,0 мкс с кодовым интервалом между ними, определяемым шифратором. После смесителя эти импульсы проходят аналогичную обработку, что и одиночный импульс. Выходной

блокинг-генератор в этом случае формирует пару импульсов с длительностью 1,2 мкс. Это обеспечивается за счёт переключения формирующих цепочек блокинг-генератора.

При работе передатчика в режиме СДЦ выходной блокинг-генератор вырабатывает одиночные импульсы с длительностью 1,2 мкс. Наличие в подмодуляторе дифференцирующего каскада обяжано режиму работы СДЦ. В этом режиме работы крайне нежелательны даже незначительные случайные изменения периода следования импульсов. Изменения T_i могут нарушить работу схемы ЧПК в КУ-01. Такая задержка может быть обусловлена "блужданием" порогового (запирающего) напряжения выходного блокинг-генератора $U_{\text{ПОР}}$ и пологим фронтом входных импульсов (рисунок 3.4 а).

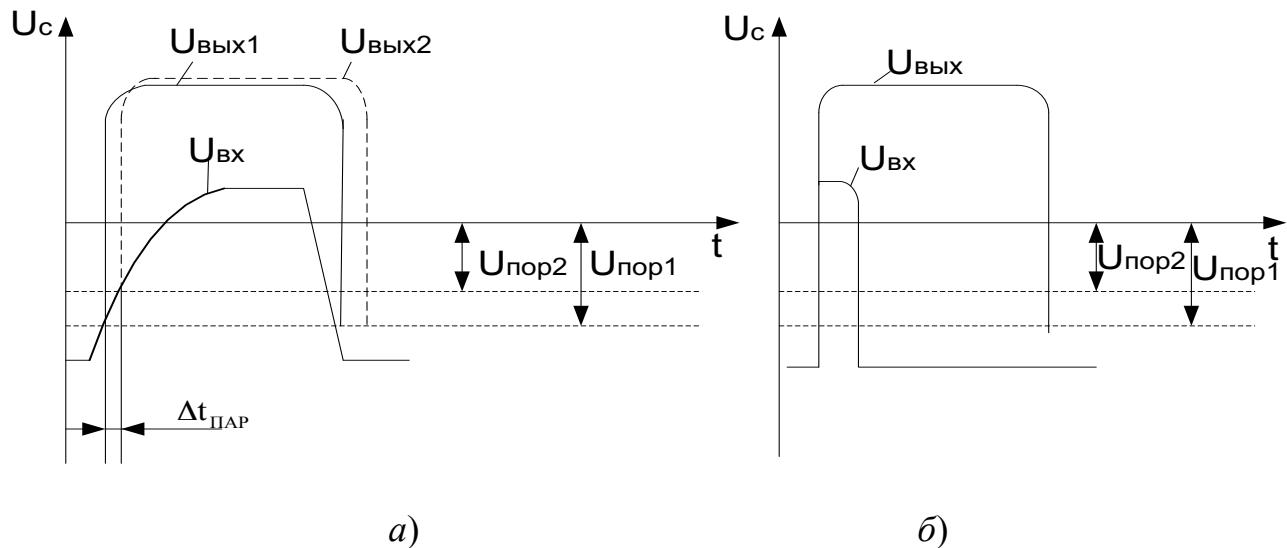


Рисунок 3.4. Выходные сигналы блокинг-генератора

Если обеспечить крутой фронт входного импульса (рисунок 3.4 б), то даже блуждание $U_{\text{ПОР}}$ не приведет к паразитной $\Delta t_{\text{ПАР}}$ задержке момента запуска выходного блокинг-генератора. Таким образом, за счет укорочения импульсов дифференцирующим каскадом достигается необходимое увеличение крутизны фронта импульсов запуска и стабильности периода следования импульсов.

3.3. Принципиальная схема блока БМП-011

Принципиальная схема блока подмодулятора БМП-011 приведена в альбоме принципиальных схем. В режимах ПАСС и ПАРН запускающие импульсы положительной полярности поступают на контакт 8 В разъема Ш2 и далее через нормально замкнутые контакты 3-1 реле Р5, 3-4 реле Р6 на буферный усилитель Л1, собранный на двойном триоде 6Н6П по схеме катодного повторителя. В режиме СДЦ +27 В поступает на контакт 3 В разъема Ш2, что приводит к срабатыванию реле Р6. При этом контактами 4-5 Р6 замыкается цепь подачи запускающих импульсов на вход катодного повторителя уже с контакта ОВ разъема Ш2. Запускающие импульсы подаются на управляющие сетки лампы Л1 через цепь связи С1, R2. Резистор R3 и конденсатор С2 образуют фильтр по цепи анодного питания лампы Л1. Резистор R4 является нагрузкой катодного повторителя. С резистора R4 положительные импульсы запуска через линию задержки Лз1 (в последних выпусках РСП не используется) и цепь связи С3, R7 поступают на управляющую сетку левой половины лампы Л2, на которой собран каскад параллельного запуска по схеме усилителя с общей с блокинг-генератором нагрузкой в анодной цепи (первичная обмотка импульсного трансформатора Тр1), R8, С4 – цепочка автосмещения. На правой половине лампы Л2 собран непосредственно сам блокинг-генератор по стандартной схеме. Блокинг-генератор работает в режиме автоколебаний с синхронизацией входными импульсами. Собственная частота колебаний блокинг-генератора устанавливается несколько ниже частоты повторения синхронизирующих импульсов и определяется постоянной времени цепочки R9, R11, С5 в режимах ПАСС и ПАРН или цепочки R9, R10, С5 в режиме СДЦ. Постоянные времени цепочек можно регулировать с помощью переменных резисторов R10 и R11.

С выходной обмотки импульсного трансформатора Тр1 импульс положительной полярности поступает через разделительный конденсатор С8 на управляющую сетку правой половины лампы Л3. На Л3 собран смесительный каскад по схеме усилителя на двух триодах с общей нагрузкой на трансформаторе Тр2. Смеситель предназначен для смешения (объединения) задержанного импульса,

поступающего с выхода шифратора в режиме ПАРН, и не задержанного, поступающего с выхода блокинг-генератора. В режимах ПАСС и СДЦ смеситель работает как усилитель с трансформаторной нагрузкой (правая половина ЛЗ).

В режиме ПАРН на контакт 3А разъема Ш2 подается +27 В, что приводит к срабатыванию реле Р2. При этом импульс положительной полярности с выходной обмотки импульсного трансформатора Тр1 через разделительный конденсатор С8 и контакты 1-2 Р2 поступает на входной усилитель шифратора, собранного на лампах Л8...Л13.

Шифратор предназначен для получения второго импульса, задержанного относительно импульса, снимаемого с выходной обмотки трансформатора Тр1 на 14,0 либо 9,4 мкс в зависимости от наличия или отсутствия отрицательного импульса ПЗК (признак запросного кода) на контакте 7 В разъема Ш2.

При формировании импульса, задержанного на 9,4 мкс, схема шифратора работает следующим образом. Входной усилитель собран на левой половине лампы Л8 по схеме резистивного усилителя. Его нагрузкой является резистор R45. С R45 через разделительный конденсатор С22 усиленный импульс подается для запуска блокинг-генератора, собранного на правой половине лампы Л8 по стандартной схеме. С выходной обмотки 5-6 импульсного трансформатора Тр6 положительный импульс поступает на группу линий задержки (Лз2, Лз3, Лз4) с общим максимальным временем задержки 10 мкс. Через 4 мкс с линии задержки Лз2 на катодный повторитель (левая половина Л10) поступает задержанный импульс, который затем через линию задержки Лз6 на 0,5 мкс подается на усилитель (правая половина) Л10, который заблокирован по катоду напряжением 300 В. Поэтому данный задержанный импульс, с общим временем задержки 4,0 мкс, через схему шифратора далее не проходит.

Задержанный импульс на 8 мкс с линии задержки Лз3 поступает на запуск блокинг-генератора, собранного на левой половине лампы Л9. Импульсы блокинг-генератора с выходной обмотки 5-6 импульсного трансформатора Тр7 подаются на усилитель, собранный на правой половине лампы Л9. Усилитель является разрядным устройством, позволяющим снять блокирование усилителя,

собранного на правой половине лампы Л10, на время, равное длительности импульса блокинг-генератора (левая половина Л9), которое составляет около 7 мкс.

Задержанный импульс на 9,4 мкс с линии задержки Лз4 через резистор R55 поступает на усилитель, собранный на левой половине Л11. Катод левой половины Л11 соединен с анодом правой половины Л11, на которой собран каскад разрешения. Когда на катод Л11 (правая половина) не подается отрицательный импульс ПЗК с контакта 7В разъема Ш2, на катоде Л11 (левая половина) присутствует небольшой потенциал, поэтому лампа открыта, импульс усиливается и поступает через разделительный конденсатор С28 на запуск блокинг-генератора, собранного на левой половине лампы Л12. Блокинг-генератор генерирует импульс, который подается с выходной обмотки трансформатора Тр8 на катодный повторитель, собранный на правой половине Л12, и одновременно на катодный повторитель на правой половине Л13. При этом бланкируется усилитель, собранный на левой половине Л13, с целью предотвращения срабатывания блокинг-генератора, собранного на правой половине Л8, импульсом, задержанным на 10 мкс и поступающим с выхода Лз4 через резистор R56 на вход усилителя (левая половина Л13). Его нагрузкой является обмотка 3,4 импульсного трансформатора Тр6.

Нагрузкой катодного повторителя, собранного на правой половине Л12, является резистор R61. С R61 задержанный импульс на 9,4 мкс через контакты 4-5 Р2 и конденсатор С7 поступает на смеситель, собранный на лампе Л3.

При формировании импульса, задержанного на 14 мкс, отличия в работе схемы шифратора состоят в следующем. На катод правой половины лампы Л11 с контакта 7В разъема Ш2 поступает отрицательный импульс ПЗК, поэтому усилитель, собранный на левой половине Л11 бланкируется, и, следовательно, импульс, задержанный на 9,4 мкс никуда не поступает. На управляющую сетку правой половины Л13 ничего не подается, следовательно, снято бланкирование с усилителя, собранного на левой половине Л13. Импульс, задержанный на 10 мкс, с выхода Лз4 через резистор R56 поступает на управляющую сетку левой

половины Л13, усиливается и запускает блокинг-генератор, собранный на правой половине Л8. Выходной импульс блокинг-генератора подается на группу линий задержки. Через 4 мкс задержанный импульс с линии задержки Лз2 поступает на катодный повторитель, собранный на левой половине Л10, а затем на усилитель (правая половина Л10). Так как бланкирование с усилителя на правой половине Л10 к этому времени снято (импульсом с Л9б), то импульс усиливается и через разделительный конденсатор С28 поступает на запуск блокинг-генератора, собранного на левой половине Л12. Выходной импульс блокинг-генератора с общим временем задержки 14 мкс подается на катодный повторитель (правая половина Л12), а с его нагрузки (резистор R61) – на смеситель на лампе Л3. Таким образом, с выхода смесителя снимается пара импульсов, либо единичный импульс в зависимости от выбранного режима работы передатчика.

Переменный резистор R16 позволяет регулировать амплитуду импульсов. Цепочка С10а, R17, R18, C10, R19, R20, C11б, R21, R22, C11б, R23, R24 служит для восстановления формы импульсов.

С выходной обмотки 5-6 трансформатора Тр2 смесительного каскада импульсы подаются на дифференцирующий каскад, собранный на лампе Л4, где происходит укорочение импульсов по длительности. Дифференцирующий каскад собран по схеме резистивного усилителя. С его нагрузки R27 импульс поступает на дифференциирующую цепь С13, R28, где преобразуется в два разнополярных импульса, которые затем через согласующий трансформатор Тр3 по даются на управляющую сетку лампы Л5. На Л5 собран видеоусилитель. Так как катод Л5 соединен непосредственно с корпусом, то лампа Л5 открывается только положительными импульсами, а все остальное время находится в закрытом состоянии. Нагрузкой видеоусилителя является импульсный трансформатор Тр4, первичная обмотка которого включена в анодную цепь лампы Л5. При поступлении положительных импульсов на управляющую сетку лампы Л5 она открывается и в анодной нагрузке на первичной обмотке импульсного трансформатора Тр4 выделяется отрицательный импульс. Во вторичной обмотке 3-4

Тр4 импульс меняет свою полярность и запускает мощный блокинг-генератор, собранный на двух параллельно включенных лампах Л5 и Л6 (лучевые тетроды типа ГМИ-6. Формирование длительности выходного импульса блокинг-генератора в режимах ПАРН и СДЦ осуществляется с использованием конденсатора С16. При этом длительность импульсов, формируемых блокинг-генератором, будет составлять 1,4 мкс. В режиме ПАСС для получения длительности импульса 2,6 мкс параллельно конденсатору С16 через контакты 2-3 Р3 подключается конденсатор С18. Импульс напряжения на анодной нагрузке ламп Л6 и Л7 – первичной обмотке импульсного трансформатора Тр5, имеет крутой фронт, плоскую вершину и крутой срез. Сеточная цепь модуляторной лампы ГМИ-32Б, являющейся нагрузкой подмодулятора, включена во вторичную обмотку трансформатора Тр5. Импульсный трансформатор Тр5 служит также для согласования выходного сопротивления подмодулятора с входным сопротивлением модулятора. Сопротивления резисторов R34, R35, R40, R46 в анодных цепях и резисторов R36, R37, R38, R39 в цепях управляющих сеток ламп Л6 и Л7 имеют небольшие значения и служат для предотвращения паразитных колебаний, которые могут возникнуть в параллельно работающих лампах.

3.4. Принципиальная схема СП-1

В стойке передатчика СП-1 формируются мощные высокочастотные импульсы в режимах ПАРН, СДЦ, ПАСС. СП-1 включает: магнетронный генератор МИ-119А, модулятор на ГМИ-32Б с частичным разрядом накопительной емкости С1, высоковольтный выпрямитель 26 кВ, выпрямитель накала магнетрона, измерительную секцию мощности передатчика. Основные технические характеристики магнетрона: напряжение накала при включении – 8 В, время разогрева катода 3 мин, напряжение накала при работе – 6 В, напряжение на аноде 23 кВ. Изменение рабочей частоты магнетрона производится механизмом перестройки и автоподстройки по сигналам от схемы АПЧ.

Принципиальная схема модулятора приведена в альбоме принципиальных схем.

В промежутках между импульсами подмодулятора модуляторная лампа Л1 пита ГМИ-32Б заперта по управляющей сетке отрицательным напряжением –600 В, подаваемым на контакт Из.2 от блока БМВ-011.

Накопительный конденсатор С1 заряжается от выпрямителя 26 кВ по цепи: +26 кВ (С4) – резистор R2 – конденсатор С1 – зарядный дроссель Др1 – ограничительный резистор R1 (часть зарядного тока протекает также через подрезающий диод Л1) – дроссель Др2 – цепь измерения тока магнетрона с измерительным прибором – корпус - корпус конденсатора С4.

Импульс подмодулятора через контакты Из. 1 и резистор R3 подается на управляющую сетку модуляторной лампы Л1, открывая ее тем самым на время, определяемое его длительностью. При этом происходит разряд конденсатора С1 по цепи: +С1 – резистор R4 – лампа Л1 – корпус – магнетрон – "минус" С1. Так как падение напряжения на модуляторной лампе Л1 невелико (около 2 кВ), то к магнетрону приложено почти всё высокое напряжение, до которого был заряжен конденсатор С1. Ток разряда конденсатора С1 прекращается в момент запирания модуляторной лампы Л1, то есть по окончании импульса подмодулятора. Величина емкости конденсатора С1, равная 0,2 мкф, выбрана достаточно большой, поэтому напряжение, прикладываемое к магнетрону во время разряда С1, остается практически постоянным в течение длительности импульса подмодулятора, чем обеспечивается плоская вершина импульса, формируемого генератором СВЧ.

Резисторы R1, R2, R3, R4, R5, R6 модуляторной лампы Л1 предотвращают паразитные колебания в соответствующих. Через контакт Из.3 подается напряжение питания +1 кВ экранной сетки лампы Л1 от блока БМВ-011. Элементы R6, С1 – развязывающий фильтр в цепи питания экранной сетки лампы Л1.

Зарядный дроссель Др1, кроме создания цепи заряда накопительного конденсатора С1, совместно с ограничительным резистором R1 образует корректирующую цепь для обеспечения крутого фронта импульса, формируемого генератором СВЧ, устранивая тем самым вредное влияние паразитной емкости

($C_{ПАР}$), включенной параллельно магнетрону и состоящей из входной межэлектродной емкости магнетрона и паразитной емкости монтажа.

Подрезающий диод Л1 обладает малым внутренним сопротивлением, поэтому он шунтирует параллельный колебательный контур, образованный элементами Др1, R1, C2 и паразитной емкостью $C_{ПАР}$, переводя колебательный процесс генерации после окончания импульса подподулятора в апериодический, предотвращая тем самым возникновение паразитных колебаний магнетронного генератора. Резистор R1 ограничивает среднее значение тока подрезающего диода Л1, шунтируя его во время отсутствия импульса. Для измерения среднего тока магнетрона в цепи заряда накопительного конденсатора С1 последовательно с зарядным дросселем Др1 включен миллиамперметр ИП, измеряющий средний ток заряда С1, который затем пересчитывается в ток магнетрона. При этом отпадает необходимость измерять непосредственно ток магнетрона, значение которого (28...32 А) является опасным для жизни обслуживающего персонала. Для предохранения прибора ИП от перегрузки скачками тока магнетрона при кратковременных пробоях в модуляторной лампе Л1 и магнетроне, когда ток заряда конденсатора С1 резко возрастает, служит дроссель Др2 и газовый разрядник РИ1. Конденсаторы С и С2 шунтируют измерительную цепь по высокой частоте. С резистора R2 через резистор R4 снимается напряжение, пропорциональное среднему значению тока заряда накопительного конденсатора С1, которое используется схемой контроля по току в блоке БУВ-011 передатчика. Резистор R1 замыкает цепь заряда конденсатора С1 в случае нарушения основной цепи (через ИП). Выпрямитель 26 кВ входит в качестве отдельного функционального узла в стойку передатчика ДРЛ и служит для питания цепи анода модуляторной лампы Л1. Напряжение сети 220 В 400 Гц с клемм 4, 6 колодки П1 стойки передатчика поступает на контакты контактора Р1, который срабатывает при подаче на него +27 В с клеммы 8 колодки П3. Напряжение 220 В 400 Гц с контактора Р1 (при его срабатывании) подается на клеммы 2, 8 колодки П1, откуда далее поступает на вход стабилизатора блока управления БУВ-011. С выхода блока БУВ-011 стабилизированное напряжение

сети 220В 400Гц поступает на клеммы 4, 6 колодки П2 и далее на первичную обмотку трансформатора Тр2 выпрямителя 26 кВ. Выпрямитель 26 кВ собран на 8 полупроводниковых диодах Д1...Д8 и конденсаторах С3 и С5 по схеме удвоения. Для выделения выпрямленного напряжения на выходах диодов параллельно каждому из них установлен конденсатор. Конденсатор С4 является конденсатором фильтра. Резисторы R3...R12 образуют делительные цепочки, служащие для измерения напряжения и тока выпрямителя 26 кВ.

Ряд деталей передатчика во время работы находится под высоким напряжением. Большинство этих деталей расположено в выдвижных блоках. Доступ к ним становится возможным при выдвигании блоков из стойки и при открывании двери шкафа стойки передатчика.

Во время нормальной работы все блоки установлены в шкафах и все двери закрыты. Случайное прикосновение обслуживающего персонала к деталям, находящимся под высоким напряжением, исключено. При необходимости доступа к этим деталям для ремонта, осмотра или замены следует предварительно выключить передатчик и разрядить специальной заземленной штангой все детали, находящиеся под высоким напряжением. Для защиты обслуживающего персонала от случайного попадания под высокое напряжение применена схема блокировки (рисунок 3.5). Из схемы видно, что цепь блокировки проходит через все блоки передатчика, а также обе стойки, в которых размещается аппаратура передатчика. Например, блок-контакты Кн1, Кн2, включенные в цепь блокировки, замыкаются только при закрытой двери шкафа стойки передатчика, что предотвращает возможность включения высокого напряжения при открытой двери шкафа стойки и тем самым попадание обслуживающего персонала под высокое напряжение.

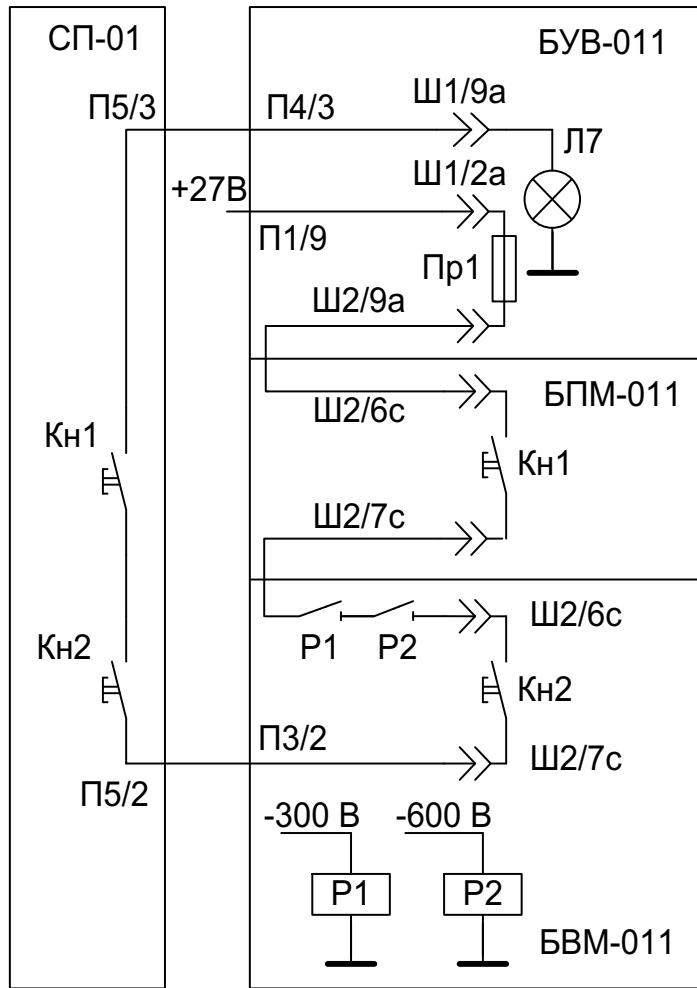


Рисунок 3.5. Схема блокировки высокого напряжения передатчика

Выпрямитель накала магнетрона предназначен для повышения стабильности напряжения цепи накала магнетронного генератора. Эта стабильность достигается за счет питания нити накала магнетрона стабильным постоянным напряжением отдельного выпрямителя. Выходное напряжение выпрямителя 8 В при токе нагрузки 15А. Пульсация выходного напряжения 5%. Выпрямитель питается от сети напряжением 8 В 400 Гц со вторичной обмотки трансформатора Тр1.

Как уже отмечалось выше, напряжение накала 8 В используется только при включении магнетрона. По мере прогрева магнетрона и достижении анодным током 70-80% номинального значения (примерно через 3 мин.) выпрямитель накала понижает напряжение накала до 6 В. Такое переключение осуществляется тепловым реле времени (в БУВ-011). После подачи питающих напряжений на высоковольтный выпрямитель реле переключает обмотки понижающего

трансформатора и этим обеспечивается скачкообразное понижение напряжения накала до 6 В.

Конструктивно выпрямитель выполнен на отдельной плате, установленной на изоляторах, так как все элементы схемы выпрямителя находятся под напряжением 26 кВ относительно корпуса.

Измерительная секция на термопарах У2 предназначена для измерения среднего значения проходящей импульсной мощности передатчика. Измерение мощности основано на использовании метода поглощающей стенки. Датчиком является группа полупроводниковых термопар (всего 8). Они устанавливаются в фидерном тракте так, что одна из термопар составляет часть поверхности фидерного тракта и поэтому нагревается за счет проходящей по тракту высокочастотной энергии. Под действием разности температур на торцах измерительной секции, в местах спая в термопаре возникает ЭДС, величина которой пропорциональна проходящей мощности и не зависит от абсолютного значения температуры окружающей среды. Датчик из термопар нагружен на измерительный прибор постоянного тока (ИП1), откалибранный в единицах импульсной мощности при помощи переменного резистора R14. ЭДС одной термопары зависит от величины и фазы коэффициента стоячей воды в фидерном тракте. Для того чтобы устранить эту зависимость, термопары установлены двумя группами по 4 штуки в каждой радиально по окружности фидера при расстоянии между группами $\lambda/4$, где λ - длина волны.

3.5. Принципиальная схема БВМ-011

Блок выпрямителя модулятора (БВМ-011) предназначен для получения питающих напряжений блоков подмодулятора и модулятора. Он выдает напряжения и токи в соответствии с таблицей 3.4.

Таблица 3.4

U, В	1000	1900	600	-800	-50	-125	300	-275	-600
I, mA	20	3	10	0,1	50	4	90	5	10

Принципиальная схема блока выпрямителя модулятора приведена в альбоме принципиальных схем. Блок БВМ-011 получает питание с блока управления БУВ-011. С клемм 2в–3в ШЗ напряжение сети 220 В 400 Гц поступает на трансформаторы Тр3, Тр5, Тр7 и на входную цепь выпрямительной линейки У1. Со вторичной обмотки Тр3 получают питание выпрямительные мосты У2 и У3. Стабилизатор –150 В компенсирующего типа, в котором лампа Л1 (6С19П) является регулирующей лампой. На входе и выходе усилителя У4 установлены соответственно конденсаторы фильтра С7 и С8. Регулировка выходного напряжения производится потенциометром R14. Конденсаторы С4 и С6 являются фильтром выпрямленного напряжения –(250…300) В с выхода моста У2. Регулировка этого напряжения производится потенциометром R6. При наличии напряжения –250…–300 В срабатывает реле Р1, контакты 7-6 которого включены в цепь блокировки высокого напряжения.

Со вторичной обмотки Тр5 запитывается выпрямитель –600 В, собранный по мостовой схеме на кремниевых диодах ВД10 и ВД11 типа Д1009А. Конденсаторы С12, С13 и дроссель Др2 образуют фильтр. При наличии –600 В срабатывает реле Р2, контакты 5-4 которого включены в цепь блокировки. После срабатывания Р1 и Р2 загораются лампочки Л2 и Л3 "Смещение включено".

С клемм 4в–5в ШЗ напряжение сети 220 В 400 Гц подается на Тр2 и Тр4. Со вторичной обмотки трансформатора Тр2 получает питание выпрямитель +1900 В. Выпрямитель собран по схеме удвоения на диодах Д8 и Д9 типа Д1005А и конденсаторах С2 и С3. На выходе выпрямителя установлен конденсатор фильтра С5. Трансформатор Тр4 запитывает выпрямитель +600 В, собранный на

кремниевых диодах Д2 и Д3 типа Д1009А. Конденсаторы С9, С10 и дроссель Др1 образуют фильтр.

С клемм 6в, 7в ШЗ получает питание от сети трансформатор Тр6 выпрямителя на +1000 В. Выпрямитель +1000В собран по мостовой схеме на диодах Д4...Д7 типа Д1004. На выходе выпрямителя включен П–образный фильтр, образованный конденсаторами С15, С16 и дросселием Др3.

С клемм 4в, 8в ШЗ напряжение сети 220 В 400 Гц поступает на анодную цепь линейки У1. Линейка У1 представляет собой стабилизатор компенсационного типа, выдающий стабилизированное напряжение +300 В.

При установке переключателя В1 в положение "–800 В ПРД" напряжение сети с клемм 4в, 5в ШЗ подается на трансформатор Тр1, питающий выпрямитель поджига переключателя защиты ПРМ –800 В. Этот выпрямитель собран по однополупериодной схеме на диоде ВД1 с конденсатором фильтра С1. Регулировка выходного напряжения и соответственно тока поджига производится потенциометром R1.

Напряжения +300 В, -100...-150 В контролируются сигнальными лампочками Л5 и Л10, которые должны светиться при наличии соответствующих напряжений.

На выходе источников напряжений +300 В, –100...–150 В, –50 В последовательно с нагрузкой включены предохранители Пр2, Пр3 и Пр1, зашунтированные сигнальными лампочками Л6, Л9 и Л7 соответственно. Загорание лампочек сигнализирует о неисправности предохранителей. Для установки выходного напряжения, последовательно с первичными обмотками трансформаторов выпрямителей –600 В, +600 В, +1000 В и 1900 В включены регулирующие резисторы R18, R52, R51 и R53.

Прибором ИП1 контролируются положительные напряжения, ИП2 – отрицательные. Приборы подключаются к выходу источника напряжения переключателями В2 и В3 и нажатием кнопок Кн1 и Кн2 при измерении.

Предохранители Пр4 и Пр5, Пр6 с сигнальными лампочками Л11, Л12, Л3 защищают все выпрямители по цепям первичных напряжений.

3.6. Принципиальная схема БУВ-011

Блок управления выпрямителем 26 кВ (БУВ-011) предназначен для:

- автоматического и ручного включения, подъема и снижения высокого напряжения по линейному закону;
- ограничения высокого напряжения при отсутствии команды выбора в работу передатчика;
- автоматического снятия высокого напряжения при неисправности схем контроля по току (при перегрузках в АФУ или магнетронном генераторе ПРД);
- управления энергетическими режимами магнетрона (путём стабилизации напряжения сети 220 В 400 Гц).

В состав блока БУВ-011 входят следующие устройства и узлы:

- регулятор высокого напряжения (У4);
- временная схема (в узле У2);
- схема контроля по току;
- схема максимальной защиты;
- блок коммутации цепей запуска, накала и управления двигателем (У2);
- элементы ограничения накала и высокого напряжения (У3).

Принципиальная схема блока управления выпрямителем БУВ-011 приведена в альбоме принципиальных схем. Рассмотрим принцип работы блока БУВ-011 по принципиальной схеме.

Напряжение питания 220 В 400 Гц поступает на Ш1/3 a , 4 a . +27 В с Ш1/2 a выдается на Ш2/9 a на схему блокировки. При этом срабатывает реле Р1 (от напряжения с моста У1), которое через Пр3 своими контактами 6, 7 замыкает цепь реле времени Р11. Загорается лампочка Л8 ОГРАНИЧ. При замкнутой блокировке +27 В поступает на Ш1/9 a , загорается лампочка Л7 БЛОКИР. ЗАМКНУТА и через контакты 2-3 реле Р11 срабатывает реле Р8, контакты 4, 5 которого замыкают цепь подачи +27 В на блок коммутации У2 (Ш3/2). При нулевом

положении регулятора высокого напряжения с блока коммутации с Ш3/3 выдается +27 В на реле Р12 через контакты 6, 4 реле Р7, либо через тумблер В2 ВКЛ. ВН.

Реле Р12 своими контактами 1, 2 включает контактор высокого напряжения, находящийся в стойке передатчика. При включении контактора через клеммы 4, 5, 6, 7, 8, 9 (Ш1/в) подается напряжение 220В 400 Гц на регулятор высокого напряжения (У4). Одновременно +27 В (ВН Включено) через Ш1/0а и контакты 7, 9 реле Р14 поступает на Л11 (В.Н. ВКЛЮЧ.), а также выдается через Ш2/9с сигнал "Готов" на блок технического управления. С блока технического управления приходит команда выбора передающего устройства в работу или резерв (на Ш1/6а или Ш1/7а) и соответственно зажигается лампочка Л5 – РАБОТА или Л6 – РЕЗЕРВ, срабатывает реле Р4 (или Р4 и Р5), гаснет лампочка Л8 ОГРАНИЧ., включается цепь подъема В.Н. (контакты 3, 4 Р4). Подъем, либо снижение В.Н., осуществляется при подаче соответствующей команды на Ш1/2в или Ш1/3в с блока технического управления (подъем ВН автоматический) или тумблером В3 (ручной подъём). При включении тумблера В4 в положение "Автомат" происходит разовый автоматический подъем В.Н. При достижении магнетроном номинального тока срабатывает схема контроля по току, собранная на лампе Л4, на управляющую сетку которой поступает положительное напряжение от измерительной цепи тока магнетрона. Подъем высокого напряжения прекращается. Срабатывает реле Р3, зажигается лампочка Л12 – ТОК.

В случае неисправности ПРД со схемы контроля по току на реле Р14 с блока коммутации подается +27 В. Зажигается лампочка Л10 – АВАРИЯ. Реле Р14 срабатывает, контактами 7,9 размыкает цепи сигнализации и автоматического подъема ВН, контактами 4, 5 замыкается цепь снижения В.Н., контактами 1, 3 отключает реле Р4, зажигается лампочка Л8 – ОГРАНИЧЕНИЕ. Вывод из аварии производится нажатием кнопки Кн1 – ВЫКЛ. АВАРИИ.

Измерительный прибор ИП1 предназначен для измерения тока выпрямителя 26 кВ. При перегрузке высоковольтного выпрямителя (80 до 90 мА) сраба-

тывает реле Р6, которое своими контактами 3, 4 отключает реле Р8 и соответственно контактор высокого напряжения. При перегрузках, меньших по времени 100...150 мс, высокое напряжение не отключается. Резистор R10 позволяет регулировать ток срабатывания максимальной защиты.

При достижении номинального тока магнетрона срабатывает реле Р3. Своими контактами 3, 4 оно размыкает резисторы R3, R4 и тем самым снижает накал магнетрона с 8 В до 6 В. Контактами 6, 7 включается реле Р15, которое отключает цепь подъема и становится на самоблокировку. Управление высоким напряжением может осуществляться в этом случае тумблером В3 (Подъем ВН-Спуск ВН). Порог срабатывания и отпускания схемы контроля регулируется резисторами R6, R8.

3.7. Конструкция передатчика первичного канала ДРЛ-6М2

Конструкция стойки передатчика

Стойка передатчика ДРЛ (рисунок 3.6), включающая в себя выпрямитель 26 кВ, модулятор, магнетронный генератор, фазовращатель, направленный ответвитель с термопарами и выпрямитель накала магнетрона, выполнена в виде шкафа. Для обеспечения доступа к узлам передатчика, шкаф имеет дверь. На двери установлены приборы для измерения тока магнетрона и мощности, тумблер включения внутреннего освещения шкафа, дверца, через которую осуществляется регулировка механизма перестройки и автоподстройки генератора. Кроме того, на дверь выведены ось привода и шкала фазовращателя.

Два смотровых окна, расположенных на двери, позволяют наблюдать за работой выпрямителя 26 кВ, подрезающего диода и модулятора.

Дверь имеет по периметру уплотнения с медной луженой оплеткой для защиты от просачивания энергии СВЧ в аппаратную РСП. При открывании двери цепь высокого напряжения автоматически разрывается с помощью блокконтактов. На внутренней стороне двери имеется штанга, служащая для разряда высоковольтных конденсаторов. Дверь закрывается на запор при помощи съемной ручки (ключа).

Корпус шкафа (стойка) состоит из двух несущих обшивок и четырех рам. Рамы делят шкаф на три отсека (рисунок 3.7). В нижнем отсеке смонтирован выпрямитель 26 кВ и установлен накопительный конденсатор. В среднем отсеке расположены модуляторная лампа и подрезающий диод. Модуляторная лампа установлена на отдельном шасси, которое крепится к раме четырьмя винтами. Кроме того, в среднем отсеке расположены конденсаторы выпрямителя 26 кВ.

В верхнем отсеке шкафа располагаются: генератор СВЧ с магнитной системой, выпрямитель накала магнетрона и зарядный дроссель Др1. Магнетронный генератор и выпрямитель накала магнетрона выполнены в виде отдельных съемных блоков. Магнетронный генератор вдвигается по направляющим в магнетронную систему и крепится гайкой-баращком.

Выпрямитель накала вдвигается по направляющим и крепится невыпадающими винтами. Фидерный выход магнетронного генератора соединен гибким фидером с фазовращателем, установленным на задней стенке шкафа. К фазовращателю присоединен направленный ответвитель с термопарами. Высокочастотный выход передатчика выводится наверх стойки.

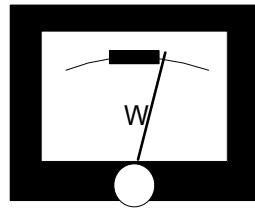
Верхний отсек освещается плафонами, выключатель которых установлен на двери шкафа. На панели верхнего отсека в передней части расположен разрядник защиты измерительного прибора и другие элементы. По правой стенке шкафа проходит винилластовый воздуховод, по которому подается зabortный воздух для принудительного охлаждения модуляторной лампы и магнетрона.

Для охлаждения подрезающего диода воздух подается по отдельной трубке через изолятор, на котором установлен диод. Кроме направленного обдува отдельных узлов передатчика, весь объем шкафа вентилируется через отверстия в нижнем основании шкафа.

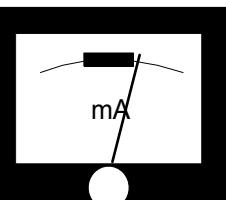
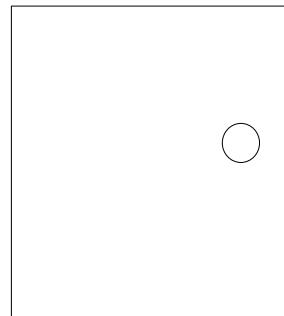
СП-01

Осторожно! Высокое напряжение!

Перед открыванием двери ВКЛ. ПРД открыв. дверь,
разряди штангой все выводы ВВ конденсаторов



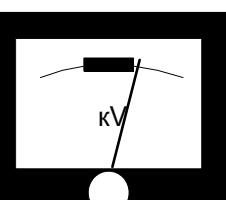
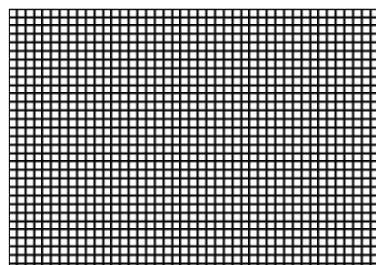
Мощность



Ток генератора



Фазовращатель



Напр. ВВ выпр.

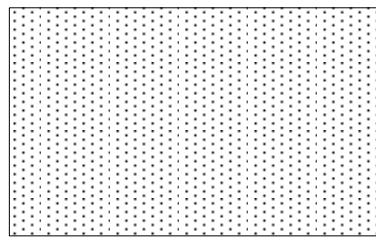


Рисунок 3.6. Стойка передатчика

Ферритовый циркулятор

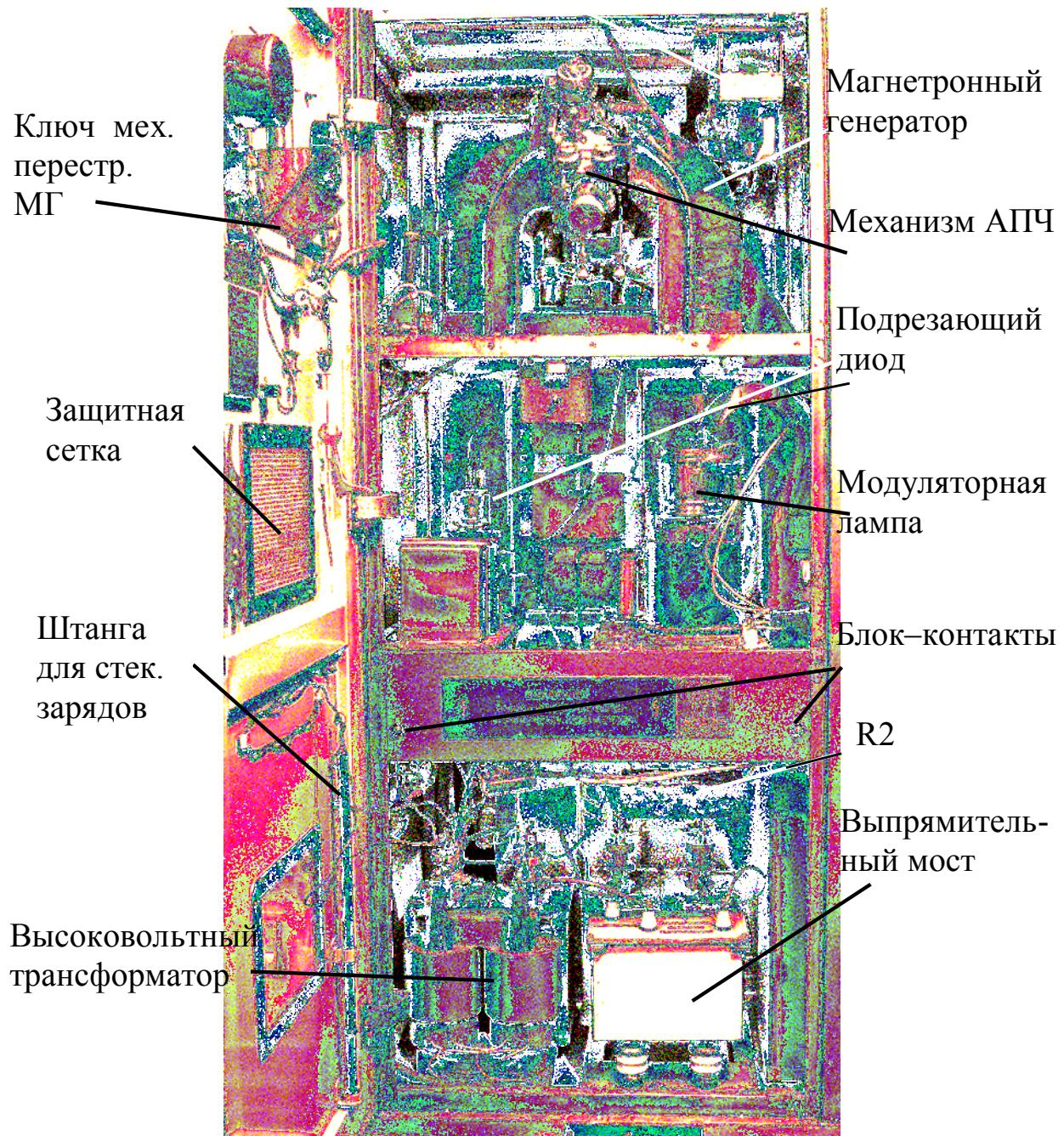


Рисунок 3.7. Размещение элементов в стойке передатчика

Конструкция блока БМВ-011

Конструктивно блок БМВ-011 (рисунок 3.8) собран на типовом шасси. На передней панели установлены предохранители сети 220 В с сигнальными лампочками, измерительные приборы и органы контроля и управления блока.

Выпрямитель стабилизированный +300 В 90 мА смонтирован на типовой откидывающейся субпанели. Элементы коммутации смонтированы на второй субпанели. Элементы выпрямителей напряжений 600 В и выше расположены на откидывающейся изоляционной плате из гетинакса. На задней стенке шасси установлены: высоковольтная розетка Ш1, 30-ножевая колодка Ш3 и 30-гнездовая колодка Ш2, блокировочное устройство.

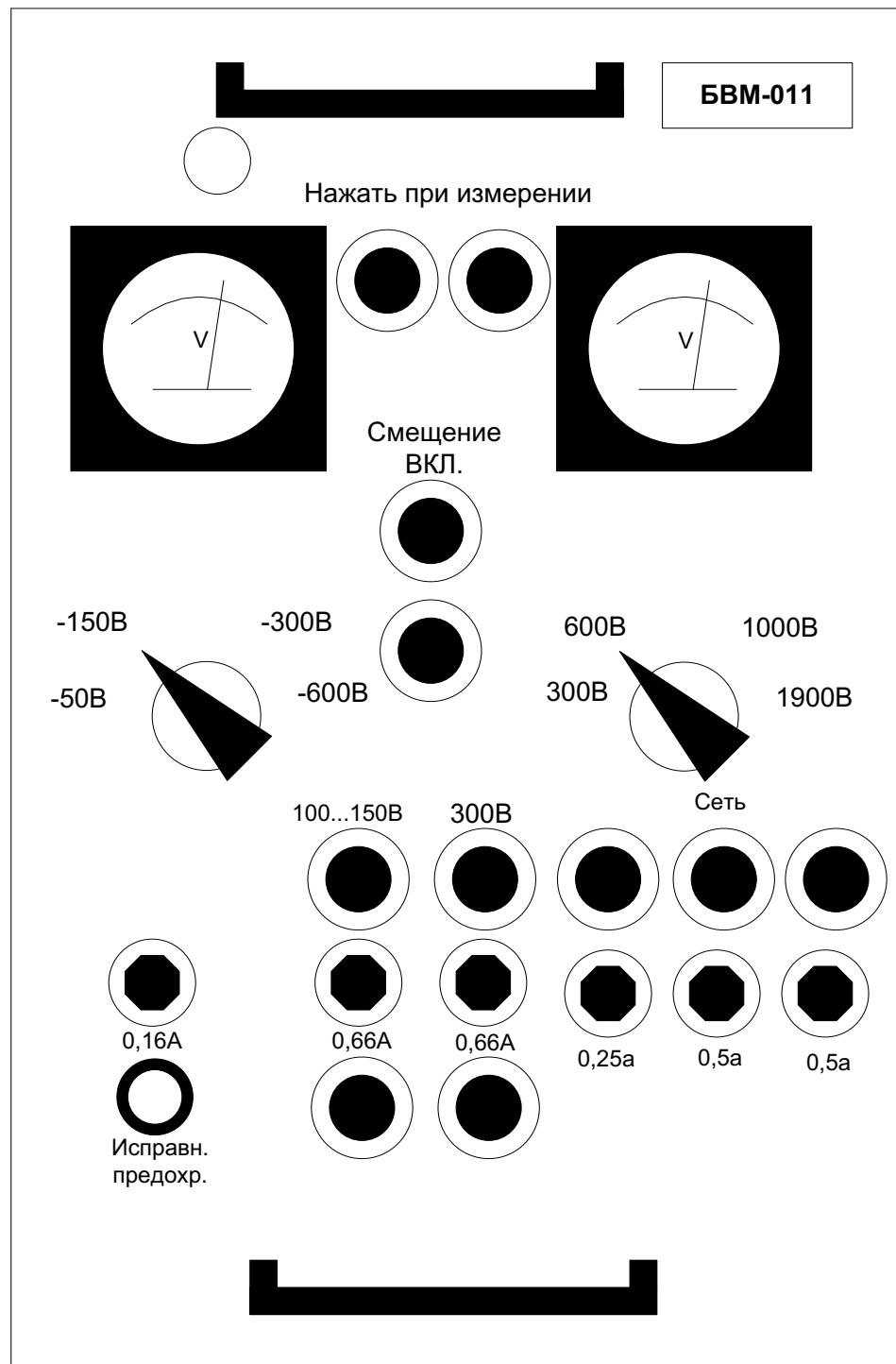


Рисунок 3.8. Блок БВМ-011

Конструкция блока БПМ-011

Блок подмодулятора БПМ-011 (рисунок 3.9) собран на типовом шасси. На передней панели установлены два высокочастотных разъема с гравировкой КОНТРОЛЬ ЗАП.ИМПУЛЬСА и КОНТРОЛЬ ВЫХ.ПОДМОД., гнезда для контроля напряжений. Сзади блока на раме установлена 30-контактная колодка Ш2, вилка Ш3, на которую подаются напряжения +1900 В и +600 В, высокочастотный разъем Ш5 для подачи выходных импульсов подмодулятора на модулятор, а также блок-контакт.

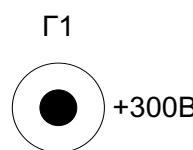
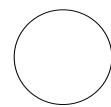
Конструкция блока БУВ-011

Блок управления выпрямителем (рисунок 3.10) БУВ-011 состоит из 3 субпанелей. На 2 субпанелях, расположенных слева, размещены платы и элементы регулятора высокого напряжения. На панели, находящейся справа, размещены: временная схема, схема контроля по току, схема максимальной защиты, элементы ограничения накала и высокого напряжения, а также тумблер В1 КОНТРОЛЬ–РАБОТА.

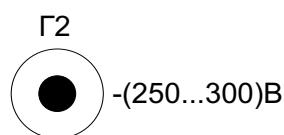
На лицевой панели укреплен блок коммутации цепей запуска, накала и управления двигателем. Он представляет собой кулачковый механизм с микропереключателем, приводимый в движение электродвигателем через редуктор, который одновременно вращает прецизионный резистор регулировки высокого напряжения.

На лицевой панели расположены также 3 тумблера: В2 – ВКЛЮЧ ВН; В4–АВТ–РУЧН; В3–ПОДЪЕМ–СНИЖЕН ВН; десять сигнальных лампочек: Л1, Л2 – сигнализирующих о неисправности предохранителей ПР1, ПР2, Л5 – РАБОТА, Л6 – РЕЗЕРВ, Л7 – БЛОКИР ЗАМКНУТА, Л8 – ОГРАНИЧ, Л9 – КОНТР, Л10 – ВЫКЛ АВАРИИ, Л11 – ВКЛЮЧ ВН и Л12 – ТОК ВЫПРЯМИТЕЛЯ 26 кВ. Сзади блока расположены две 30–контактные колодки РП14–30 для подключения к внешним цепям.

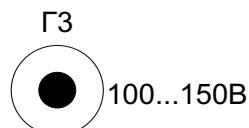
БПМ-011



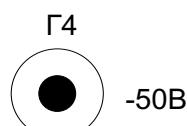
+300В



-(250...300)В



100...150В



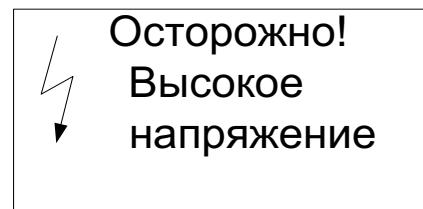
-50В



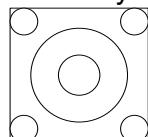
корпус



Сигнал перекл.
кода



Контроль
зап. импульса



Контроль
вых. подмод.

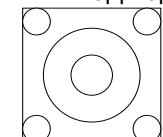


Рисунок 3.9. Блок подмодулятора БПМ-011

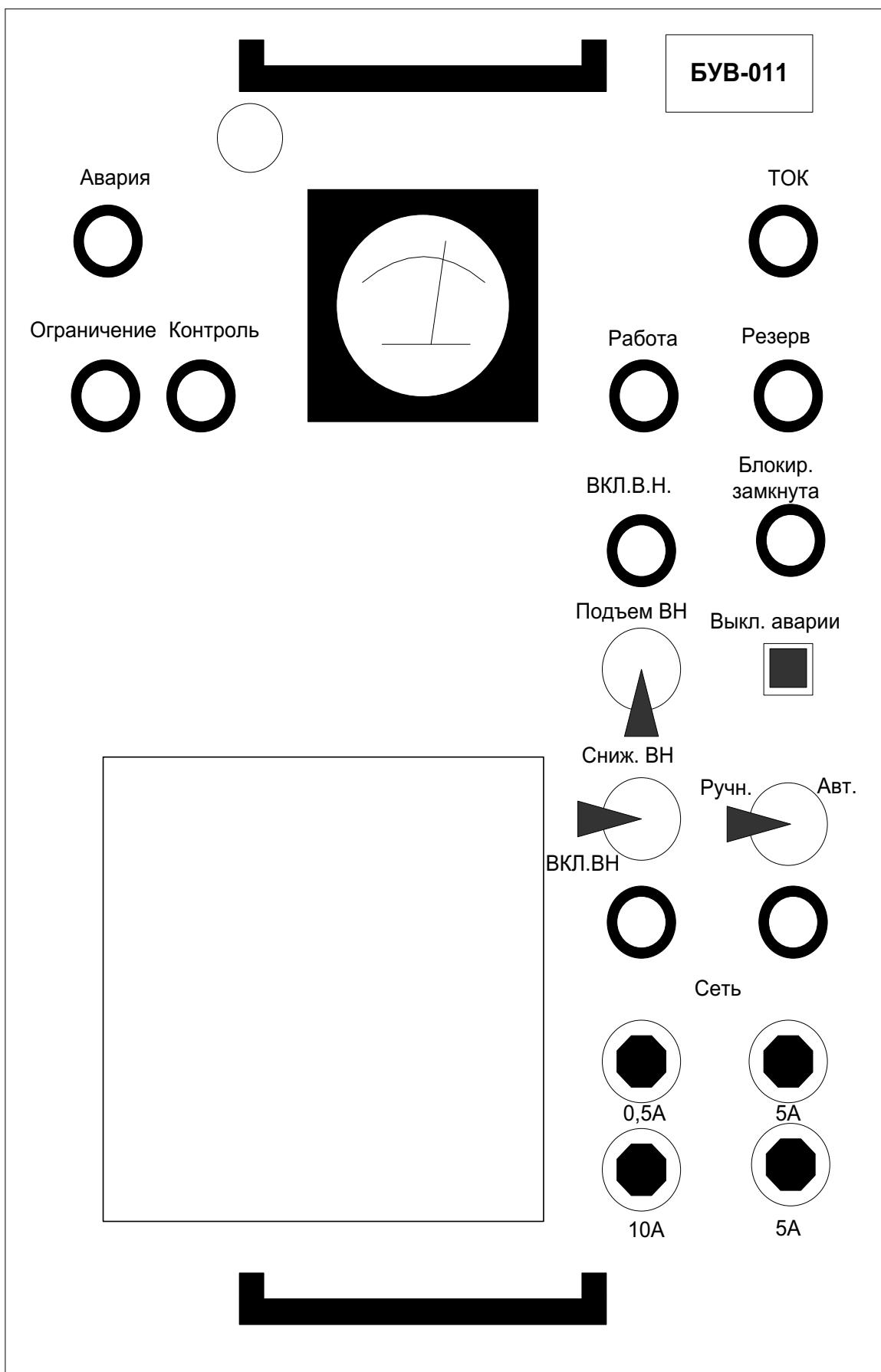


Рисунок 3.10. Блок БУВ-011

3.8. Устройство формирования режимов запроса и кодирования ПВК

Устройство формирования режимов запроса и кодирования (УФРК) предназначено для формирования пары видеоимпульсов с различным кодовым интервалом в зависимости от режима запросного сигнала. Временные интервалы между импульсами и их допустимая погрешность, а также информационное содержание ответных сигналов при соответствующих режимах запросного сигнала приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5

Режим запроса	Кодовый интервал, мкс	Информационное содержание ответных сигналов
N	$9,4 \pm 0,2$	Бортовой номер летательного аппарата
H	$14,0 \pm 0,2$	Высота полета и запас топлива летательного аппарата
V	$23,0 \pm 0,2$	Аргумент и модуль вектора скорости летательного аппарата
K	$19,0 \pm 0,2$	Сигналы координатной отметки

В настоящее время используются только режимы "N", "H". Временная расстановка пары видеоимпульсов относительно запускающего импульса с БОСТ-011 τ_0 при различных режимах запросного сигнала приведена на рисунке 3.11.

К УФРК предъявляются следующие требования:

- строгое соответствие между признаком запросного кода (ПЗК) и кодовым интервалом между импульсами;
- допустимая погрешность формируемого кодового интервала между импульсами не должна превышать 0,2 мкс (в соответствии с требованиями ИКАО).

Серийно выпускаемые промышленностью аналоговые линии задержки типа ЛЗТ имеют срок службы 5000 часов и нестабильность не превышающую $\pm 3\%$ от величины времени задержки, что для формируемых кодов превышает заданные требования. Применение более стабильных линий задержки ЛЗЕ (нестабильность $\pm 1\%$) нецелесообразно ввиду того, что они имеют значительно меньший по сравнению с линиями ЛЗТ срок службы – 1000 часов. Поэтому в

УФРК используется цифровая линия задержки. При этом заданные точности кодовых интервалов обеспечиваются использованием в цифровой линии задержки тактовых (счётных) импульсов с высокой стабильностью частоты повторения. Это достигается за счёт использования в генераторе тактовых импульсов стабильного по частоте опорного генератора. УФРК может работать в двух режимах управления: местном и дистанционном. Переключение осуществляется с помощью тумблера В2 на плате управления ПВК. Местное управление осуществляется с платы управления режимами запроса ПВК путем установки тумблеров управления в заданное положение. При этом с помощью тумблера В1 включается код запроса "N", с помощью В3 – код запроса "H", с помощью В5 – код запроса "V", с помощью В6 – код запроса "K", с помощью тумблера В4 осуществляется управление режимами запроса (без ПЗК или с ПЗК). Если при местном управлении режимами запроса будут включены тумблеры В1, В3, В4, то УФРК формирует в этом случае в смежных периодах повторения коды запроса "N", "H" по сигналам признака запросного кода, поступающего от блока очистки, синхронизации и трансляции .

При дистанционном управлении независимо от положения тумблеров В1, В3...В6 включение соответствующего кода запроса определяется наличием сигналов $N_{вн}$, $H_{вн}$, $V_{вн}$, $K_{вн}$, поступающих с внешнего наборного устройства (например, ВИСП). Так как сигналы внешнего управления в РСП-6М2 не используются, то в дальнейшем режим дистанционного управления УФРК рассматриваться не будет.

В состав УФРК входят следующие платы: управления (ПУ), счетчика (ПС), дешифратора режимов (ПДР), дешифратора импульсов (ПДИ), формирователя кодов (ПФК), стабилизатора напряжения +5 В (СН-616).

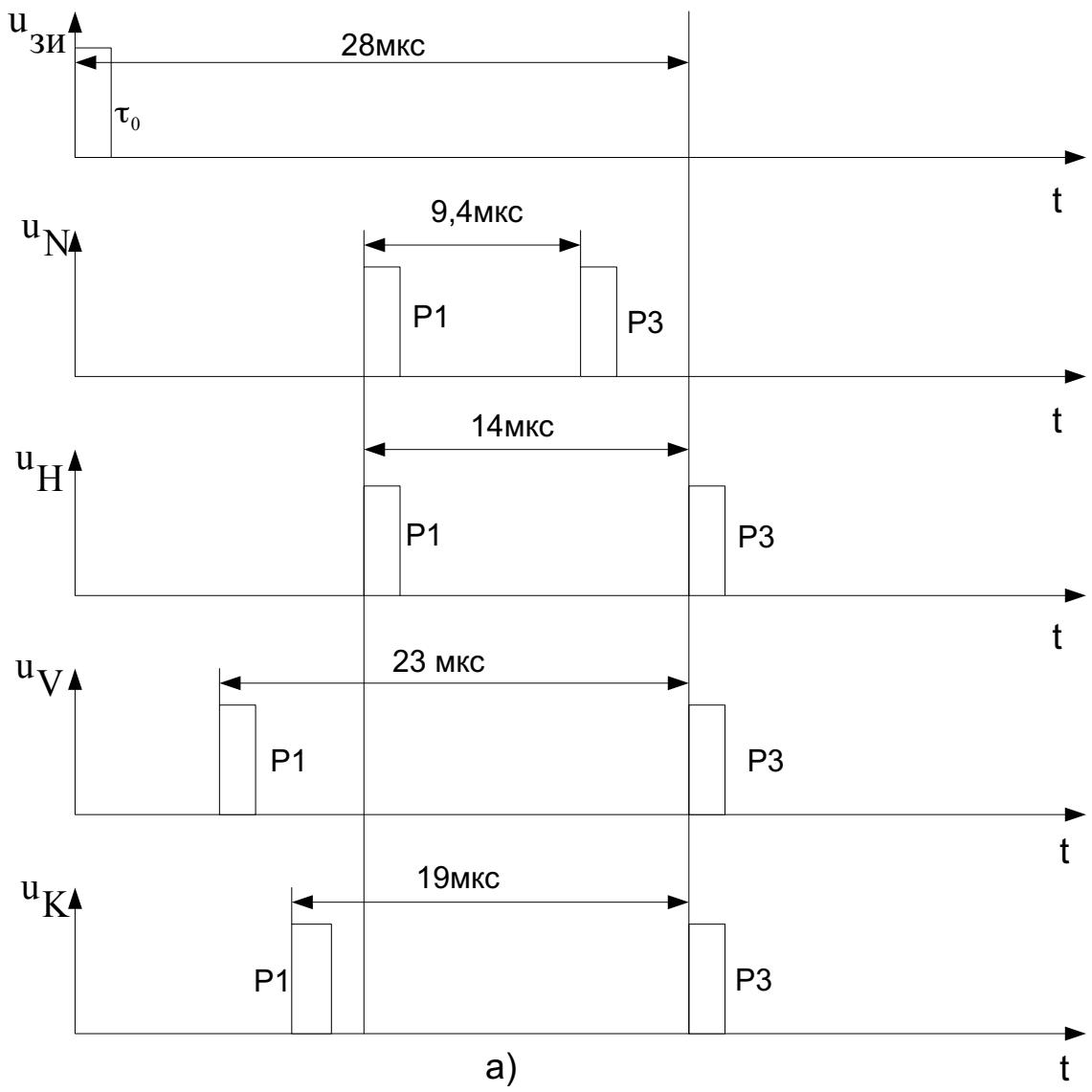
Рассмотрим принцип построения УФРК при местном управлении и наличии признака запросного кода, поступающего с блока БОСТ-011 (рисунок 3.11).

УФРК построено по принципу преобразования параллельно набранной комбинации режимов запросного кода в интервально–временной код (пара им-

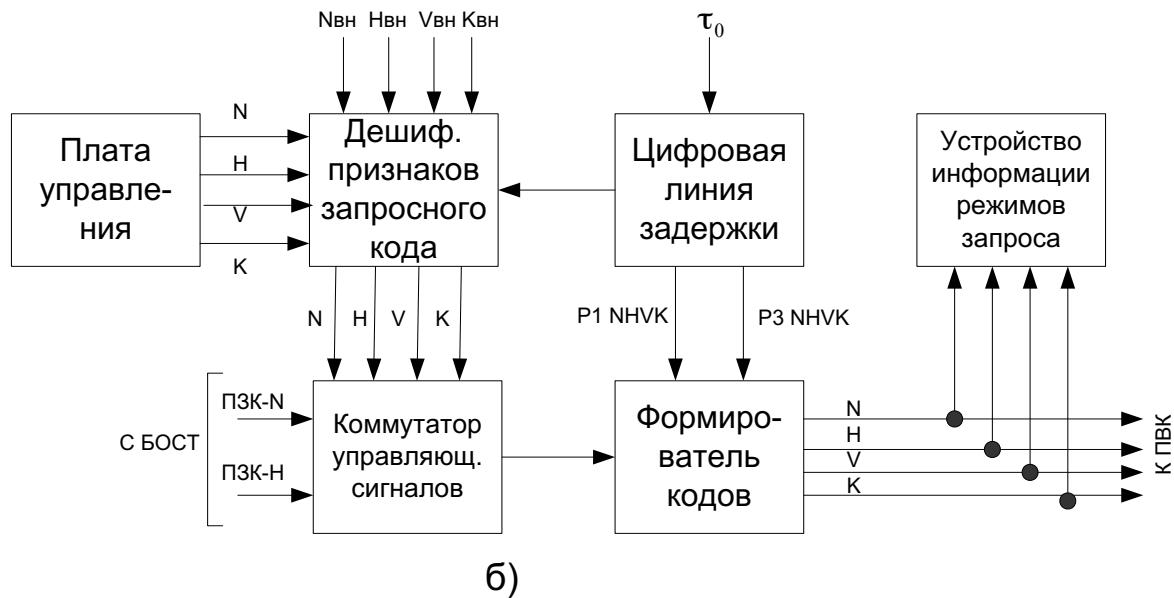
пульсов с заданным кодовым интервалом), соответствующий признаку запросного сигнала. Будем в дальнейшем полагать, что на плате управления включены действующие в настоящее время коды запроса "N", "H". При подаче питающего напряжения происходит принудительная установка дешифратора признаков запросного кода в состояние, соответствующее признаку "N". При поступлении импульса запуска τ_0 цифровая линия задержки формирует импульсы P1, P3 для всех признаков запросного кода. Если действующий на вход коммутатора управляющих сигналов признак запросного кода совпадает с состоянием дешифратора признаков запросного кода, то с выхода последнего выдается сигнал разрешения на формирователь кодов. Формирователь кодов в рассматриваемом случае обеспечивает создание пары импульсов P1 и P3 с кодовым интервалом, соответствующим режиму запроса "N".

В случае, если признак запросного кода и состояние дешифратора не совпадают на момент поступления импульса запуска с БОСТ-011, то код запроса не формируется. В очередном периоде повторения формирование кода запроса будет происходить в соответствии с действующим признаком запросного кода "H", затем "N" и т.д.

Устройство информации режимов запроса обеспечивает световую индикацию (светодиоды) действующих режимов запроса ПВК.



a)



б)

Рисунок 3.11. Принцип построения УФРК

Входные сигналы УФРК имеют следующие параметры:

- запускающий импульс положительную полярность, длительность от 0,5 до 1,0 мкс, амплитуду от 2,4 до 4,0 В на нагрузку $R_H = 75$ Ом, частоту повторения 500 Гц;
- сигнал переключения запросного кода ПЗК – напряжение в форме меандра положительной полярности с амплитудой от 2,4 до 4,0 В на нагрузке $R_H = 75$ Ом.

Выходные сигналы УФРК имеют следующие параметры:

- положительные импульсы длительностью 1,0 мкс, амплитуду от 2,4 до 4,0 В на нагрузке $R_H = 75$ Ом;
- сигналы световой индикации режимов запроса – пульсирующее напряжение положительной полярности от 2,4 до 4,0 В на $R_H = 75$ Ом.

Структурная схема УФРК приведена на рисунке 3.12. Импульсы запуска τ_0 с БОСТ-011 поступают на формирователь рабочего строба У11 и на пусковое устройство У1, которое на время 1775 мкс разрешает прохождение импульсов тактового генератора У6 на делитель частоты У3. Частота тактового генератора выбрана равной 15 МГц, относительную нестабильность периода повторения тактового генератора не хуже $3 \cdot 10^{-5}$.

После деления импульсов тактового генератора делителем У3, импульсы с периодом повторения, равным 1 мкс, поступают на счетчик интервалов времени У4, который совместно с дешифраторами импульсов У5 и У10 представляет собой цифровую линию задержки (ЦЛЗ). ЦЛЗ формирует импульсы τ_5 , τ_9 , τ_{14} , $\tau_{23,4}$, τ_{28} , τ_{33} , τ_{1775} . Число после τ обозначает задержку импульса в мкс относительно импульса τ_0 .

Формирователь кодов запроса У13 формирует из импульсов τ_5 , τ_9 , τ_{14} , $\tau_{23,4}$, τ_{28} коды запроса с требуемыми кодовыми интервалами. Так, например, код запроса бортового интервала "№" формируется из импульсов τ_{14} , $\tau_{23,4}$.

Формирователь рабочего строба У11 совместно с распределителем тиков У9 формирует строб, разрешающий формирование и прохождение кода запроса

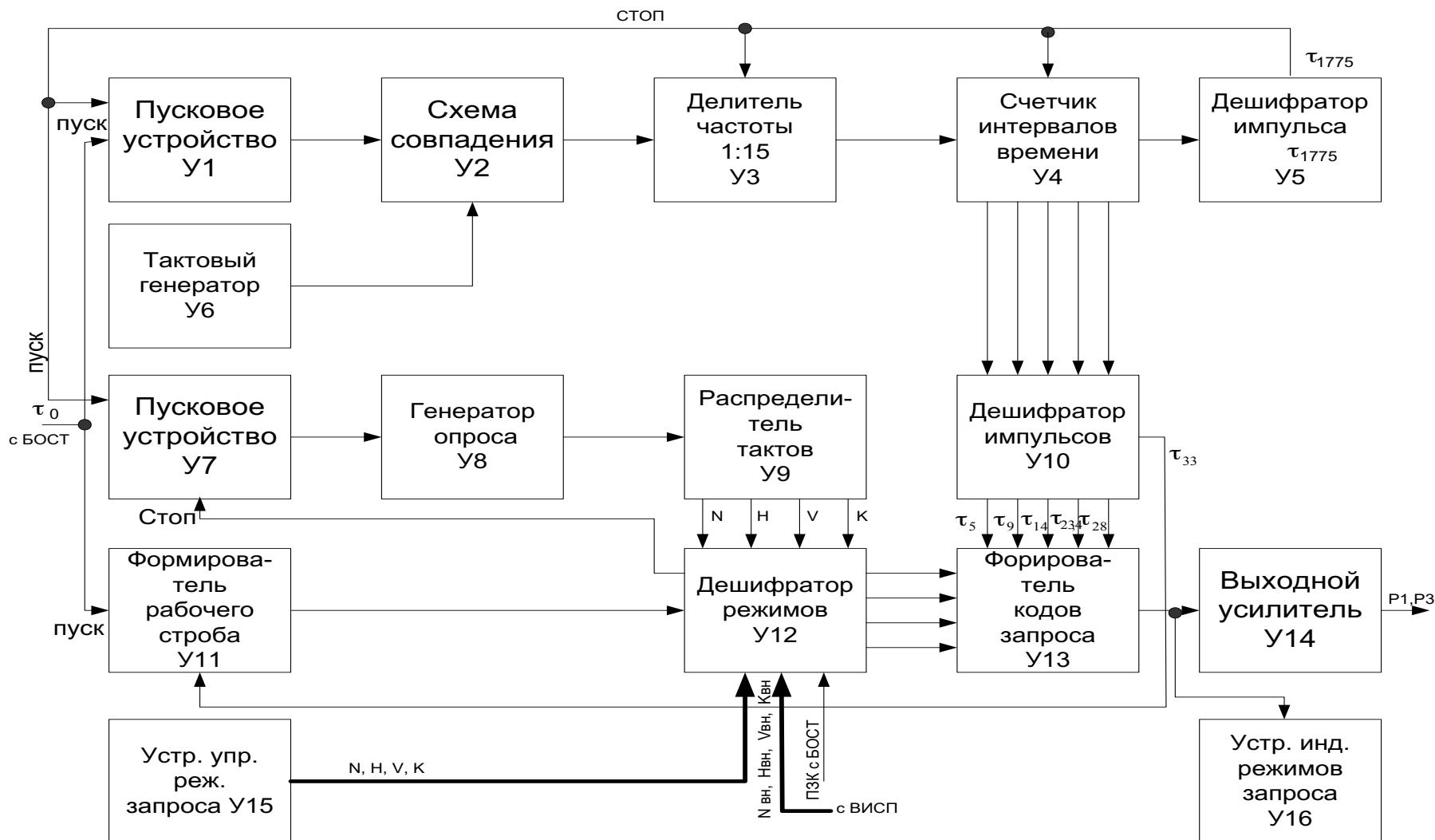


Рисунок 3.12. Структурная схема УФРК

через У12. Фронт строба соответствует времени поступления импульса запуска τ_0 , а срез – времени формирования импульса τ_{33} .

Код запроса с У12 поступает через выходной усилитель на плату формирователя импульсов ПВК.

Устройство управления У15 предназначено для выбора режимов запроса при местном управлении. При дистанционном управлении комбинации сигналов управления N_{BH} , H_{BH} , V_{BH} , K_{BH} набираются и поступают на УФРК с внешнего наборного устройства. Импульсом τ_{33} формирователь рабочего строба У11 устанавливается в исходное состояние. Рассмотрим порядок выбора заданного режима запроса. Импульс τ_{1775} , сформированный ЦЛЗ, поступает с У5 на пусковое устройство У7, которое на время поиска заданного режима запроса разрешает работу генератора опроса У8. Генератор опроса выдает серию импульсов на распределитель тактов У9 с частотой следования значительно большей частоты следования импульсов запуска τ_0 . Распределитель тактов У9 имеет четыре выхода (N , H , V , K) в соответствии с числом режимов запроса. При подаче питающих напряжений распределитель тактов принудительно устанавливается в состояние, соответствующее признаку "N". С момента подачи импульса τ_{1775} распределитель выдает на дешифратор режимов У12 импульсы опроса, чем обеспечивает последовательное считывание режимов запросных кодов, задаваемых внутренним или внешним наборным устройством. В момент обнаружения соответствия между действующим признаком запросного кода и состоянием распределителя тактов У9 дешифратор режимов У12 формирует импульс остановки работы генератора опроса и распределителя тактов, запускается формирователь кодов опроса У13. С приходом очередного импульса запуска τ_0 начинается очередное формирование рабочего строба и кода запроса для режима "H" и т.д.

Устройство У16 осуществляет световую индикацию режимов запроса для местной индикации и формирует сигналы для дистанционной индикации режимов, транслируемые через выходные усилители.

УФРК выполнено на шести платах, которые имеют следующее функциональное назначение:

- 1) плата ПУ – управление режимами запроса ("Местн", "Дист", с ПЗК, без ПЗК), местное включение режимов запроса, световая индикация режимов запроса;
- 2) плата ПС – тактовый генератор импульсов, пусковое устройство, делитель частоты следования импульсов тактового генератора на 15, счетчик импульсов с $T_p=1$ мкс для формирования двоичного временного кода;
- 3) плата ПДР – пусковое устройство, генератор опроса, распределитель тактов, дешифратор режимов;
- 4) плата ПДИ – дешифратор двоичного временного кода для формирования импульсов с требуемой временной расстановкой относительно импульса τ_0 ;
- 5) плата ПФК – формирование кодов запроса, формирование сигналов включения световой индикации режимов запроса;
- 6) плата СН-616 – формирование из напряжения +27 В стабильного напряжения +5 В.

3.9. Принципиальная схема ПВК

Плата управления УФРК

Плата управления (ПУ) обеспечивает управление режимами запроса, местное включение режимов запроса и световую индикацию режимов запроса.

Принципиальная схема платы ПУ приведена в альбоме схем. На плате ПУ установлены элементы управления режимами работы УФРК (тумблеры В1...В6) и элементы световой индикации режимов запроса (VD1...VD4). При местном управлении режимы запроса включаются тумблерами В1, В3, В5 и В6, при этом тумблер В2 должен быть в положении "Местн". При дистанционном управлении УФРК тумблер В2 должен быть установлен в положение "Дист". В качестве элементов индикации используются светодиоды типа ЗЛ102Б.

Плата счетчика УФРК

Принципиальная схема платы счетчика (ПС) приведена в альбоме схем. Плата ПС содержит в своем составе счетчик интервалов времени, генератор тактовых импульсов, пусковое устройство, делитель частоты и дешифратор импульсов τ_{1775} . Одиннадцатиразрядный счетчик интервалов времени выполнен на триггерах У9...У19 с связывающими вентилями У1-1, У1-2,..., У6-1, У6-2 на выходах Q è \bar{Q} каждого разряда счетчика.

Тактовые импульсы на счетчик поступают с кварцеванного генератора, работающего на частоте 15 МГц и выполненного на элементах У27-1, У27-2, У27-3. Предварительное деление частоты генератора на 15 осуществляется делителем частоты, собранным на элементах У29–У33. Схема счетчика параллельного действия с последовательным переносом позволяет снимать двоичные коды со всех разрядов одновременно, без задержки. Цикличность работы счетчика определяется импульсами запуска τ_0 и τ_{1775} , которые устанавливают старт-стропный RS-триггер (пусковое устройство), выполненный на элементах У28 (У28-1...У28-4), в единичное и нулевое состояние соответственно. Импульс τ_{1775} формируется дешифратором на элементах У7-1, У6-3, У6-4, У8, У7-2, У20 (У20-1, У20-2).

В плате ПС использованы ИС 130 и 133 серий: 130ЛА3, 130ТВ1, 133ЛА1-133ЛА4, 133ЛА6, 133ТВ1.

Плата дешифраторов импульсов УФРК

Принципиальная схема платы ПДИ приведена в альбоме схем. Плата ПДИ предназначена для формирования импульсов с требуемой временной расположкой относительно импульса τ_0 .

Формирование импульсов осуществляется по схеме двухступенчатого дешифратора: для τ_5 – элементы У4, У5-1, У3-3; У3-4, У5-2; для τ_9 – У6, У7-1, У8-1, У8-2, У7-2; для τ_{14} – У9, У10-1; У8-3, У8-4, У10-2; для τ_{28} – У11, У12-1, У13-1, У13-2, У12-2; для τ_{33} – У14, У15-1, У13-3, У13-4; У15-2; для τ_{1755} – У16, У17-1, У18-1, У18-2, У17-2; для τ_{23} – У19, У20-1, У21-1, У-21-2, У22-1. Линия задержки Л31 импульсов τ_{23} – и элементы У21-3, У21-4, У20-2 обеспечивают дополнительную задержку импульсов τ_{23} на 0,4 мкс.

Длительность сформированных импульсов определяется длительностью импульса, снимаемого с выходов младшего разряда, и равна 1 мкс.

В плате ПДИ использованы ИС 133 серий: 133ЛА1-133ЛА3, 133ЛА8.

Плата формирования кодов УФРК

Принципиальная схема платы ПФК приведена в альбоме схем. Плата ПФК предназначена для формирования кодов запроса и сигналов включения световой индикации режимов запроса.

Рассмотрим работу платы ПФК на примере формирования кода N и соответствующего ему сигнала световой индикации. Код N формируется из импульсов τ_{14} и $\tau_{23,4}$, стробируемых сигналом "Имп N". Импульсы τ_{14} и $\tau_{23,4}$ поступают на вход элемента У2-1, а с него на вход схемы совпадения У2-2, на второй вход которой поступает сигнал "Имп N" с длительностью, равной рабочему стробу. С выхода элемента У2-2 импульсы через элементы У5-1 поступают на вход выходного усилителя У11. В качестве выходного усилителя для согласования выходных сигналов с нагрузкой (кабель с волновым сопротивлением 75 Ом) применен магистральный усилитель, выполненный на ИС 109ЛИ1.

Импульсы τ_{14} и $\tau_{23,4}$ поступают также на элементы У1-1 и У1-2 соответственно. Импульсом с выхода элемента У1-3, который формируется при совпадении на входе импульса τ_{14} и первого импульса кода №, поступающего с элемента У5-2, устанавливает в единичное состояние триггер на элементах У4-2,

У4-3. В исходное состояние этот триггер возвращается импульсом с выхода элемента У4-1, который формируется при совпадении на входе импульса $\tau_{23,4}$ и второго импульса кода N. Из импульса триггера схема на элементах У4-4, У8-1 формирует сигнал, который через инвертор У8-2, схему совпадения У6-1 (на второй вход которой поступает сигнал разрешения "Имп N"), инвертор У6-2 устанавливает триггер У15-2 в единичное состояние. С прямого выхода триггера У15-2 положительный потенциал поступает на элемент индикации У16-2, в выходную цепь которого через резистор R6 включен светодиод VД1, установленный в плате управления.

В нулевое состояние триггер У15-2 устанавливается импульсом, формируемым генератором на элементах У9-1, У9-2, У9-3, У9-4 и схемой формирования короткого импульса на элементах У10-1, У10-2. На выход сигнал индикации также поступает с инверсного выхода триггера У15-2 через инвертор У14-4 и выходной усилитель У20.

Аналогичным образом работает плата ПФК при формировании кодов запроса в режимах "Н", "В", "К".

В плате ПФК использованы ИС 109 и 133 серий: 109ЛИ1, 133ЛП1, 133ЛА3, 133 ЛА4, 133ЛА7, 133ТМ2.

Плата дешифратора режимов УФРК

В состав платы дешифратора режимов (ПДР) входит пусковое устройство, генератор опроса, распределитель тактов, дешифратор режимов, а также формирователь рабочего строба. Плата ПДР дешифрирует режимы запроса и формирует импульсы включения кодов запроса "N", "H", "V", "K".

Принципиальная схема платы ПДР приведена в альбоме схем. Импульс τ_{1775} устанавливает R-S-триггер с инверсными входами, выполненный на элементах У1-2, У1-3 в единичное состояние. Уровень логической единицы с выхода У1-2 разрешает работу генератора опроса, выполненного по схеме мультивибратора на элементах У4-1, У4-2, У4-3, У4-4. Мультивибратор работает в режиме самовозбуждения с частотой повторения, равной 166 кГц. Импульсы мультивибратора поступают на формирователь на элементах У3-1, У3-2, который формирует по их срезу сигналы, поступающие через инвертор У3-3 на счетные входы кольцевого сдвигающего регистра, используемого в качестве распределителя тактов. Распределитель тактов выполнен на R-S-D-триггерах У6, У8 и элементах У11-1, У10-4, выполняющих роль цепи обратной связи. R-S-D-триггер имеет информационный вход D, динамический вход C и несинхронные S и R входы. Если на вход D поступает сигнал логической единицы, то после прихода на вход C очередного импульса генератора опроса, триггер устанавливается в единичное состояние. Если из R-S-D-триггеров составить замкнутую цепь, в которой выход каждого из них соединен с входом D последующего, а все входы C подключены к общей шине, то каждый раз с приходом очередного импульса генератора опроса, информация, хранящаяся в предыдущем триггере, будет переходить в следующий. Дойдя до конца регистра, логическая единица возвращается на вход D первого триггера и счет повторяется.

Импульс установки регистра в исходное состояние формируется схемой на элементах У5-1, У5-2, У5-3 и подается на R-входы триггеров У6-2, У8-1, У8-2 через элементы У5-4, У3-4, а на S-вход триггера У6-1 через схему равнозначности, выполненную на элементах У9-1, У9-2, У9-3, У9-4 и У10-1. Схема подавления ложного состояния 1111 выполнена на элементах У11-1, У10-4, а для подавления ложного состояния – 0000 используются элементы У10-2, У10-3, У12, У13-1, У13-2, У13-3. Если все триггеры находятся в запрещенном состоянии, то схема на элементе У7 с поступлением на плату ПДР импульса запуска τ_0 формирует сигнал, который через элементы У5-4, У3-4 переводит распределитель тактов в исходное состояние 1000.

Такты опроса "N", "H", "V", "K" поступают на коммутаторы: на элементы Y14, Y16-1 поступает такт "N", на элементы Y19, Y16-2 – такт "H", на элемент Y21 – такт "V", на элемент Y22 – такт "K". На остальные входы коммутаторов поступают сигналы управления режимами запроса с платы ПУ при местном управлении и извне – при дистанционном управлении. Если обнаружено соответствие заданного режима запроса, то соответствующий ему формирователь на элементах Y23-3, Y23-4 или Y24-3, Y24-4 или Y25-3, Y25-4 или Y26-3, Y26-4 из уровней логических единиц, поступающих с инверторов Y17-3, Y20-3, Y17-4, Y20-4, формирует импульс совпадающий по времени с фронтом перепада уровня логической единицы. Через схемы Y27-1, Y1-1 этот импульс устанавливает пусковое устройство (R-S- триггер на элементах Y1-2, Y1-3) в нулевое состояние, тем самым с генератора опроса снимается потенциал, разрешающий его работу. Далее распределитель тактов не переключается и остается в состоянии такта опроса, соответствующего выявленному режиму запроса. Уровень логической единицы, снимаемый с одного из инверторов Y17-3, Y20-3, Y17-4, Y20-4, в соответствии с выбранным тактом опроса, стробируется по длительности рабочим стробом. Формирование рабочего строба осуществляется триггером, выполненным на элементах Y2-2, Y2-3, Y2-4. Стробирование осуществляется схемами совпадения Y23-1, Y24-1, Y25-1, Y26-1, с выхода которых сигналы через инверторы Y23-2, Y24-2, Y25-2, Y26-2 выдаются в виде импульсных сигналов режимов N, H, V, K на выход платы. Триггер рабочего строба устанавливается в единичное состояние импульсом запуска τ_0 и возвращается в исходное состояние импульсом τ_{33} .

В плате использованы ИС 133-й серии: 133ЛА1...133ЛА4, 133ЛР1, 133ЛР4, 133ТМ2.

Стабилизатор напряжения УФРК

Для питания УФРК стабилизированным постоянным напряжением +5 В используется стабилизатор СН-616. Первичное напряжение +27 В на стабилизатор поступает с выпрямителя ПВ-13.

Функциональная схема стабилизатора напряжения СН-616 приведена на рисунке 3.13.

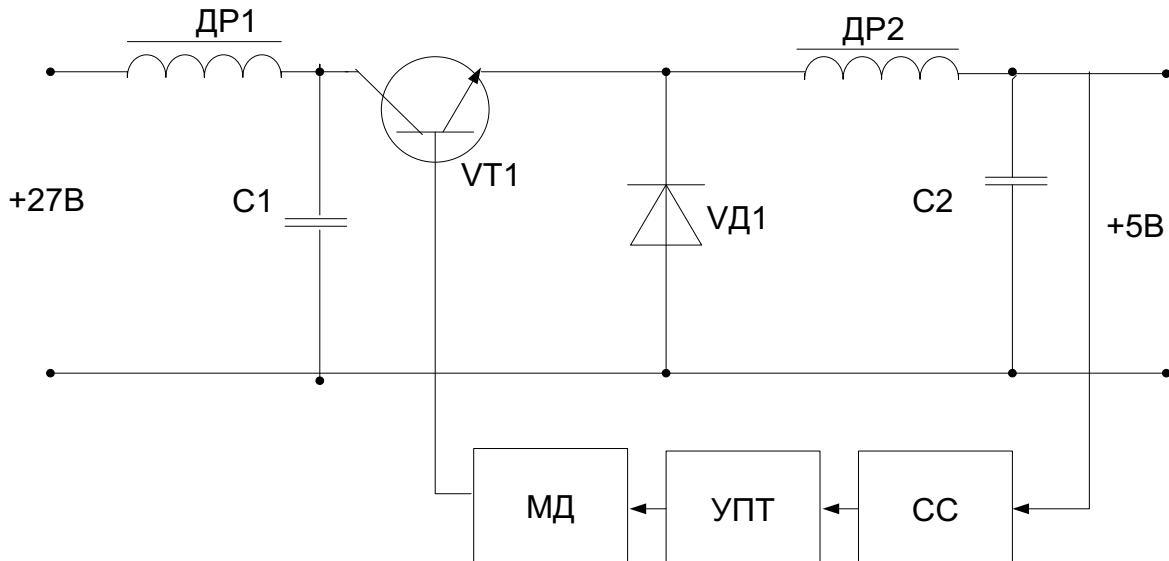


Рисунок 3.13. Функциональная схема стабилизатора напряжения СН-616

В состав функциональной схемы входят предварительный фильтр ДР1, С1, регулирующий элемент VT1, входной фильтр ДР2, С2, схема сравнения (СС), усилитель постоянного тока (УПТ) и модулятор длительности (МД. Стабилизатор представляет собой систему автоматического регулирования с регулирующим элементом, работающим в ключевом режиме.

Стабилизация выходного напряжения при изменении напряжения +27 В осуществляется за счет изменения длительности открытого и закрытого состояния регулирующего элемента VT1.

Длительность пребывания VT1 во включенном состоянии может регулироваться. Обозначим время пребывания транзистора VT1 во включенном состоянии через t_1 , а в выключенном состоянии – через t_2 . Тогда среднее значение выходного постоянного напряжения U_{cp} определяется соотношением

$$U_{cp} = U_{BX} \frac{t_1}{t_1 + t_2}, \quad (3.1)$$

где U_{BX} – входное напряжение.

Для удобства дальнейших рассуждений выражение (3.1) преобразуем к виду

$$U_{cp} = U_{BX} \frac{1}{1 + t_2/t_1}, \quad (3.2)$$

Из выражения (3.2) видно, что изменением времени t_1 можно компенсировать изменение входного напряжения U_{BX} таким образом, чтобы среднее значение выходного напряжения оставалось бы постоянным. Для стабилизации выходного напряжения необходима автоматическая регулировка длительности времени t_1 в зависимости от изменения входного напряжения +27 В.

Управление транзистором VT1 осуществляется с помощью модулятора длительности, преобразующего сигналы, поступающие с выхода УПТ в последовательность импульсов тока переменной скважности. УПТ производит усиление сигнала рассогласования, вырабатываемого путем сравнения выходного напряжения с опорным, сформированным в схеме сравнения. Предварительный фильтр Др1, С1 сглаживает пульсации входного напряжения, поступающего на выход через VT1. Диод VD1 предназначен для разряда реактивной энергии дросселя Др2 через сопротивление нагрузки во время закрытого состояния VT1.

Плата формирователя импульсов ПВК

Плата ФИ предназначена для формирования поступающих с УФРК импульсов по амплитуде. Принципиальная электрическая схема платы приведена в альбоме схем.

На вход платы ФИ поступают с УФРК видеоимпульсы установленного кода с амплитудой не менее 2,4 В и длительностью 1,0 мкс. Пройдя через эмиттерный повторитель на транзисторе VT9, видеоимпульсы с его нагрузки R18 подаются далее на предварительный импульсный резистивный усилитель на транзисторе VT7. Этот усилитель охвачен глубокой отрицательной обратной

связью по переменной составляющей тока эмиттера, что позволяет устраниТЬ искажения вершины импульса. С3 – ускоряющий конденсатор, который уменьшает длительность фронта импульсов на выходе усилителя. Диод VD3 обеспечивает восстановление постоянной составляющей усиливаемых импульсов на выходе усилителя, то есть каждый выходной импульс начинается с нулевого уровня напряжения. Резистор R14 является нагрузкой усилителя. Дальнейшее прохождение усиленных видеоимпульсов разделяется на два канала: прямой и задержанный. Каждый из каналов собран по идентичной схеме, в состав которой входят входной эмиттерный повторитель, резисторный усилитель и выходной эмиттерный повторитель. В задержанном канале имеется также линия задержки Л31 на 0,5 мкс. С выходов платы ФИ задержанные импульсы с амплитудой 20 В поступают на "Выход 1 мкс", а не задержанные импульсы с той же самой амплитудой – на "Выход 2 мкс".

Возбудитель ПВК

Возбудитель предназначен для генерирования СВЧ колебаний стабильной частоты.

Основные технические параметры возбудителя:

- несущая частота 837,5 МГц;
- нестабильность несущей частоты $\pm 0,01\%$;
- выходная импульсная мощность не менее 1,3 Вт.

Принципиальная схема возбудителя представлена в альбоме схем.

В состав схемы возбудителя входят:

- задающий кварцевый генератор на транзисторе VT1;
- двухкаскадный усилитель мощности на транзисторах VT3, VT5;
- удвоитель частоты на транзисторах VT6, VT7;
- трехкаскадный усилитель мощности на транзисторах VT9, VT2, VT4;
- варакторный утроитель частоты на диодах VD1 и VD2;
- стабилизатор напряжения + 12,6 В на транзисторе VT8.

Кварцевый автогенератор собран на транзисторе VT1 по емкостной трехточечной схеме с кварцевым резонатором в цепи положительной обратной связи. Транзистор VT1 включен по схеме с общей базой, конденсатор C1, замыкает базу VT1 на корпус по высокой частоте. Нагрузкой автогенератора является резонансный контур L1, C3, C4, включенный в цепь коллектора VT1. С помощью емкостного делителя C3, C4 подбирается требуемый коэффициент обратной связи. Режим транзистора VT1 по постоянному току задается с помощью резисторов R1, R2, R4, R5. Цепочка R4, C6, C7, C11 служит для развязки автогенератора по цепи питания. Индуктивность L2 компенсирует статическую емкость кварцевого резонатора ПЭ1 и позволяет произвести начальную установку частоты автогенератора при настройке. Сигнал с выхода автогенератора снимается с коллектора транзистора VT1 через емкость C10 и усиливается двухкаскадным усилителем мощности на VT3 и VT4. Первый усилитель мощности на транзисторе VT3 собран по схеме с общим эмиттером. Коллекторной нагрузкой усилителя является одиночный колебательный контур L5, C15, C16, зашунтированный резистором R28 с целью расширения полосы пропускания. Режим работы каскада по постоянному току обеспечивает замыкание эмиттера VT3 на корпус по высокой частоте. Конденсатор C17-фильтр по цепи питания. С емкостного делителя C15, C16 сигнал с выхода первого усилителя поступает на вход второго усилителя. Второй усилитель мощности на VT5 собран по схеме с общим эмиттером на транзисторе типа 2Т606 с нагрузкой в виде двухконтурного полосового фильтра на элементах L8, L9, C25, C28, C29, C30, C31. Частичное включение контуров полосового фильтра через емкостные делители C25, C28, C30, C31 позволяет согласовать выходное сопротивление усилителя с входным сопротивлением удвоителя частоты. Режим усилителя по постоянному току задается резисторами R11, R12, R13, R14. Цепочка R13, C21, Др3 используется для развязки каскада по цепи питания.

Каскад на транзисторе VT6 работает в режиме удвоителя частоты, собран по схеме с общим эмиттером. Полосовой фильтр на элементах L10, L11, C33, C34, C36 настроен на вторую гармонику входного сигнала. Смещение рабочей

точки достигается за счет падения напряжения на параллельно включенных резисторах R16, R17 в эмиттерной цепи транзистора. Емкость C35 применена для развязки удвоителя по цепи питания.

Каскад на транзисторе VT7 работает в режиме удвоения частоты входного сигнала. Выходной полосовой фильтр построен на элементах L12, L13, C48, C49, C50. Смещение рабочей точки транзистора осуществляется за счет падения напряжения на резисторе R18 в эмиттерной цепи. Через цепочку Др6, С38 на коллектор транзистора подаются прямоугольные импульсы амплитудой 24 В положительной полярности с длительностью $\tau=2$ мкс. С выхода удвоителя ВЧ сигнал поступает на трехкаскадный усилитель мощности на транзисторах VT9, VT2, VT4. Все каскады усилителя мощности собраны на схеме с общим эмиттером и коллекторными нагрузками в виде последовательного колебательного контура. Транзисторы VT2 и VT9 типа 2T904A, транзистор VT4 – типа 2T907A. Режим работы транзисторов VT2, VT9 задается резисторами R3, R26, R27, R29, R23, R30. Смещение рабочей точки транзистора T4 обеспечивается за счет падения напряжения на резисторе R10. С выхода усилителя мощности на транзисторе VT4 ВЧ сигналы с мощностью $P=5\dots6$ Вт подаются на варакторный утроитель частоты, который собран по последовательной схеме на диодах VD1 и VD2. Нагрузкой утроителя является трехзвеный фильтр Э1, Э2, Э3. Шунтирование высших гармоник сигнала на входе умножителя осуществляется емкостью C27. Смещение рабочей точки диодов автоматическое, за счет падения напряжения на резисторе R15. С выхода умножителя сигнал подается на разъем Ш2 и далее на циркулятор Ц1, обеспечивающий развязку высокочастотных цепей и направленную передачу ВЧ мощности. Для питания каскадов на транзисторах VT1 и VT3 в возбудителе используется собственный стабилизатор напряжения +12,6 В, собранный на стабилитонах VD3, VD4 и транзисторе VT8.

Высокочастотные контуры каскадов усиления по мощности ПВК

Принципиальные схемы ВЧ контуров I и II каскадов усиления, а также каскада усиления III, представлены в альбоме схем.

Контур ТЖ2.062.061 предназначен для работы в первых двух каскадах усилителей ПВК.

Основные технические данные I и II каскадов усиления:

- коэффициент усиления по мощности – 20...40;
- коэффициент стоячей волны входа – 3;
- средняя подводимая мощность – 25 Вт.

Входной контур выполнен в виде полосового фильтра, его возбуждение осуществляется комбинированным индуктивно-емкостным зондом.

В анодном резонаторе коаксиального типа размещен цилиндрический конденсатор переменной емкости для настройки контура.

Отбор мощности из анодного резонатора осуществляется с помощью петли связи. Регулировка связи производится путем изменения погружения петли в резонатор.

Контур ТЖ2.062.066 предназначен для работы в третьем каскаде усиления ПВК.

Основные технические данные:

- коэффициент усиления по мощности – 10...12;
- коэффициент стоячей волны входа – 3;
- выходная мощность – 3...5 кВт;
- допустимое постоянное анодное напряжение – 4,2 кВ.

Входной контур выполнен в виде полосового фильтра. Возбуждение входного контура осуществляется комбинированным индуктивно-емкостным зондом.

В анодно-сеточном резонаторе размещен цилиндрический конденсатор переменной емкости для оперативной настройки контура. Отбор мощности из анодно-сеточного резонатора осуществляется с помощью емкости связи. Регулировка связи производится при настройке по максимуму выходной мощности.

3.10. Конструкция ПВК

Блок ПВК (рисунок 3.14) выполнен на двух типовых рамках, скрепленных передней и задней панелями. На рамках размещены 6 плат УФРК и высокочастотная часть ПВК, в которую входят возбудитель У3, модулятор катодный У4, усилитель импульсный У6, выпрямитель У8 на 1,5 кВ и 4 кВ, стабилизатор ± 27 В (У12). На скобах и планках установлены контуры У1, У7 и У9, циркуляторы коаксиальные – У5, и У11, направленный ответвитель У13, нагрузки У2 и У10, плата формирования импульсов и плата ПВ-13 (У20), электровентилятор.

На передней панели блока установлены: измерительный прибор, тумблер В2 СЕТЬ–ВЫКЛ, лампочки сигнализации +27 В и ВКЛ ВН, галетный переключатель для измерения: +1,5 кВ, +4 кВ, МОЩН, контрольные гнезда. Внизу панели установлены 5 предохранителей.

С обратной стороны на торце рамы установлены разъемы Ш7, Ш8 типа РП14-30 и разъемы Ш9, Ш10 и Ш17.

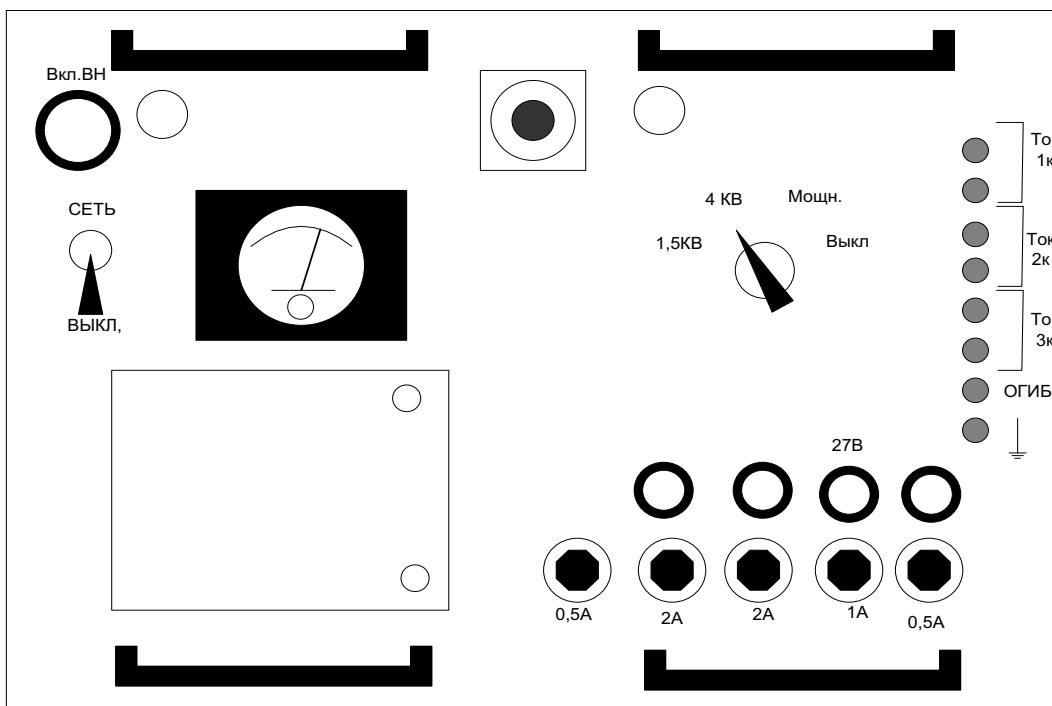


Рисунок 3.14. Блок ПВК

Контрольные вопросы к главе 3.

1. Назовите основные технические данные ПРД первичного и вторичного каналов?

2. Почему в ПРД первичного канала используется модулятор с частичным разрядом ёмкости?
3. Нарисуйте обобщённые схемы построения ПРД первичного и вторичного каналов. Каковы их достоинства и недостатки?
4. Назовите назначение дифференцирующей цепи в подмодуляторе?
5. Назовите режимы запроса в ПРД вторичного канала.
6. Как в ПРД вторичного канала обеспечиваются высокая прямоугольность импульсов, постоянство кодового интервала, стабильность несущей частоты?
7. Покажите цепи заряда и разряда накопительной ёмкости в СП-01.
8. Как работает высоковольтный выпрямитель в СП-01?
9. Как изменяется напряжение накала в магнетроне ПРД?
10. Назовите назначение БУВ-011.
11. Поясните принцип действия передатчиков первичного и вторичного каналов.
12. С какой целью в ПВК используется катодная и сеточная модуляция?
13. По какой причине блокинг-генератор (Л2) подмодулятора работает в режиме автоколебаний?
14. Каким образом в шифраторе подмодулятора формируется второй импульс запуска?
15. Каким образом обеспечивается постоянство излучаемой мощности передатчика первичного канала при изменении питающих напряжений?
16. Поясните принцип работы подрезающего диода ВД1.
17. Принцип действия высоковольтного выпрямителя.
18. Почему ток заряда конденсатора С1 через миллиамперметр может характеризовать ток через магнетрон?
19. Какие меры защиты от высоких напряжений используются в передатчиках ДРЛ-6М2?

4. Приёмные устройства

4.1. Общие сведения о приёмнике первичного канала ДРЛ-6М2. Принцип работы ПРМ по структурной схеме

Общие сведения о приёмнике первичного канала ДРЛ-6М2

Приемник первичного канала ДРЛ-6М2 предназначен для обработки отраженных от различных объектов (целей) сигналов, принятых основной антенной ДРЛ. Такая обработка сводится к выделению (усилению и фильтрации) полезных сигналов и преобразованию их к виду, необходимому для нормальной работы оконечных устройств – устройств отображения и трансляции.

Кроме того, в приемнике имеется канал автоматической подстройки частоты (АПЧ) магнетронного генератора, основное назначение которого – выработать управляющее напряжение для механизма перестройки и автоподстройки.

В состав ДРЛ-6М2 входят два идентичных по построению приемника первичного канала, обеспечивающих обработку отраженных сигналов в режимах ПАРН, СДЦ, ПАСС, а также блок питания БП-138. При двухканальной работе ДРЛ первый приемник первичного канала работает на частоте f_1 и осуществляет обработку отраженных сигналов в режиме ПАРН. Отраженный сигнал представляет собой два импульса с кодовым интервалом 9,4 мкс (или 14 мкс) в зависимости от действующего в данном периоде повторения признака запросного кода. Второй приемник первичного канала осуществляет когерентную обработку отраженных сигналов на частоте f_2 преимущественно в режиме СДЦ. Имеется возможность при двухканальной работе во втором приемнике использовать режим обработки ПАСС. При аварийной работе ДРЛ-6М2 (одноканальное включение приемопередатчика ППД-1 либо ППД-2) каждый из приемников позволяет осуществлять обработку отраженных сигналов в любом из вышеуказанных режимов работы.

В состав каждого приемника входят следующие блоки:

- 1) блок входного усилителя высокой частоты (БВУ-ВЧ);
- 2) блок приемника (БПр-011);
- 3) блок автоматической подстройки частоты (БПЧ-С).

Блоки БПр-011 и БПЧ-С конструктивно объединены в стойку приемников (СПр-01).

Приемник первичного канала ДРЛ-6М2 имеет следующие основные параметры:

пределная чувствительность

$$P_{ID\hat{i} . jE\hat{i}}^{jE} = -128 \text{ ДБ/Вт};$$

полоса пропускания на уровне 0,707 от максимума АЧХ

$$\Delta f_{\text{ПРМ}} = (1,3 \dots 1,6) \text{ МГц};$$

промежуточная частота

$$f_{\text{ПР.О}} = 29 \text{ МГц}.$$

Принцип работы приемника первичного канала

Структурная схема приемника первичного канала ДРЛ-6М2 приведена на рисунке 4.1.

Приемник может работать в одном из трех режимов: ПАРН, СДЦ и ПАСС. При работе в режиме ПАРН приемник осуществляет обработку отраженных от целей парных радиоимпульсов, которые излучаются передатчиком в каждом периоде повторения. Отраженные сигналы, принятые антенной, через антенный переключатель поступают на БВУ-ВЧ и после усиления в нем на несущей частоте – на преселектор (ПС) со смесителем (СМ) блока БПр. Преселектор обеспечивает подавление помеховых сигналов на частоте “зеркального канала” ($f_c = f_{\tilde{a}} + f_{i\delta . \hat{i}}$ при верхней настройке гетеродина, $f_c = f_{\tilde{a}} - f_{i\delta . \hat{i}}$ при нижней настройке гетеродина). Одновременно на смеситель балансного типа подается напряжение СВЧ от гетеродина, расположенного в блоке БПЧ-С. Достоинства смеситель балансного типа: подавляются собственные шумы гетеродина, использование 2-х диодов повышает надёжность ПРМ.

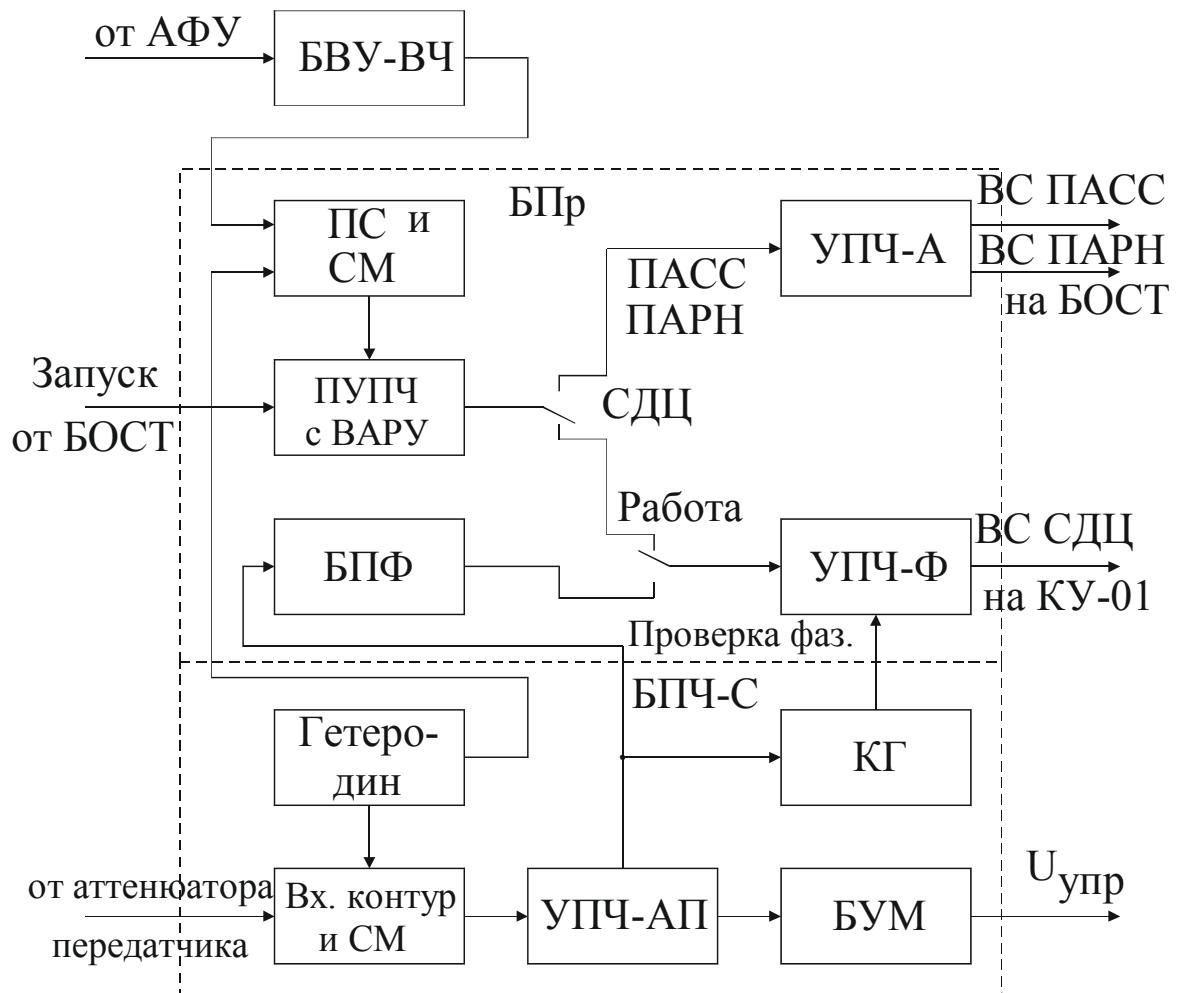


Рисунок 4.1. Структурная схема приемника первичного канала ДРЛ-6М2

После преобразования на промежуточную частоту сигналы с выхода смесителя поступают на предварительный усилитель промежуточной частоты с временной автоматической регулировкой усиления (ПУПЧ с ВАРУ). ВАРУ обеспечивает изменение коэффициента усиления во времени с целью предотвращения перегрузки приемника мощными отраженными сигналами от близко расположенных местных предметов, получения равноконтрастных отметок от целей независимо от дальности. Запуск ВАРУ производится от блока БОСТ-011. Далее сигналы поступают на усилитель промежуточной частоты с амплитудным детектором (УПЧ-А), где усиливаются и детектируются. С выхода БПр видеоимпульсы поступают на блок очистки, синхронизации и трансляции (БОСТ-011).

Блок БПЧ-С предназначен для поддержания постоянства несущей частоты колебаний магнетронного генератора. Это необходимо для выполнения условия

$f_{i\delta} = f_{\tilde{a}} - f_{i\tilde{a}} = f_{i\delta \cdot i} = const = 29 \text{ Гц}$. Часть энергии зондирующих импульсов передатчика через направленный ответвитель и аттенюатор поступает на входной контур со смесителем блока БПЧ-С. Одновременно на смеситель поступает напряжение СВЧ-гетеродина. После преобразования в смесителе импульсы промежуточной частоты f_{np} поступают на усилитель промежуточной частоты автоматической подстройки (УПЧ-АП), где усиливаются и поступают на частотный дискриминатор, настроенный на 29МГц. С выхода частотного дискриминатора УПЧ-АП напряжение расстройки, пропорциональное ($f_{np.o} - f_{np}$) поступает на блок управления мотором (БУМ), в котором преобразуется в напряжение частоты 400 Гц с амплитудой и фазой, зависящими от величины и знака расстройки частоты магнетрона. Это управляющее напряжение подается на мотор механизма перестройки и автоподстройки магнетрона, который приводит частоту передатчика к номинальной, чтобы выполнялось условие $f_{i\delta} = f_{\tilde{a}} - f_{i\tilde{a}} = f_{i\delta \cdot i} = 29 \text{ Гц}$.

В режиме ПАСС работа приемника первичного канала аналогична его работе в режиме ПАРН и отличается только тем, что вместо пары импульсов в приемнике ведется обработка отраженных от целей одиночных импульсов длительностью 2,4 мкс.

При работе в режиме СДЦ на вход приемника поступают отраженные полезные сигналы (от целей) и помеховые от местных предметов, метеообразований и т.п. После усиления в БВУ-ВЧ, преобразования в смесителе в сигналы промежуточной частоты и усиления в ПУПЧ с ВАРУ эти сигналы поступают на усилитель промежуточной частоты с фазовым детектором (УПЧ-Ф). Одновременно с блока БПЧ-С на фазовый детектор (ФД) подается напряжение когерентного гетеродина (КГ), синфазное с начальной фазой зондирующих импульсов передатчика. Синфазность колебаний КГ и МГ обеспечивается фазированием КГ импульсами МГ в каждом периоде повторения. В фазовом детекторе происходит перемножение отраженных сигналов и сигнала когерентного гетеродина. Сигналы от неподвижных целей имеют от периода к периоду один и тот же сдвиг фазы относительно фазы зондирующего импульса передатчика.

Поэтому в каждом периоде на выходе ФД образуются видеоимпульсы с постоянными амплитудами. Сигналы, отраженные от движущихся целей от периода к периоду имеют изменяющийся сдвиг фазы относительно зондирующего импульса передатчика, причем скорость изменения фазы зависит от длины волны, частоты посылок зондирующих импульсов, а также от величины скорости сближения цели с РСП. На выходе фазового детектора от движущихся целей в разных периодах повторения образуются видеоимпульсы обеих полярностей с переменными амплитудами. С выхода приемника видеоимпульсы поступают на компенсирующее устройство (КУ-01).

Для проверки качества фазирования КГ в приемнике, работающем в режиме СДЦ, существует режим "Проверка фазирования", в котором зондирующие импульсы передатчика после прохождения через направленный ответвитель, аттенюатор и усилитель УПЧ-АП блока БПЧ-С поступают на блок проверки фазирования (БПФ) (основной элемент блока – кварцевая линия задержки). На выходе БПФ получается серия импульсов промежуточной частоты (не менее 4), задержанных относительно друг друга и подаваемых далее на вход УПЧ-Ф. При хорошем качестве фазирования КГ на выходе БПр образуется серия видеоимпульсов, у которых постоянные амплитуда и полярность. В компенсирующем устройстве при череспериодной компенсации эти сигналы компенсируются и на индикаторе отсутствуют отметки. В случае плохого качества фазирования КГ амплитуда этих импульсов на выходе БПр меняется от периода к периоду. Также как и в режиме ПАРН, в режиме СДЦ в приемнике используются схема ВАРУ и канал АПЧ магнетрона.

4.2. Общие сведения о приемнике вторичного канала ДРЛ-6М2. Принцип работы ПРМ по структурной схеме

Общие сведения о приемнике вторичного канала ДРЛ-6М2

Приемник вторичного канала ДРЛ-6М2 (НПО-65) предназначен для обработки кодированных ответных сигналов от самолетных ответчиков СО-69, СОМ-64 и их модификаций, а также для подавления сигналов, принятых боковыми лепестками ДН основной антенны. Приемник НПО-65 используется при работе ДРЛ-6М2 в активном режиме, то есть совместно с ПВК.

В состав ДРЛ-6М2 входят два приемника НПО-65, каждый из которых состоит из:

- блока приемника БР-009;
- блока питания БП-134;
- кольцевого моста.

Приемники НПО-65 конструктивно объединены в стойку приемников вторичного канала ДРЛ (СНПО-01).

Приемник НПО-65 имеет следующие параметры:

- предельная чувствительность $P_{ID}^{A\hat{E}} = -117 \text{ дБ/Вт};$
- полоса пропускания $\Delta f_{\text{ПРМ}} = (7 \pm 1) \text{ МГц};$
- амплитуда выходного сигнала $U_{m.\text{вых}} = 5 \text{ В};$
- промежуточная частота $f_{\text{ПР.О}} = 32 \text{ МГц}.$

Приемник работает на 4 фиксированных частотах (используются три: 730, 740 и 750 МГц).

Принцип работы ПРМ по структурной схеме

Структурная схема приемника НПО-65 (рисунок 4.2) в значительной мере определяется выбранным методом подавления ответных сигналов, принятых по боковым лепесткам ДН основной антенны. В приемнике НПО-65 используется метод подавления по каналу ответа, амплитудно-фазовая схема подавления, которая предполагает суммарно-разностное преобразование

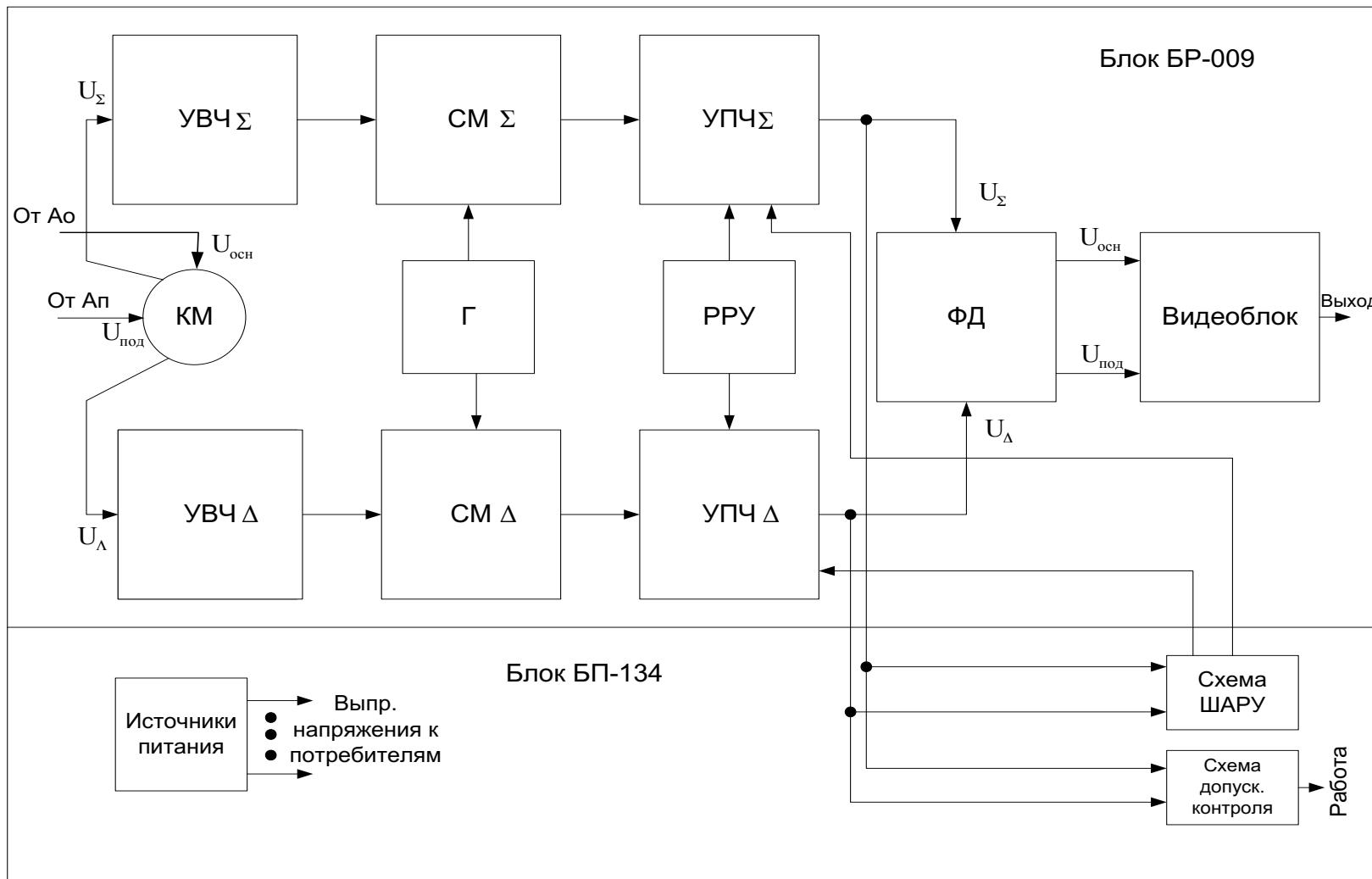


Рисунок 4.2. Структурная схема приемника НПО-65

входных сигналов от антенн A_O и A_Π . На входе приемника установлен кольцевой мост (КМ), на два входа которого поступают сигналы, соответственно, с основной антенны и антенны подавления. Эти сигналы в КМ векторно (с учётом амплитуд и фаз сигналов) складываются и вычитаются. В результате на выходах КМ образуются сигналы – векторы суммы и разности с различным сдвигом фаз относительно друг друга в зависимости от направления приема. Векторные диаграммы суммарно-разностного преобразования в КМ для случаев приема ответных сигналов с направлений главного луча ДН основной антенны ($U_{OCH} > U_{Под}$) и боковых лепестков ДН основной антенны представлены на рисунке 4.3. Видно, что при любом соотношении фаз ψ входных сигналов U_{OCH} и $U_{Под}$ возможны два случая значения сдвигов фаз φ между выходными сигналами U_Σ и U_Δ :

- 1) при приеме с направления главного луча ДН основной антенны $U_{OCH} > U_{Под}$, когда угол φ между векторами \vec{U}_Σ и \vec{U}_Δ меньше 90° ;
- 2) при приеме с направления бокового лепестка ДН основной антенны $U_{OCH} > U_{Под}$ угол φ между векторами \vec{U}_Σ и \vec{U}_Δ больше 90° .

С выходов КМ сигналы \vec{U}_Σ и \vec{U}_Δ поступают на два идентичных супергетеродинных приемника, где происходит их усиление до необходимой величины.

Обратное суммарно-разностное преобразование сигналов \vec{U}_Σ и \vec{U}_Δ в сигналы \vec{U}_{OCH} и $\vec{U}_{Под}$ осуществляется с помощью фазового детектора (ФД). Векторные диаграммы преобразований в ФД приведены на рисунок 4.4. При приеме в направлении главного луча ДН основной антенны ($\varphi < 90^\circ$) $U_{OCH} > U_{Под}$, при приеме в направлении боковых лепестков ДН основной антенны ($\varphi > 90^\circ$) $U_{OCH} < U_{Под}$. Очевидно, что это справедливо в том случае, если относительный статический сдвиг по фазе между сигналами на выходах УПЧ Σ и УПЧ Δ , определяемый различием их фазочастотных характеристик, должен быть равен нулю. Это обстоятельство требует включения в состав тракта обработки выравнивающего фазочастотные характеристики устройства (фазовращателя).

Дальнейшее подавление сигналов боковых лепестков сводится к сравнению

амплитуд видеоимпульсов $U_{ОСН}$ и $U_{Под}$ в видеоблоке в схеме амплитудного сравнения. Она пропускает сигналы, принятые основной антенной, т.к. они по амплитуде больше сигналов, принятых антенной подавления ($U_{ОСН} > U_{Под}$), и не пропускает сигналы, если $U_{ОСН} < U_{Под}$ (прием в направлении боковых лепестков ДН основной антенны).

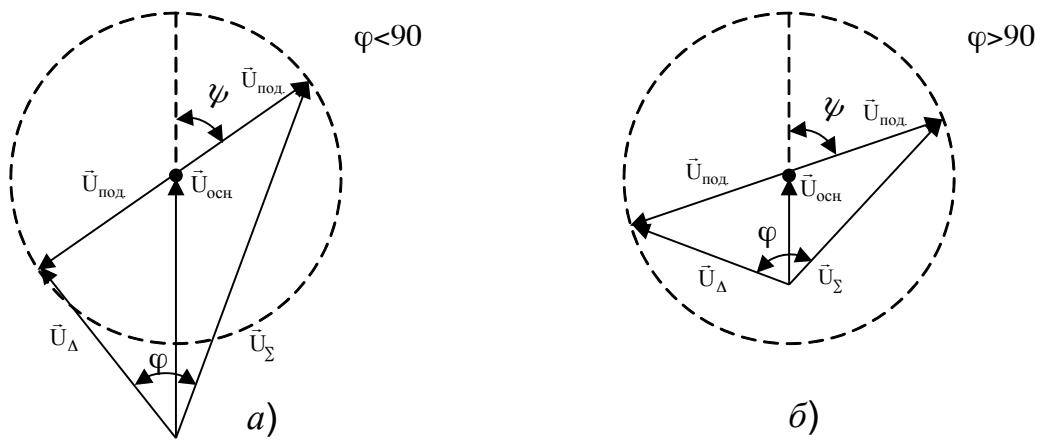


Рисунок 4.3. Векторные диаграммы суммарно-разностного преобразования в КМ



Рисунок 4.4. Векторные диаграммы обратного суммарно-разностного преобразования в фазовом детекторе

При совместной работе двух приемников НПО-65 видеосигналы, соответствующие приему в направлении главного луча ДН основной антенны, после прохождения схем сравнения обоих приемников поступают на каскад совпадения. В случае раздельного включения приемников каскад совпадения не подключается и видеосигналы поступают на выход, минуя каскад совпадения. Этот режим работы возможен в том случае, когда один из приемников НПО-65 вы-

ходит из строя. При этом обеспечивается подавление помех по боковым лепесткам в секторе $\pm 75^\circ$ относительно направления приема по главному лучу ДН основной антенны, а не круговое, как при совместной работе обоих приемников НПО-65.

Шумовая автоматическая регулировка усиления (ШАРУ) используется для стабилизации уровней шумов (стабилизация P_{LT} в соответствии с критерием обнаружения Неймана – Пирсона) в суммарном и разностном каналах. Это достигается за счёт регулировки коэффициентов усиления в суммарном и разностном каналах. При проведении настроечных и регламентных работ используется ручная регулировка усиления (РРУ) каналов приемника. Регулирующие напряжения ШАРУ при этом не вырабатываются.

В целях улучшения эксплуатационных показателей приемника НПО-65 (сокращения времени отыскания неисправностей) предусмотрен встроенный допусковый контроль технического состояния. Суть допускового контроля сводится к контролю величины P_{LT} . Если $P_{LT} < P_{LT,MIN}$ или $P_{LT} > P_{LT,MAX}$, то схема выключает НПО-65 из работы. Величины $P_{LT,MIN}$ и $P_{LT,MAX}$ отличаются от $P_{LT,ZAD}$ на 30 процентов. При исправной работе приемника формируется сигнал "Работа", приемник используется для обработки ответных сигналов, в противном случае он отключается.

4.3. Принципиальная схема УВЧ (БВУ-ВЧ)

Блок входного усилителя высокой частоты (БВУ-ВЧ) предназначен для усиления сигналов, принятых основной антенной.

В состав БВУ-ВЧ входят:

ограничитель мощности;

усилитель высокой частоты (УВЧ), собранный на малошумящих транзисторах;

стабилизатор напряжения.

Блок БВУ-ВЧ обеспечивает на рабочих частотах f_1 и f_2 коэффициент усиления $K_y \geq 16$ дБ, коэффициент шума $K_{Ш} \leq 6,5$ дБ, полосу пропускания $2\Delta f_{УВЧ} \geq 50$ МГц.

Для транзисторного УВЧ характерны:

- малый динамический диапазон обрабатываемого входного сигнала, что обуславливает необходимость применения в приемном тракте специальной схемы временной АРУ;
- зависимость параметров транзистора от частоты сигнала;
- высокая чувствительность к перегрузкам (для защиты УВЧ от перегрузок в АФУ используют реле РЭВ-15, переключатель и ограничитель мощности).

Принципиальная схема блока БУВ-ВЧ приведена в альбоме схем.

Вход и выход блока БУВ-ВЧ согласованы с антенно-фидерном трактом с помощью высокочастотных трансформаторов. Ограничитель мощности предназначен для защиты транзисторного УВЧ от зондирующих импульсов обоих передатчиков, просачивающихся через антенный переключатель. Он ослабляет зондирующие импульсы не менее чем на 35 дБ (3200 раз по мощности). Конструктивно ограничитель представляет собой несимметричную микрополосковую линию, соединяющую АФУ со входом УВЧ. Между проводами линии (между изолированной полоской и подложкой корпуса) включены параллельно два диода ВД1 и ВД2. Вольт–амперная характеристика такого диода имеет два характерных участка: начальный квадратичный участок с очень малой крутизной и конечный линейный участок с большой крутизной. Поэтому для слабых отраженных сигналов сопротивление диодов велико и они не влияют на прохождение сигналов на вход УВЧ (ток через диоды мал). При воздействии достаточно мощных зондирующих сигналов сопротивление диодов резко уменьшается (ток через диоды возрастает). Диоды начинают шунтировать полосковую линию, а в результате чего большая часть мощности просачивающихся зондирующих сигналов отражается обратно к антенному переключателю. Качество шунтирования тракта открытыми при мощных сигналах диодами снижается из-за влияния индуктивностей вводов диодов. Для компенсации их влияния последовательно с диодами включены конденсаторы С1 и С2, которые образуют вместе с индуктивностями вводов последовательные колебательные контуры, настроенные на среднюю частоту диапазона работы ДРЛ. При слабых сигналах

тракт может шунтироваться через паразитные емкости р-п переходов диодов. Для компенсации шунтирующего действия этих емкостей применены индуктивности L1 и L2, образующие с емкостями диодов параллельные колебательные контуры, настроенные на среднюю частоту диапазона работы ДРЛ. Для проверки исправности диодов предусмотрена цепь подачи на них в режиме контроля постоянного напряжения, полярность которого можно изменять. Конденсатор С3 обеспечивает замыкание нижних (по схеме) выводов индуктивностей L1 и L2 на корпус по высокой частоте и предотвращает замыкание на корпус проверочного постоянного напряжения.

УВЧ представляет собой двухкаскадный резонансный усилитель на малошумящих высокочастотных биполярных транзисторах VT1 и VT2 типа 2Т310А с двумя эмиттерами. Такое конструктивное исполнение транзисторов позволяет уменьшить емкости переходов и тем самым повысить высокочастотность транзисторов при сохранении достаточно большой величины эмиттерного тока. Транзисторы включены по схеме с общим эмиттером, что обеспечивает достаточно большой коэффициент усиления каскадов как по мощности, так и по напряжению. Колебательные системы в цепях коллекторов транзисторов образованы отрезками полосковых линий длиной несколько меньше $\lambda/4$ короткозамкнутых на концах по высокой частоте с помощью конденсаторов С7 и С13. В состав колебательных систем входят также емкости переходов транзисторов и емкости монтажа.

Для обеспечения широкой полосы пропускания, равной диапазону рабочих частот приемника, колебательные контуры зашунтированы резисторами R6 и R12 с малым сопротивлением (51 Ом). Отрезки полосковых линий, включенные в базовые цепи транзисторов и короткозамкнутые на концах по высокой частоте с помощью конденсаторов С4 и С11, имеют длину также несколько меньше $\lambda/4$. Совместно с входными емкостями транзисторов и емкостями монтажа они образуют параллельные колебательные контуры, обеспечивающие согласование входных сопротивлений каскадов с волновыми сопротивлениями подводящих полосковых линий.

Резисторы и конденсаторы R3 и C6, R4 и C8, R9 и C12, R10 и C15, включенные в цепях эмиттеров транзисторов, являются цепями термостабилизации. Необходимые для работы биполярных транзисторов напряжения смещения на базы транзисторов подаются с резисторов R1, R2, R7, R8.

Цепочки R5, C7 и R11, C13 являются фильтрами в коллекторных цепях питания транзисторов. С их помощью создаются цепи для постоянных составляющих коллекторных токов и предотвращается проникновение переменных составляющих коллекторных токов в общую для обоих каскадов цепь источника питания. Конденсаторы C5, C9, C10, C14, и C17 являются разделительными.

Стабилизатор напряжения выполнен на интегральной микросхеме (ИМС) типа 142ЕН2А. На вход стабилизатора через высокочастотный разъем подается +27 В. Резистор R15 предназначен для уменьшения напряжения, действующего на входе ИМС, а конденсаторы C18, C19 повышают стабильность выходного напряжения. Необходимое напряжение питания УВЧ устанавливается подбором номиналов резисторов R13 и R14.

4.4. Принципиальная схема БПр-011

4.4.1. Преселектор

Преселектор предназначен для ограничения спектра шумов, поступающих с блока БВУ-ВЧ, а также для ослабления помехового сигнала зеркального канала (рисунок 4.5, при верхней настройке частоты гетеродина $f_3 = f_r + f_{\text{пр.о.}}$).

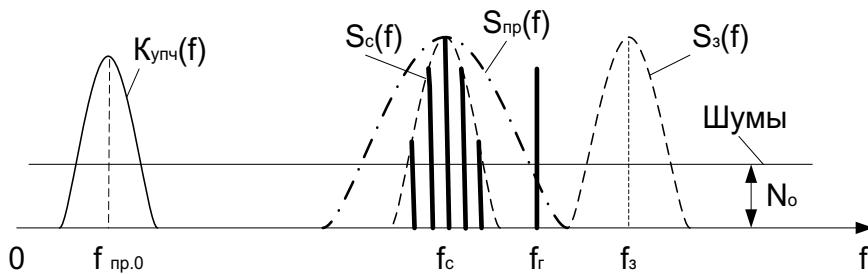


Рисунок 4.5. Спектры сигналов на входе приёмника

Действительно, шумы (спектральная плотность N_o) и помехи (АЧХ $S_3(f)$) из области частот зеркального канала после преобразования на промежуточную частоту могут иметь такую же мощность, что и шумы, помехи, прошедшие на

выход смесителя (на $f_{\text{пр.о}}$) по основному каналу. Так как шумы, помехи основного и зеркального каналов статистически независимы, то после преобразования происходит сложение их мощностей.

Основные параметры преселектора:

- ширина полосы пропускания – $2\Delta f_{\text{пр.}} = (5,3 \dots 6,5) \text{ МГц}$;
- избирательность – не менее 25 дБ;
- КСВ на входе – не более 2.

Преселектор представляет собой одиночный колебательный контур, обра- зованный короткозамкнутым на конце четвертьволновым отрезком коаксиаль- ной линии. Эквивалентная принципиальная схема преселектора со смесителем приведена на рисунке 4.6.

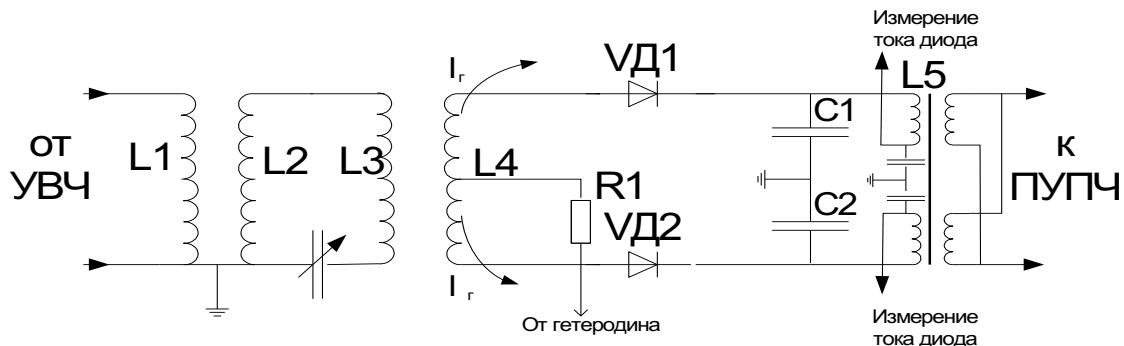


Рисунок 4.6. Эквивалентная принципиальная схема преселектора со смесителем

С УВЧ и смесителем преселектор связан с помощью петель связи (L1 и L4). Подбором величины связи обеспечивается согласование в тракте, а следова- тельно, режим бегущей волны и наилучшая передача мощности сигнала к сме- сителю.

Конструктивно преселектор выполнен в виде латунного резонатора, внутри которого закреплен полый стержень. Для увеличения добротности резо- натора преселектора его внутренняя поверхность покрыта слоем хорошо про- водящего антикоррозийного металла, отшлифована и отполирована. Настройка преселектора производится с помощью иглы, погружаемой в полый внутренний стержень со стороны разомкнутого конца линий. Изменение глубины погруже- ния иглы в полый стержень вызывает изменения емкости между стержнем и

корпусом, что эквивалентно изменению длины отрезка коаксиальной линии. Перемещение иглы осуществляется механизмом настройки при помощи микрометрического винта, на котором закреплена ручка. Фиксация иглы после настройки на нужную частоту осуществляется цанговым зажимом.

4.4.2. Смеситель

Смеситель выполнен по балансовой схеме на смесительных кристаллических диодах типа Д-405Б (рисунок 4.6). Связь смесителя с преселектором трансформаторная с помощью петли связи (L4). Нагрузкой смесителя служит входной контур ПУПЧ, настроенный на $f_{\text{пр.о.}}$. Напряжение гетеродина подводится к смесителю через среднюю точку петли связи (L4) и на диоды поступает в фазе.

Принимаемый сигнал поступает на оба диода в противофазе. Токи сигнала на $f_{\text{пр.о.}}$ в первичной обмотке входного контура ПУПЧ складываются, токи же шумовых составляющих сигнала гетеродина благодаря балансной схеме компенсируются. Из других преимуществ балансной схемы смесителя отметим следующие:

- выход из строя одного из диодов не нарушает работоспособности смесителя в целом, приводя лишь к ухудшению коэффициента шума приемного тракта;
- балансный смеситель имеет более высокую по входу электрическую прочность, т.к. просачивающаяся от передатчика мощность делится примерно поровну между диодами;
- предотвращается проникновение колебаний гетеродина через преселектор и УВЧ в антенну, что способствует улучшения электромагнитной совместимости (ЭМС) РЛС.

Резистор R1 обеспечивает согласование входного сопротивления смесителя с фидерной линией, подводящей к смесителю колебания гетеродина. При эксплуатации ДРЛ необходимо следить за разностью величин токов диодов. Если она составляет более 20%, то диоды необходимо заменить. Номинальное

значение токов диодов достигается путем установки требуемой мощности гетеродина в БГ-011.

4.4.3. ПУПЧ с ВАРУ БПр-011

С целью уменьшения потерь при передаче сигнала с выхода балансного смесителя на УПЧ-А или УПЧ-Ф часть усилительных каскадов промежуточной частоты выделена в отдельное устройство – ПУПЧ. В субблоке ПУЧП производится предварительное усиление сигнала при изменении коэффициента усиления во времени с целью предотвращения перегрузки приемника мощными отраженными сигналами от близко расположенных от ДРЛ местных предметов, получения равноконтрастных отметок от целей независимо от дальности (рисунок 4.7). ВАРУ обеспечивает получение требуемого коэффициента усиления ПУПЧ $K_{У.ТР}$ (д), при котором мощность выходного сигнала должна $P_{С.ВЫХ}$ (д) должна быть величиной постоянной независимо от дальности до целей.

Ширина полосы пропускания ПУПЧ составляет 3 МГц.

Принципиальная схема ПУПЧ с ВАРУ приведена в альбоме схем. ПУПЧ состоит из входного контура (катушки индуктивности L5 и конденсаторов C7, C8, C9) и трех каскадов усиления промежуточной частоты на лампах Л1, Л2, Л3. Входной контур образован двумя связанными контурами. Входной контур настроен на $f_{пр.о}= 29$ МГц и имеет полосу пропускания порядка 6...8 МГц. Для расширения полосы пропускания контур зашунтирован резистором R1. Выбор полосы пропускания входного контура ПУПЧ в 3 раза большей полосы пропускания всего ПУПЧ, объясняется необходимостью уменьшения влияния на его настройку изменения выходного сопротивления балансного смесителя при замене диодов и изменении их режима работы.

К катушкам через развязывающие фильтры C1, L1, C2, L2, C3 и C4, L3, C5, L4, C6 подключены цепи измерения постоянных составляющих токов диодов смесителя. Контроль этих токов позволяет контролировать исправность диодов, степень различия параметров диодов.

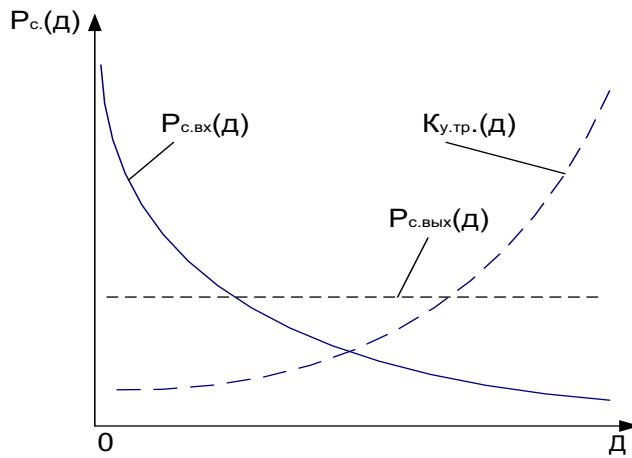


Рисунок 4.7. Временные диаграммы сигналов в ПУПЧ с ВАРУ

Каскады на лампах Л1, Л2, Л3 с взаимно расстроеными контурами. Первый каскад настроен на частоту $f_{\text{пр.о}} + \Delta f$, второй – на частоту $f_{\text{пр.о}} - \Delta f$, третий – на частоту $f_{\text{пр.о}}$, где расстройка Δf составляет величину (1,3…1,4) МГц. Такой прием позволяет расширить полосу пропускания ПУПЧ, увеличить крутизну его АЧХ.

Анодной нагрузкой каскада на Л1 служит контур, состоящий из L7, C14 и различных емкостей схемы, а каскада на Л2 – контур, состоящий из L11, C21 и емкостей схемы. Анодные контуры выполнены в виде связанных контуров с индуктивной связью, близкой к единице. Связь, близкая к единице, достигается намоткой контуров двойным проводом вплотную виток к витку. Настройка анодных контуров ведется при помощи латунных сердечников. Межкаскадная индуктивная связь наиболее целесообразна с точки зрения уменьшения времени восстановления чувствительности после прохождения мощных сигналов от близко расположенных местных предметов. Резисторы R3, R6, включенные параллельно анодным контурам каскадов на Л1 и Л2, расширяют их полосу пропускания.

На управляющую сетку лампы Л2 через катушки фильтров L8, L9, L13 подается регулируемое напряжение смещения со схемы ВАРУ. Конденсатор C15 подключает нижний отвод вторичного контура L7 к корпусу по высокой частоте.

Каскад ПУПЧ на лампе Л3 является усилителем кабельного перехода. Передача сигналов с его выхода на УПЧ-А и УПЧ-Ф осуществляется с помощью коаксиального кабеля. Полное параллельное подключение кабеля с малым волновым сопротивлением ($Z_b = 50\Omega$) к контуру каскада привело бы к шунтированию контура и вследствие этого к значительному уменьшению коэффициента усиления каскада, расширению полосы пропускания и к нарушению согласования выходного сопротивления каскада с кабелем. Частичное подключение кабеля к контуру с целью обеспечения согласования и заданной полосы пропускания потребовало бы выбора очень малого значения коэффициента включения, что опять привело бы к уменьшению коэффициента усиления каскада. Поэтому в данном каскаде кабель включен последовательно в колебательный контур, который образован индуктивностью L15, конденсатором C25 и емкостями схемы. Последовательно с индуктивностью L15 в контур включен резистор R11, сопротивление которого близко к волновому сопротивлению кабеля. Параллельно резистору R11 через разделительный конденсатор C29 подключается коаксиальный кабель. При этом выход каскада оказывается согласованным с волновым сопротивлением кабеля.

На управляющую сетку лампы Л3 через катушки фильтров L12, L13 подается регулируемое напряжение смещения со схемы ВАРУ. Конденсатор C22 выполняет функцию, аналогичную конденсатору C15. Питание электродов ламп Л1, Л2 и Л3 осуществляется через многозвенные фильтры с целью устранения паразитных обратных связей, уменьшения пульсаций напряжения источников питания.

Схема ВАРУ вырабатывает отрицательное напряжение, изменяющееся во времени по закону, близкому к пилообразному, для управления коэффициентами усиления 2-го и 3-го каскадов ПУПЧ во времени. В состав схемы ВАРУ входят: усилитель – ограничитель на лампе Л4, генератор пилообразного напряжения (ГПН) на левой половине лампы Л5, катодный повторитель на правой половине лампы Л5, ограничитель на правой половине лампы Л6, восстановитель

постоянной составляющей на левой половине лампы Л6, фиксатор уровня на кристаллическом диоде Д.

Схема ВАРУ запускается в каждом периоде повторения импульсами запуска положительной полярности амплитудой 30...50 В, поступающими с БОСТ-011 (рисунок 4.8). Эти импульсы поступают через переключатель ВАРУ ВКЛ.-ВЫКЛ. и переходную цепь С34, R13, R14, R15 на управляющую сетку лампы Л4 (левая половина), которая в исходном состоянии закрыта за счет отрицательного напряжения смещения. С приходом импульсов запуска лампа открывается и на ее анодной нагрузке R18 выделяется импульс отрицательной полярности. С помощью переходной цепи С36, R20 он передается на управляющую сетку лампы Л4 (правая половина), переводя ее в закрытое состояние. При этом на нагрузке R19 выделяются положительные импульсы постоянной амплитуды длительностью порядка 1 мкс. Лампа Л5а при отсутствии импульса запуска закрыта по управляющей сетке отрицательным напряжением, снимаемым с делителя R21, R23 через резистор R22. Конденсатор С38 заряжен от источника 120 В через резистор R24, R25 до анодного напряжения лампы.

На рисунке 4.8 приведены временные диаграммы, поясняющие работу схемы ВАРУ.

С приходом на управляющую сетку лампы Л5а импульса запуска лампа Л5а открывается и конденсатор С38 разряжается через нее до небольшого остаточного напряжения, равного падению напряжения на промежутке анод-катод открытой лампы Л5а. По окончанию импульса запуска лампа Л5а закрывается, и конденсатор С38 медленно заряжается от источника +120 В через резисторы R24 и R25 по экспоненциальному закону. Скорость заряда подбирается при заводской настройке с помощью резистора R25. Начальная часть кривой заряда конденсатора С38 близка по форме к линейной.

Величина напряжения, до которого может зарядиться конденсатор С38, задается ограничителем. Он состоит из диода Л6б и делителя R37, R38, R39, включенного в цепь источника +120 В.

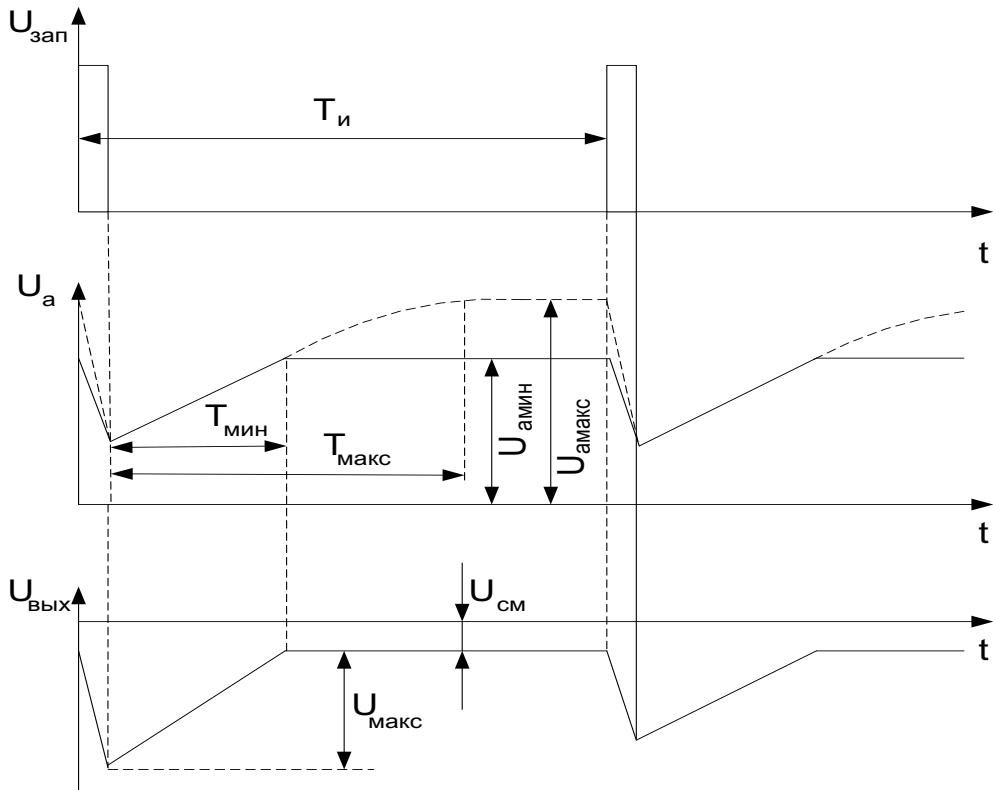


Рисунок 4.8. Временные диаграммы схемы ВАРУ

Анод диода Л6б подключен к аноду лампы Л5а, а на катод диода подается с потенциометра R38 (ДЛИТЕЛЬНОСТЬ) фиксированное положительное напряжение. Пока это напряжение превышает напряжение на аноде диода Л6б и, следовательно, на аноде Л5а, диод закрыт и не оказывает влияния на процесс заряда С38. Когда же напряжение на С38 и, следовательно, на анодах Л5а и Л6б достигает напряжения на катоде диода Л6б, последний открывается, напряжение на анодах Л5а и Л6б фиксируется, заряд конденсатора С38 прекращается. Таким образом, изменяя с помощью R38 напряжение на катоде диода Л6б в пределах от $U_{\text{мин}}$ до $U_{\text{макс}}$, можно изменять время, в течение которого будет происходить заряд С38. При настройке схемы ВАРУ длительность заряда С38 устанавливается равной 140 мкс.

С анода Л5а пилообразное напряжение через конденсатор С40 подается на делитель R30, R33, R35, R36. С резисторов R33, R36 часть этого напряжения снимается на управляющую сетку лампы Л5б катодного повторителя. Для задания начального положения рабочей точки на анодно-сеточной характеристике

лампы Л5б на управляющую сетку лампы с делителя R35, R36 подается положительное напряжение смещения. Конденсатор С40 во время передачи импульса пилообразного напряжения заряжается через резисторы R30, R33, R36, R35 до величины анодного напряжения лампы Л5а. После прохождения импульса, напряжение на С40 изменяется пропорционально постоянной составляющей. Восстановление постоянной составляющей осуществляется с помощью диода Л6а, создающего цепь разряда С40 в обход резисторов R30 и R33.

С нагрузки катодного повторителя (Л5б) резисторов R27, R28 пилообразное напряжение передается через конденсатор С41 на резисторы R32, R31, R34, где складывается с отрицательным напряжением делителя R31, R34, включенного в цепь источника –150 В. Результатирующее напряжение отрицательной полярности ($U_{вых}$ на рисунке 4.8) подается на управляющие сетки ламп ПУПЧ Л2 и Л3 через развязывающие фильтры. Диод Д является фиксирующим диодом постоянной составляющей конденсатора С41.

С помощью резистора R27 (АМПЛИТУДА) можно регулировать амплитуду пилообразного напряжения, а с помощью R31 (КРУТИЗНА) – величину начального напряжения смещения на управляющих сетках ламп Л2 и Л3 и тем самым начальное положение рабочих точек. При переводе переключателя ВАРУ в положение ВЫКЛ на управляющие сетки ламп Л2 и Л3 подается постоянное отрицательное напряжение смещения с резистора R41 (УСИЛЕНИЕ БЕЗ ВАРУ) делителя R41 и R42.

С выхода ПУПЧ сигналы поступают по коаксиальному кабелю через контакты высокочастотного реле на УПЧ-А в режимах работы ПАРН и ПАСС, а в режиме СДЦ – на УПЧ-Ф.

4.4.4. Усилитель промежуточной частоты амплитудного канала УПЧ-А

Усилитель промежуточной частоты УПЧ-А предназначен для усиления сигналов промежуточной частоты в режимах ПАРН и ПАСС и амплитудного детектирования. Основные параметры УПЧ-А:

- ширина полосы пропускания на промежуточной частоте составляет 1,5 МГц;
- коэффициент усиления по напряжению $K_U = 1000$;
- промежуточная частота $f_{\text{пр.о}} = 29$ МГц.

Принципиальная схема УПЧ-А приведена в альбоме схем. В состав УПЧ-А входят пятикаскадный УПЧ, амплитудный детектор, однокаскадный видеоусилитель, катодный повторитель и амплитудный ограничитель. Напряжение промежуточной частоты с входного высокочастотного разъема подается на резистор R1 (510 Ом), обеспечивающий согласование входа схемы с подводящим коаксиальным кабелем, и далее на вход УПЧ. Для получения необходимой полосы пропускания усилительные каскады на Л1, Л2 и Л3, Л4 выполнены парами расстроенных каскадов. Контуры настроены на следующие частоты: L1, C3, C42 на $f_{\text{пр.о}} + \Delta f$; L4, C9, C43 на $f_{\text{пр.о}} - \Delta f$; L7, C15, C44 на $f_{\text{пр.о}} + \Delta f$; L10, C20, C45 на $f_{\text{пр.о}} - \Delta f$, где $\Delta f = 0,7\dots0,8$ МГц.

Контур пятого каскада УПЧ (Л5) настроен на $f_{\text{пр.о}}$ и имеет более широкую полосу пропускания, чем у каждого из первых четырех каскадов. Принципиальные схемы всех каскадов УПЧ практически одинаковы и аналогичны схемам первых двух каскадов ПУПЧ. Во втором и третьем каскадах предусмотрена ручная регулировка (РРУ с ИКО) путем изменения напряжения смещения на управляющих сетках ламп Л2 и Л3. С целью исключения перегрузок видеоусилителя в каскаде на Л5 предусмотрено ограничение максимальной амплитуды импульсов путем подачи заниженного напряжения на экранную сетку лампы Л5. С выхода пятого каскада УПЧ сигналы поступают на амплитудный детектор, выполненный на правой половине двойного диода Л6. На нагрузке R25, C28 выделяются видеоимпульсы отрицательной полярности, которые через дроссель L16 поступают на управляющую сетку лампы Л7а видеоусилителя, а также через резистор R36 в цепь контроля шумов приемника (косвенный метод контроля исправности). Дроссель L16 предотвращает проникновение на вход видеоусилителя напряжения промежуточной частоты, благодаря чему улучша-

ется сглаживание вершины импульса. С анода лампы Л7а усиленные видеоимпульсы поступают на вход катодного повторителя (КП) на Л7б. Чтобы обеспечить неискаженную передачу через КП положительных видеоимпульсов большой амплитуды, на управляющую сетку Л7б подается, кроме напряжения автосмещения с резистора R32, внешнее отрицательное напряжение смещения в резистора R34 делителя R34, R35. Для фиксации амплитуды выходных видеоимпульсов в пределах от 6 до 9 В параллельно резистору R33 включен стабилизатор VD1.

С нагрузки КП R32 видеоимпульсы положительной полярности поступают на выход УПЧ-А. В режиме ПАРН они подаются на плату декодирования и задержки видеосигналов (ПДЗВ) и далее на плату амплитудного квантования (ПАК) блок БОСТ-011. Что касается режима ПАСС, то в этом случае видеосигналы передаются непосредственно на первую плату ПАК БОСТ-011. Коммутация осуществляется с помощью реле в стойке приемников СПр-011.

Выходы амплитудного детектора, собранного на лампе Л6а и усилителя кабельного перехода (Л8), в РСП-6М2 не используются.

4.4.5. Усилитель промежуточной частоты УПЧ-Ф

Усилитель промежуточной частоты УПЧ-Ф предназначен для усиления сигналов промежуточной частоты в режиме СДЦ и преобразования их в видеоимпульсы в фазовом детекторе. На вход УПЧ-Ф поступают сигналы либо с ПУПЧ при работе приемника в режиме СДЦ, либо с блока проверки фазирования (БПФ), когда осуществляется проверка качества фазирования когерентного гетеродина. В состав УПЧ-Ф входят четырехкаскадный УПЧ (Л1…Л4), амплитудный ограничитель на диодах VD2 и VD3, фазовый детектор (Л5), видеоусилитель (Л6а) и катодный повторитель (Л6б). Кроме этого, в УПЧ-Ф входит неиспользуемый в ДРЛ-6М2 амплитудный детектор (диод VD1) с эмиттерным повторителем (П1).

Основные параметры УПЧ-Ф:

- промежуточная частота – $f_{\text{пр.о}} = 29 \text{ МГц};$

- ширина полосы пропускания – $\Delta f = 1,4 \dots 1,6$ МГц;
- коэффициент усиления по напряжению – $K_U \geq 350$;
- с выхода УПЧ-Ф снимаются двухполярные видеоимпульсы с амплитудой 4 В.

Сигналы промежуточной частоты с входного высокочастотного разъема подаются на резистор R1, обеспечивающий согласование входа блока с подвоящим коаксиальным кабелем и УПЧ.

Первые три каскада УПЧ (Л1…Л3) образуют тройку взаимно расстроенных каскадов. Они настроены соответственно на частоты $f_{\text{пр.о}} - \Delta f$; $f_{\text{пр.о}}$ и $f_{\text{пр.о}} + \Delta f$, где $\Delta f = 0,7 \dots 0,8$ МГц. Принципиальные схемы каскадов практически одинаковы и аналогичны схемам каскадов в ПУПЧ с ВАРУ. В УПЧ-Ф предусмотрена РРУ путем изменения напряжения смещения на управляющих сетках ламп Л2 и Л3. Четвертый каскад выполнен на двуханодной лампе Л4 типа 6Ж43П-Е. С первого анода лампы сигналы подаются на амплитудный детектор (в дальнейшем этот выход не используется). Нагрузкой в цепи другого анода Л4 служит связанный контур L, C1, C2, являющийся входным контуром фазового детектора (ФД). Параллельно контуру включен амплитудный ограничитель на диодах VD2 и VD3. Он осуществляет ограничение амплитуды колебаний контура L, C1 на уровне 6 В. Ограничение амплитуды сигналов применяется для того, чтобы амплитуда видеоимпульсов на выходе ФД зависела только от разности фаз отраженных сигналов и опорного напряжения когерентного гетеродина (КГ). В противном случае модуляция пачки отраженных сигналов диаграммой направленности антенны, флуктуацией ЭПО целей привела бы к изменению амплитуды видеоимпульсов в смежных периодах повторения и неэффективной работе системы СДЦ.

ФД выполнен на двойном диоде Л5 типа 6Х2П. Параллельно входному колебательному контуру включены последовательно соединенные резисторы R26 и R28 с одинаковыми сопротивлениями. К средней точке между резисторами подводится опорное напряжение от когерентного гетеродина (КГ) и подключен резистор R27, сопротивление которого равно волновому сопротивлению

подводящего коаксиального кабеля. Нагрузкой диодов является ФНЧ, образованный конденсаторами С36, С37 и резисторами R29, R30. К электродам диода Л5а приложено напряжение с комплексной амплитудой \dot{U}_1 , равной векторной сумме комплексных амплитуд напряжений, выделяемых на R27 (\dot{U}_{II}) и на R26 (\dot{U}_{III}), а к электродам диода Л5б – напряжение с комплексной амплитудой \dot{U}_2 , равной сумме комплексных амплитуд напряжений, выделяемых на R27 (\dot{U}_{II}) и R28 (\dot{U}_{III}). Нетрудно видеть, что напряжение сигнала действует на оба диода в фазе, а опорное напряжение – в противофазе. При этом $\dot{U}_1 = \dot{U}_{\text{II}} + \dot{U}_c$, и $\dot{U}_2 = -\dot{U}_{\text{II}} + \dot{U}_c$. Очевидно, что амплитуды \dot{U}_1 и \dot{U}_2 будут зависеть от сдвига фаз $\Delta\varphi$ между опорным напряжением и напряжением отраженного сигнала. Под воздействием приложенных напряжений \dot{U}_1 , \dot{U}_2 происходит заряд конденсаторов С37 и С36 в соответствии с действующими полупериодами входных колебаний. В паузах между моментами заряда конденсаторы не успевают разрядиться через R29, R30, так как постоянная времени разряда значительно превышает период колебаний промежуточной частоты. В результате на нагрузке детектора выделяются видеоимпульсы, амплитуда и полярность которых определяется разностью напряжений, действующих на конденсаторах С37 и С36. При условии, что амплитуды опорного когерентного напряжения и сигнала примерно одинаковы, зависимость выходного напряжения ФД от разности фаз определяется следующим выражением:

$$U_{\text{вых}} = U_c \left(\left| \cos \frac{\Delta\varphi}{2} \right| - \left| \sin \frac{\Delta\varphi}{2} \right| \right). \quad (4.1)$$

С выхода ФД видеоимпульсы через контакты реле Р14, дроссель L15 по- даются на управляющую сетку лампы Л6а видеоусилителя. В связи с необходимостью усиливать разнополярные импульсы в видеоусилителе введена отрицательная обратная связь по току с помощью резистора R33. Нагрузкой видеоусилителя является резистор R36, с которого видеоимпульсы поступают на катодный повторитель, собранный на лампе Л6б. В катодной цепи лампы Л6б установлены два резистора R38, R39, причем обратная связь с катода на сетку по

постоянному току предусмотрена с части нагрузки – R38, а по переменному току – со всей нагрузки. Этим обеспечивается исходное положение рабочей точки на середине рабочего участка анодно-сеточной характеристики лампы и одинаковая возможность передачи через КП видеоимпульсов положительной и отрицательной полярности. С выхода КП сигналы подаются на компенсирующее устройство КУ-01 для выделения сигналов движущихся целей.

4.4.6. Блок проверки фазирования

Блок проверки фазирования (БПФ) предназначен для проверки качества фазирования когерентного гетеродина и работоспособности канала СДЦ (УПЧ-Ф и КУ-01). На вход блока в режиме проверки фазирования поступает фазирующий импульс с блока БПЧ-С, одновременно подаваемый на когерентный гетеродин для фазирования его колебаний. БПФ состоит (рисунок 4.9) из одного каскада УПЧ и кварцевой линии задержки на 20 мкс.

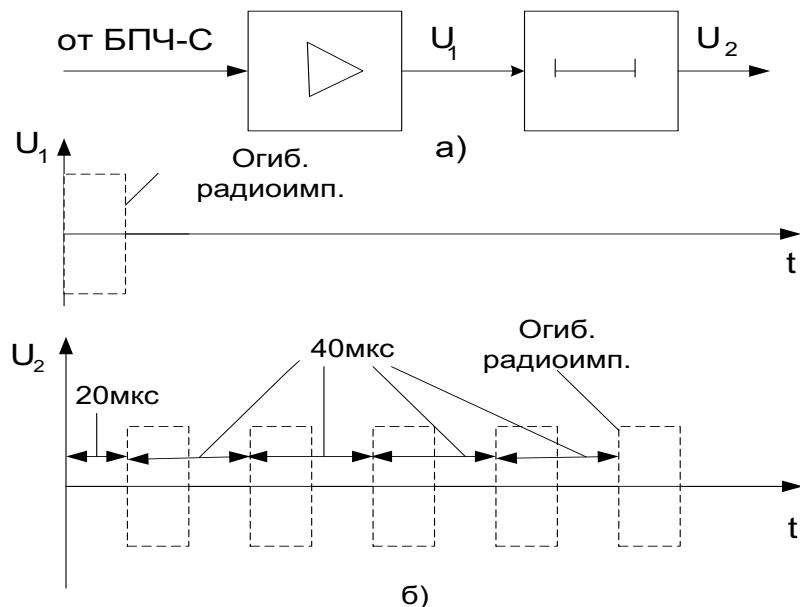


Рисунок 4.9. Блок проверки фазирования

За счет многократного отражения от концов линии задержки на выходе БПФ каждый фазирующий импульс преобразуется в ряд затухающих радиоимпульсов. При этом первый импульс оказывается задержанным относительно фазирующего на 20 мкс, а последующие получат дополнительную задержку 40

мкс. На выходе БПФ формируются 4-5 примерно одинаковых импульсов, которые поступают на высокочастотный разъем для передачи на УПЧ-Ф.

4.5. Блок БПЧ-С

4.5.1. Общие сведения о системе АПЧ

Эффективность работы ДРЛ во многом зависит от постоянства промежуточной частоты приемника ($f_{\text{ПР}} = f_{\Gamma} - f_{\text{C}} \approx f_{\Gamma} - f_{\text{МГ}}$). Если в процессе работы ДРЛ промежуточная частота, получаемая в результате преобразования, будет заметно отклоняться от своего номинального значения (29 МГц), это может резко снизить его усиление отраженных сигналов. При этом ухудшается отношение сигнал/(шум + помеха), а следовательно, и дальность действия ДРЛ, точность определения координат.

Система АПЧ в ДРЛ предназначена для поддержания номинального значения промежуточной частоты ($f_{\text{ПР.О}}=29$ МГц), которая является разностной частотой между частотой передатчика $f_{\text{МГ}}$ и частотой гетеродина f_{Γ} . Так как частота колебаний гетеродина стабилизируется кварцевыми генераторами, то можно считать, что уход промежуточной частоты связан в основном с уходом частоты передатчика. Дестабилизирующими факторами, вызывающими уход частоты магнетронного генератора ДРЛ-6М2 является:

- изменение питающих напряжений;
- изменение параметров колебательной системы;
- изменение величины и характера нагрузки магнетронного генератора; изменение атмосферного давления, температуры, влажности и т.п.

Анализ дестабилизирующих факторов показывает, что все они являются медленно изменяющимися, поэтому и скорость ухода частоты генератора будет небольшой. Быстрые уходы частоты генератора, связанные с резкими изменениями питающих напряжений, происходят сравнительно редко.

Наличие режима СДЦ в ДРЛ предъявляет дополнительные требования к стабильности частоты передатчика. В режиме СДЦ необходимо навязать фазу зондирующего импульса, генерируемого магнетронным генератором, на время равное периоду повторения когерентному гетеродину.

В схеме, приведённой на рисунке 4.10, для подстройки частоты используется небольшая часть мощности зондирующих импульсов, подаваемая непосредственно от магнетронного генератора (МГ) через направленный ответвитель и аттенюатор (АТТ). Схема имеет отдельный смеситель и УПЧ для канала АПЧ.

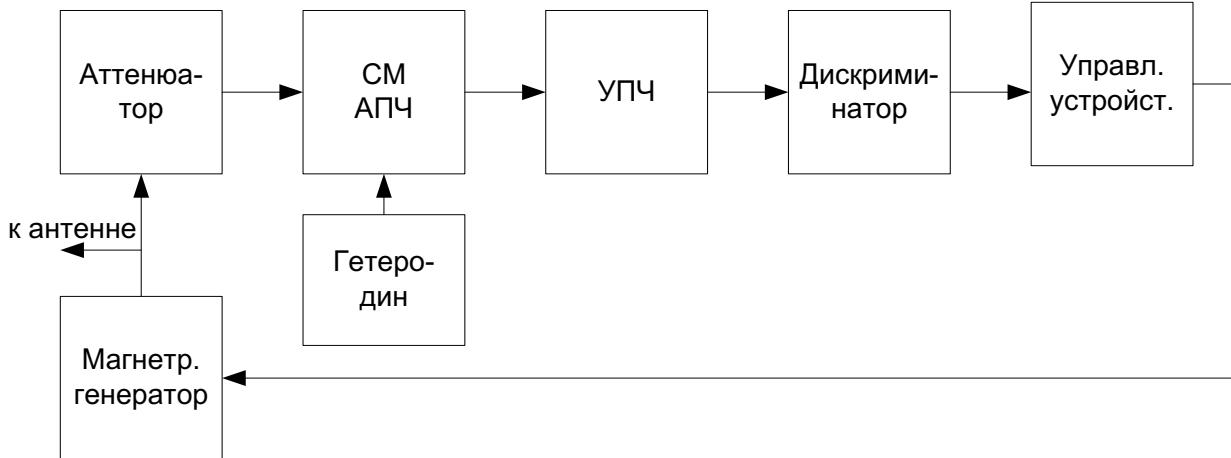


Рисунок 4.10. Структурная схема АПЧ ДРЛ

Изменение частоты МГ можно осуществлять с помощью электромеханической или электронной подстройки. Однако электронная перестройка магнетрона (путем изменения анодного напряжения магнетрона) позволяет изменить частоту в небольших пределах. Кроме того, при такой перестройке изменяется коэффициент полезного действия (КПД) МГ и мощность генерируемых сигналов. Поэтому в ДРЛ-6М2 перестройка осуществляется электромеханическим путем с помощью электродвигателя. Достоинством электромеханической системы АПЧ является возможность изменения частоты МГ в больших пределах. Недостаток – большая инерционность, не высокая точность подстройки ($\sigma_f \approx 100 \text{ кГц}$).

4.5.2. Функциональная схема АПЧ ДРЛ-6М2

Функциональная схема АПЧ ДРЛ-6М2 приведена на рисунке 4.12. Зондирующие импульсы МГ через направленный ответвитель поступают на аттенюатор. Входное устройство содержит коаксиальный контур, аналогичный преселектору в блоке приемника, и балансный смеситель. Одновременно на смеситель

поступает напряжения кварцеванного местного гетеродина (Γ). После преобразования на выходе смесителя выделяется напряжение промежуточной частоты $f_{\text{ПР}} = f_{\Gamma} - f_{\text{МГ}}$. Напряжение с частотой $f_{\text{ПР}}$ поступает на УПЧ, где усиливается, ограничивается и подается на частотный детектор (дискриминатор), настроенный на частоту 29 МГц. Если частота преобразованного сигнала равна 29 МГц, то на выходах ЧД присутствуют две последовательности положительных видеоимпульса, одинаковых по величине. При уходах частоты МГ, а значит, и $f_{\text{ПР}}$ в ту или иную сторону, импульсные напряжения на выходах ЧД становятся различными. При этом знак разности напряжений зависит от стороны ухода частоты, а значение величины разности пропорционально величине ухода частоты от $f_{\text{ПР},0} = 29$ МГц. Эта зависимость в виде дискриминационной характеристики частотного детектора приведена на рисунке 4.11.

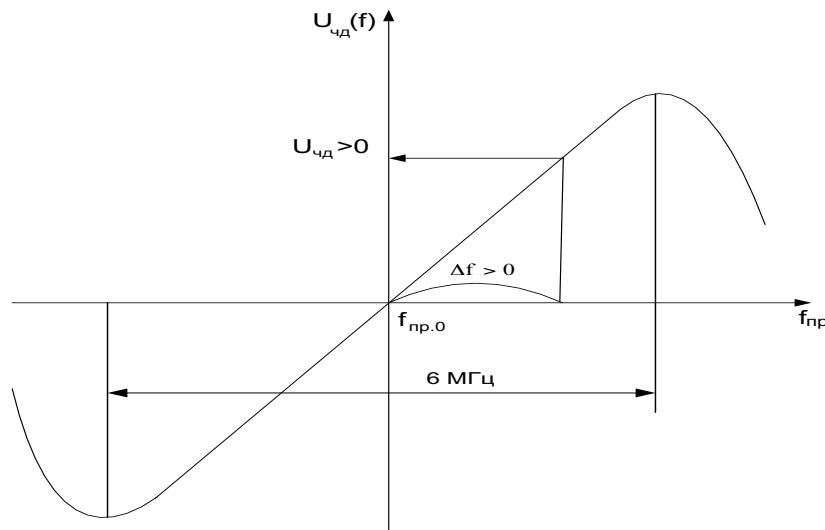


Рисунок 4.11. Дискриминационная характеристика частотного детектора

Положительные импульсы с выходов ЧД через катодный повторитель (КП) и после усиления и ограничения снизу поступают на пиковый детектор (ПД), где преобразуются в постоянные положительные напряжения. Далее, после ограничения сверху, постоянные напряжения поступают на каскад введения обратной связи (КВОС). Кроме того, на этот каскад поступает напряжение отрицательной обратной связи, введенной для стабилизации работы системы АПЧ.

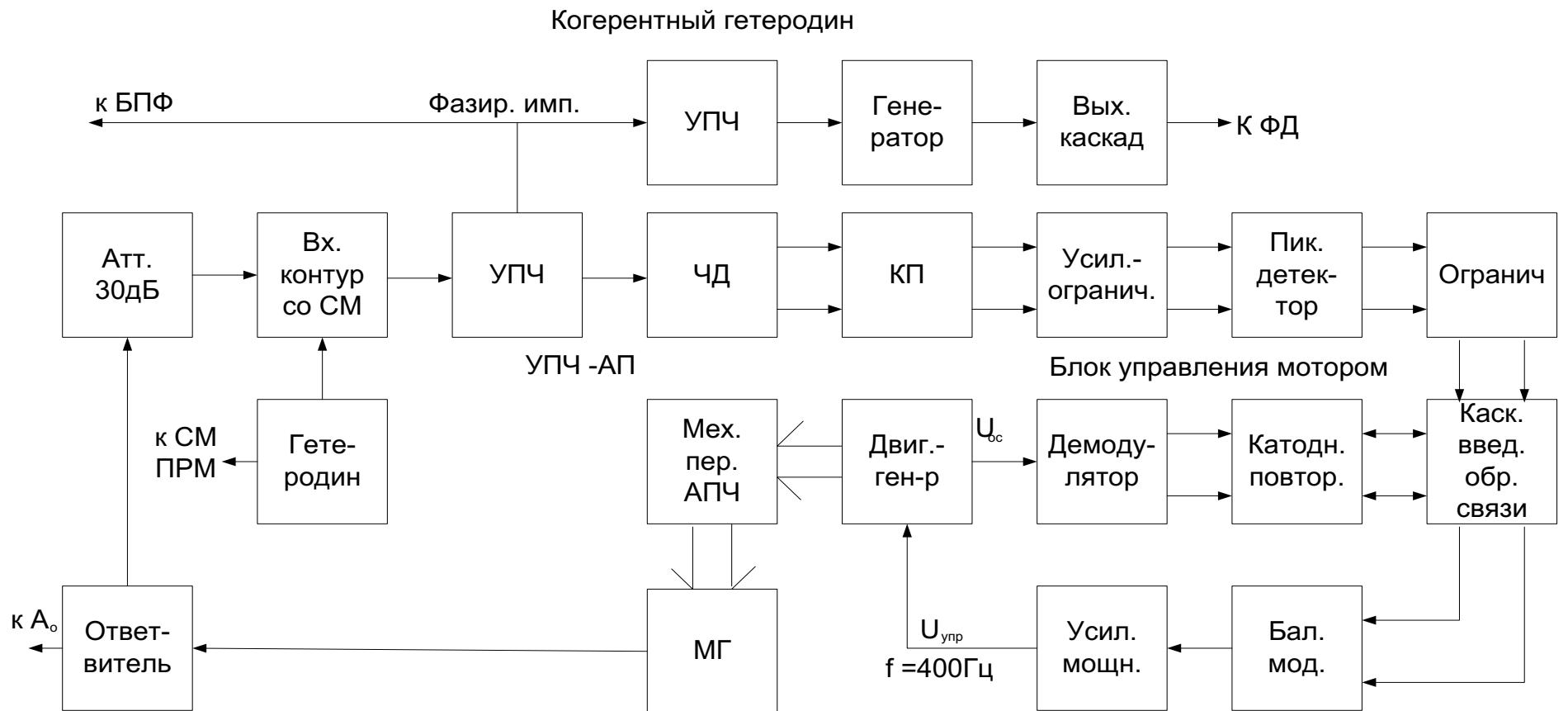


Рисунок 4.12 Функциональная схема АПЧ ДРЛ-6М2

Напряжение отрицательной обратной связи частотой 400 Гц снимается с тахогенераторной обмотки двигателя-генератора механизма перестройки магнетрона и поступает на демодулятор (ДМД), где преобразуется в два положительных напряжения постоянного тока. Амплитуды напряжений пропорциональны скорости вращения двигателя (скорости перестройки частоты). Эти напряжения через КП поступают на каскад введения обратной связи. В каскаде введения обратной связи сигналы обратной связи вычитаются из сигналов АПЧ. Результирующие напряжения постоянного тока поступают на балансный модулятор (БМ). Балансный модулятор преобразует эти постоянные напряжения в напряжение частотой 400 Гц, амплитуда и фаза которого определяются величинами и стороной расстройки частоты. В случае равенства напряжений на сетках БМ (точная настройка) на его выходе напряжение частотой 400 Гц отсутствует.

При возрастании постоянного напряжения на одной из сеток БМ (наличие частотной расстройки) на его аноде появляется напряжение частотой 400 Гц, фаза которого изменяется на 0° или 180° в зависимости от того, на какой из сеток БМ возрастает напряжение. Выходное напряжение БМ усиливается в УМ и подается на двигатель механизма перестройки частоты. По мере перестройки МГ на выходе ЧД происходит выравнивание амплитуд видеоИмпульсов, что приводит к уменьшению скорости вращения двигателя. Процесс автоподстройки продолжается до получения нулевого управляющего сигнала.

В случае отсутствия двух управляющих сигналов на сетках БМ (уход частоты МГ превысил полосу пропускания кольца АПЧ ($\Delta f \geq 10$ МГц)), в БМ происходит переключение системы АПЧ из режима "Подстройка" в режим "Перестройка" (поиск). При этом с БМ снимается напряжение ($f = 400$ Гц) с амплитудой 20...30 В и фазой, обеспечивающей вращение двигателя в нужном направлении. По мере перестройки МГ и попадания частоты преобразованного смесителем сигнала в полосу пропускания УПЧ и ЧД на входе БМ появляются сигналы управления, переводящие кольцо АПЧ в режим "Подстройка".

Выбор оптимального режима работы устройства АПЧ сводится к подбору коэффициента усиления (регулировка УСИЛЕНИЕ АПЧ на блоке приемника) и

глубины отрицательной обратной связи (ООС)(регулировка ОБРАТНАЯ СВЯЗЬ на блоке БУМ). Меняя коэффициент усиления, достигают необходимой скорости вращения двигателя, а меняя глубину ООС, добиваются минимального числа колебаний оси двигателя вокруг нулевой расстройки. Считается нормой, если двигатель совершают 2-3 колебания.

4.5.3. Принципиальная схема УПЧ-АП блока БПЧ-С

УПЧ-АП предназначен для усиления напряжения сигналов промежуточной частоты, подаваемых с выхода смесителя АПЧ, для выдачи фазирующего импульса на когерентный гетеродин и выработки регулирующих напряжений схемы АПЧ магнетрона.

УПЧ-АП имеет следующие основные параметры:

- промежуточная частота $f_{\text{ПР.О}} = 29 \text{ МГц}$;
- ширина полосы пропускания по каналу фазирующего импульса на уровне 0,7 составляет 5 МГц;
- ширина полосы пропускания частотного дискриминатора (детектора), измеренная по максимумам дискриминационной характеристики – $2\Delta f_{\text{ЧД}} = (6 \pm 0,6) \text{ МГц}$;
- ширина полосы пропускания УПЧ-АП не менее 10 МГц.

Принципиальная схема УПЧ-АП ДРЛ-6М2 представлена в альбоме схем.

УПЧ-АП состоит из 5 каскадов усиления промежуточной частоты на лампах Л1-Л5, частотного детектора на лампе Л6 и катодного повторителя на лампе Л7.

Напряжение промежуточной частоты смесителя АПЧ через высокочастотные разъемы Ш1 и Ш2 поступает на первичные обмотки входного контура L1 и L2. Входной контур выполнен на ферритовом тороидальном сердечнике, настроен на $f_{\text{ПР.О}} = 29 \text{ МГц}$ и имеет полосу пропускания не менее 14 МГц. К катушкам входного контура подключены цепи измерения постоянной составляющей токов кристаллов D1 и D2 балансного смесителя, которые развязаны по

промежуточной частоте фильтрами, состоящими из Др1, Др2, Др3, Др4, и С1, С4, С5, С6, С7, С9.

Для получения необходимой полосы пропускания и обеспечения достаточной высокой избирательности первые три каскада УПЧ выполнены по схеме тройки расстроенных каскадов. Два последних каскада настроены на промежуточную частоту 29 МГц.

Анодный контур L5, С12 лампы Л1 настроен на частоту f_1 , равную 34 МГц, анодный контур L6, С17 лампы Л2 настроен на частоту f_2 (24 МГц), а анодные контуры L7, С22 лампы Л3 и L8, С31 лампы Л4 настроены на частоту $f_{\text{пр.о.}}$. Настройка анодных контуров первых четырех каскадов производится изменением индуктивностей с помощью латунных сердечников. Резисторы R4, R7, R10, R17, включенные параллельно анодным контурам, служат для расширения полосы пропускания контуров.

С целью устранения паразитной амплитудной модуляции в анодную цепь лампы Л3 включены цепочки ограничения VD1, R12, R13 и VD2, R14, R15, обеспечивающие постоянство напряжений на входе дискриминатора при увеличении сигнала на входе УПЧ более 40 мВ.

Пятый каскад выполнен на лампе Л5 типа 6Ж43П с двумя раздельными анодами. В анод левой половины Л5 включен контур L10, С36, который подбором емкости С36 настраивается на $f_{\text{пр.о.}} = 29$ МГц. С этого контура через ВЧ разъемы Ш3 и Ш4 фазирующий импульс поступает на когерентный гетеродин и на блок приемника БПр (в БПФ).

Анодной нагрузкой правой половины лампы Л5 служит контур частотного дискриминатора L9, который совместно с С39, С43, С44, С57, нагрузками двойного диода (Л6) R22, R23, С47, С48 и дросселем Др14 образует схему частотного дискриминатора (ЧД) со связанными контурами. Амплитудная частотная характеристика ЧД приведена на рисунке 4.13.

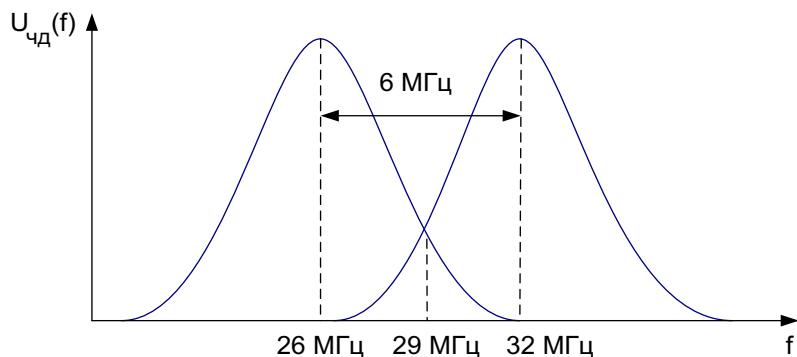


Рисунок 4.13. АЧХ частотного дискриминатора

В случае если частота поступающих на контур колебаний совпадает с частотой настройки контуров ЧД ($f_{\text{пр.о}}=29 \text{ МГц}$), то на сопротивлениях нагрузки ЧД R22 и R23 создаются падения напряжения с одинаковыми амплитудами, то есть $U_H = U_{H1} = U_{H2}$. При $f_{\text{пр}} < 29 \text{ МГц}$ $U_{H1} > U_{H2}$, при $f_{\text{пр}} > 29 \text{ МГц}$ $U_{H1} < U_{H2}$, где U_{H1} , U_{H2} – положительные напряжения на соответствующих резисторах нагрузки ЧД R22 и R23.

С ЧД выходные напряжения, представляющие собой две последовательности импульсов с различным соотношением амплитуд (рисунок 4.14), через катодный повторитель, собранный на лампе Л7, высокочастотные разъемы Ш5 и Ш6 поступают на блок управления мотором (БУМ).

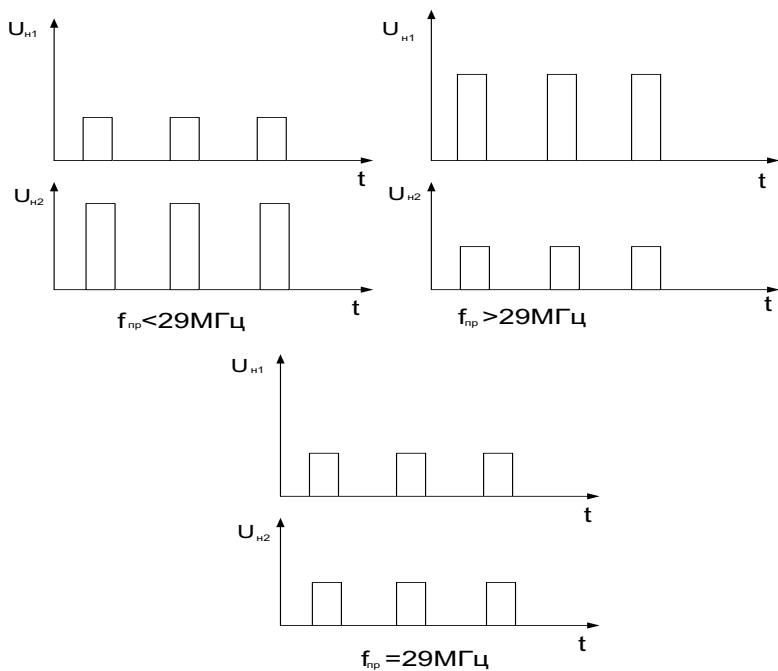


Рисунок 4.14. Выходные сигналы ЧД

4.5.4. Принципиальная схема блока управления мотором

Блок управления мотором (БУМ) предназначен для преобразования импульсных сигналов, снимаемых с ЧД, в переменное напряжение частоты 400 Гц, подаваемое на мотор механизма перестройки и автоподстройки магнетрона.

Принципиальная схема БУМ приведена в альбоме схем. Она содержит два канала:

канал выработки напряжения управления мотором;

канал отрицательной обратной связи, введенной для стабилизации работы системы АПЧ.

В канал выработки напряжения управления мотором входят усилитель-ограничитель (Л1), пиковый детектор (Л2), каскад введения обратной связи (Л3), балансный модулятор (Л4) и усилитель мощности (Л5, Л6).

В канал отрицательной обратной связи входят демодулятор (Л8, Л9) и катодный повторитель (Л7).

Усилитель-ограничитель, собранный на лампе Л1, предназначен для усиления импульсных сигналов, подаваемых с выходов катодного повторителя УПЧ-АП и их ограничения снизу. Переменный резистор R3 (или R9) регулирует уровень ограничения каскада путем изменения величины отрицательного напряжения смещения на управляющих сетках лампы Л1. Для выравнивания усиления обоих половин лампы Л1 анодное питание на них подается через переменный резистор R7 (или R8). При работе БУМ в ДРЛ-6М2 подключение R8 и R9 вместо R3 и R7 не производится.

Пиковый детектор (ПД), собранный на лампе Л2, предназначен для преобразования импульсных напряжений в постоянные напряжения, пропорциональные амплитуде импульсов. Упрощенная схема одной половины пикового детектора и временные диаграммы, поясняющие его работу, представлены на рисунке 4.15.

Каскад введения обратной связи (КВОС), собранный на лампе Л3 типа 6Н1П, предназначен для введения сигнала отрицательной обратной связи в канал выработки напряжения управления мотором.

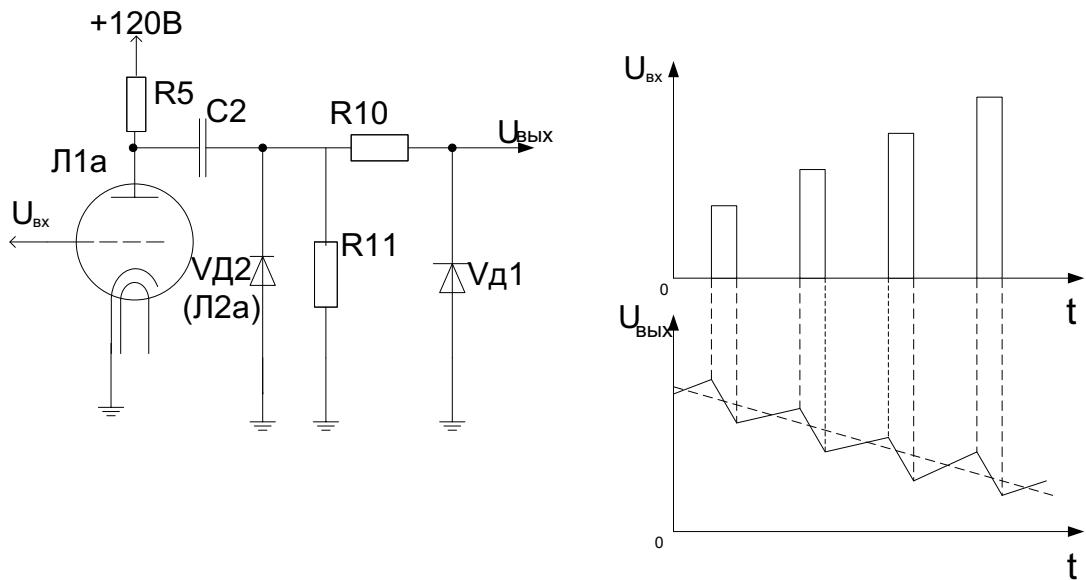


Рисунок 4.15. Принципиальная схема ПД и временные диаграммы

На сетки лампы Л3 поступают положительные управляющие напряжения постоянного тока, разность между которыми пропорциональна расстройке частоты магнетрона от номинальной. На резисторы R17 и R18 с КП на лампе Л7 вводятся сигналы отрицательной обратной связи в виде положительных напряжений постоянного тока. С катодных резисторов R17, R18, R19, R20 разностные напряжения постоянного тока поступают на сетки балансного модулятора на лампе Л4. Для защиты схемы от случайных мгновенных бросков частоты магнетрона параллельно катодным резисторам R17, R19, R20, R18 включены емкости C8, C9 (выполняют сглаживание напряжения). Анодное питание на лампу Л3 подается с делителем напряжения, состоящих из резистора R27 и резисторов R25, R23 и R26, R24. С помощью R27 можно изменять напряжение на анодах Л3 и тем самым балансировать начальные токи триодов.

Балансный модулятор собран на лампе Л4 и представляет собой дифференциальный усилитель. За счет цепочки R28, C12 в каскаде вырабатывается автоматическое смещение. В катодную цепь балансного модулятора вводится напряжение с частотой 400 Гц, амплитудой около 8 В с контакта 18, колодки Ш3. Конденсатор C12 для частоты 400 Гц представляет малое сопротивление,

поэтому на цепочке С12, R28 падения напряжения с частотой 400 Гц не происходит. На сетки балансного модулятора поступают напряжения, разность между которыми пропорциональна расстройке частоты магнетрона от номинальной. В зависимости от расстройки частоты магнетрона в сторону уменьшения или увеличения от номинальной напряжение на сетке правой половины Л4 будет большим, чем на сетке левой половины Л4, и наоборот. При точной настройке магнетрона напряжения на сетках балансного модулятора равны, на его анодных нагрузках R29 и R30 выделяются напряжения с частотой 400 Гц, равные по фазе и амплитуде. С резисторов R29 и C14 они поступают на трансформатор Тр1 с заземленной средней точкой первичной обмотки. Токи каждой половины обмотки направлены навстречу друг другу. Поэтому при подаче на вводы первичной обмотки равных по амплитуде синфазных напряжений они окажутся скомпенсированными, напряжение на вторичной обмотке будет отсутствовать. Если постоянные напряжения, поступающие на сетки балансного модулятора будут неодинаковыми по амплитуде, то на вторичной обмотке Тр1 появится напряжение с амплитудой, пропорциональной разности входных напряжений, с фазой, зависящей от знака разности входных напряжений.

Усилитель мощности выполнен по двухтактной схеме на лампах Л5 и Л6. Со вторичной обмотки трансформатора Тр1 сигнал подается на сетки ламп Л5 и Л6. Емкость С16, включенная параллельно вторичной обмотке Тр1, составляет совместно с индуктивностью вторичной обмотки контур, настроенный на частоту 400 Гц. Смещение на сетки ламп Л5 и Л6 задается с делителя, состоящего из резисторов R32 и R31, заблокированного конденсатором С15. Аноды ламп усилителя мощности соединены с выводами первичной обмотки выходного трансформатора Тр2. Анодное питание подается в среднюю точку первичной обмотки выходного трансформатора Тр2. Конденсатор С18 с первичной обмоткой Тр2 и конденсатор С19 со вторичной обмоткой Тр2 и обмоткой электродвигателя образуют контуры, настроенные на 400 Гц.

Демодулятор предназначен для преобразования переменного напряжения обратной связи, снимаемого с тахогенераторной обмотки двигателя механизма

подстройки частоты магнетрона, в постоянное напряжение, амплитуда и полярность которого зависят от амплитуды и фазы напряжения обратной связи. Демодулятор состоит из двух двойных диодов (Л8 и Л5), двух трансформаторов (Тр3 и Тр4) и резисторов R42, R43, R44. Схема демодулятора представляет собой фазочувствительный детектор и работает таким образом, что при отсутствии напряжения на входе напряжение на его выходе равно нулю. Первоначальная установка нуля выхода осуществляется потенциометром R43. При наличии расстройки частоты магнетронного генератора относительно номинальной тахогенератора двигателя механизма подстройки частоты магнетрона выдает на демодулятор напряжение с частотой 400 Гц, величина которого зависит от величины расстройки частоты магнетрона, а фаза определяется знаком этой расстройки. При этом на выходе демодулятора между катодами ламп Л8 и Л9 появляется постоянное напряжение, полярность которого определяется направлением вращения оси электродвигателя (знаком расстройки), а амплитуда зависит от величины расстройки

$$U_{\text{Вых.}} = K U_{\text{Оп.}} U_{\text{ВХ.}} \cdot \cos \varphi, \quad (4.2)$$

где $U_{\text{ВХ.}}$ – напряжение обратной связи, снимаемое с тахогенератора;

$U_{\text{Оп.}}$ – опорное напряжение;

$U_{\text{Вых.}}$ – напряжение между катодами Л8 и Л9;

φ – разность фаз входного и опорного сигналов;

K – коэффициент пропорциональности.

Для нормальной работы схемы необходимо, чтобы опорное напряжение ($U_{\text{Оп.}}$) было намного больше, чем напряжение обратной связи $U_{\text{ВХ.}}=20$ В. Поэтому в схеме стоит повышающий трансформатор Тр3, обеспечивающий $U_{\text{Оп.}}=390$ В. Сдвиг фаз между опорным напряжением и напряжением обратной связи должен быть равным 0° или 180° в зависимости от направления вращения двигателя. К выходу демодулятора подключены резисторы R39 *a* и R39 *б*, зашунтированные конденсаторами С22 и С23. Конденсаторы сглаживают пульсации напряжения на выходе демодулятора. Сдвоенный резистор R39 служит для регулировки глубины отрицательной обратной связи (ООС). С резисторов R39 *a* и R39 *б* на

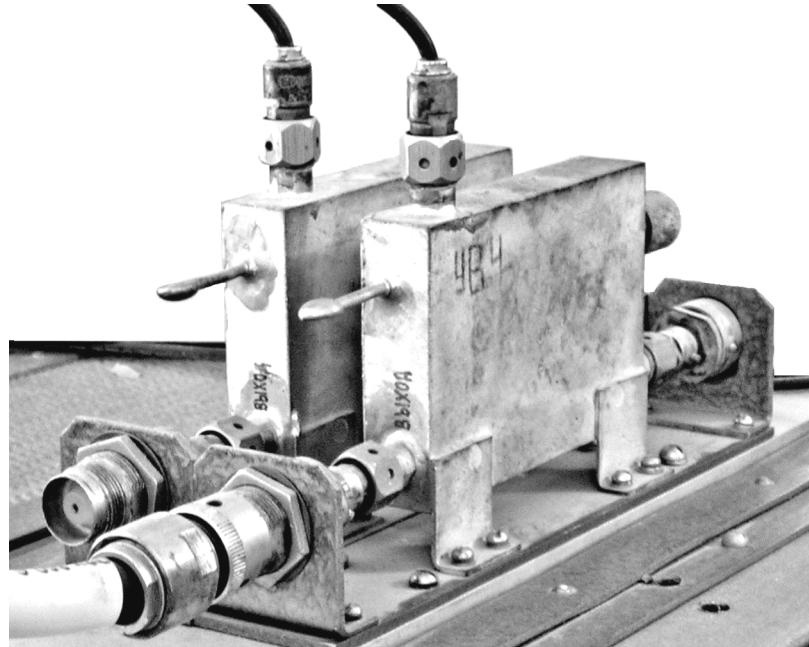
сетки лампы Л7 катодного повторителя поступают напряжения обратной связи, равные по величине и обратные по знаку. При изменении фазы напряжения обратной связи на 180° (изменение направления вращения двигателя) полярность напряжения на сетках Л7 меняется на противоположную. При точной настройке частоты магнетрона напряжения на сетках катодного повторителя (КП) равны нулю. Катодный повторитель на лампе Л7 служит для исключения влияния сигнала канала выработки напряжения управления мотором на демодулятор. Нагрузками КП являются резисторы R17 и R18. Резистор R38 служит для балансировки начальных токов Л7. Переключатель БАЛАНС и реле Р1, Р2, Р3 служат для проверки и установки баланса каскада введения обратной связи, КП на лампах Л3 и Л7 и нуля обратной связи. При установке переключателя БАЛАНС в положение "Л7" и "0" ОС напряжение +27 В через контакты 3 и 4 переключателя поступает на реле Р1 и Р2, при этом контакты 3,4 реле Р2 снимают питание с анодов Л3, контакты 1, 2, 3 и 4, 5, 6 реле Р1 отключают сетки Л3 от входа и подключают их на делитель, выдающий на сетки приблизительно такое же напряжение смещения, как при точной настройке АПЧ. Контакты 10, 12 реле Р1 снимают питание с обмотки реле Р3, которое отключает напряжение обратной связи от обмотки Тр4, при этом резистором R38 по показаниям прибора, установленного на передней панели блока БПЧ-С, может быть выставлен баланс начальных токов лампы Л7, а резистором R43 – нуль обратной связи. При установке переключателя БАЛАНС в положение "Л3" напряжение +27 В подается только на реле Р1. При этом анодное питание с Л3 не снимается и по прибору на передней панели БПЧ-С потенциометром R27 можно установить баланс начальных токов лампы Л3.

4.6. Конструкция блоков приемника первичного канала ДРЛ-6М2

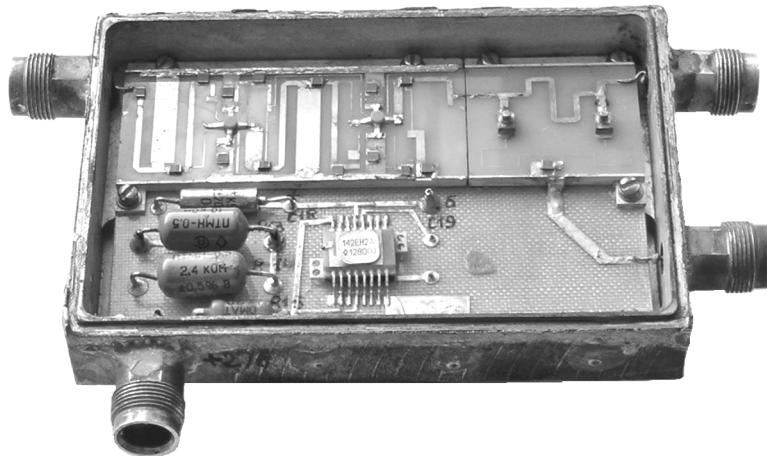
Конструкция БВУ-ВЧ

Конструктивно блок БВУ-ВЧ (рисунок 4.16 *а* и *б*) выполнен в виде гибридно-пленочной микросборки. В герметичном, заполненном инертным газом

корпусе, установлены две микрополосковые платы с напыленными резисторными и согласующими микрополосковыми линиями и печатная плата, на которой собран стабилизатор напряжения. В условиях строевой части этот блок ремонту не подлежит.



a)



б)

Рисунок 4.16. БВУ-ВЧ

Конструкция блока БПр-011

Блок БПр-011 выполнен на типовом шасси (рисунок 4.17). На правой боковой стенке блока БПр установлены субблоки:

- субблок ПУПЧ с ВАРУ;
- субблок УПЧ-А;
- субблок УПЧ-Ф;
- блок БПф;
- балансный смеситель с переходником;
- преселектор.

На передней панели блока размещены:

- электроизмерительный прибор – ИП;
- переключатель В1 для выбора контролируемого параметра приемника;
- лампочки, имеющие гравировку РАБОТА и ГТОВ;
- предохранители Пр1-СЕТЬ и ПР-27 В.

На передней панели установлена дверца, под которой размещены:

- тумблер В2 на два положения РАБОТА–ПРОВЕРКА ФАЗИРОВАНИЯ;
- регулировочное сопротивление R16 с гравировкой РРУ-СДЦ;
- регулировочное сопротивление R19 с гравировкой РРУ-А.

На торце шасси блока установлены:

- вилки кабельные Ш13-Ш20;
- розетки Ш3, Ш4, Ш7, Ш10.

Конструкция блока БПЧ-С

Блок БПЧ-С (рисунок 4.18) собран на типовом шасси. На передней панели блока установлены: измерительный прибор с подсветом шкалы и галетный переключатель контроля режимов работы блока, предохранители напряжения +27 В и 220 В, сигнальная лампа наличия напряжения 220 В. Под дверцей находятся регулировочные элементы блока управления мотором, переключатель БАЛАНС и переменные резисторы с гравировкой Л7, Л3 и "0" ОС.

На правой стороне шасси установлены субблок УПЧ-АП и входное устройство (входной контур со смесителем).

К высокочастотному разъему входного устройства подключен фиксированный аттенюатор на 30 дБ.

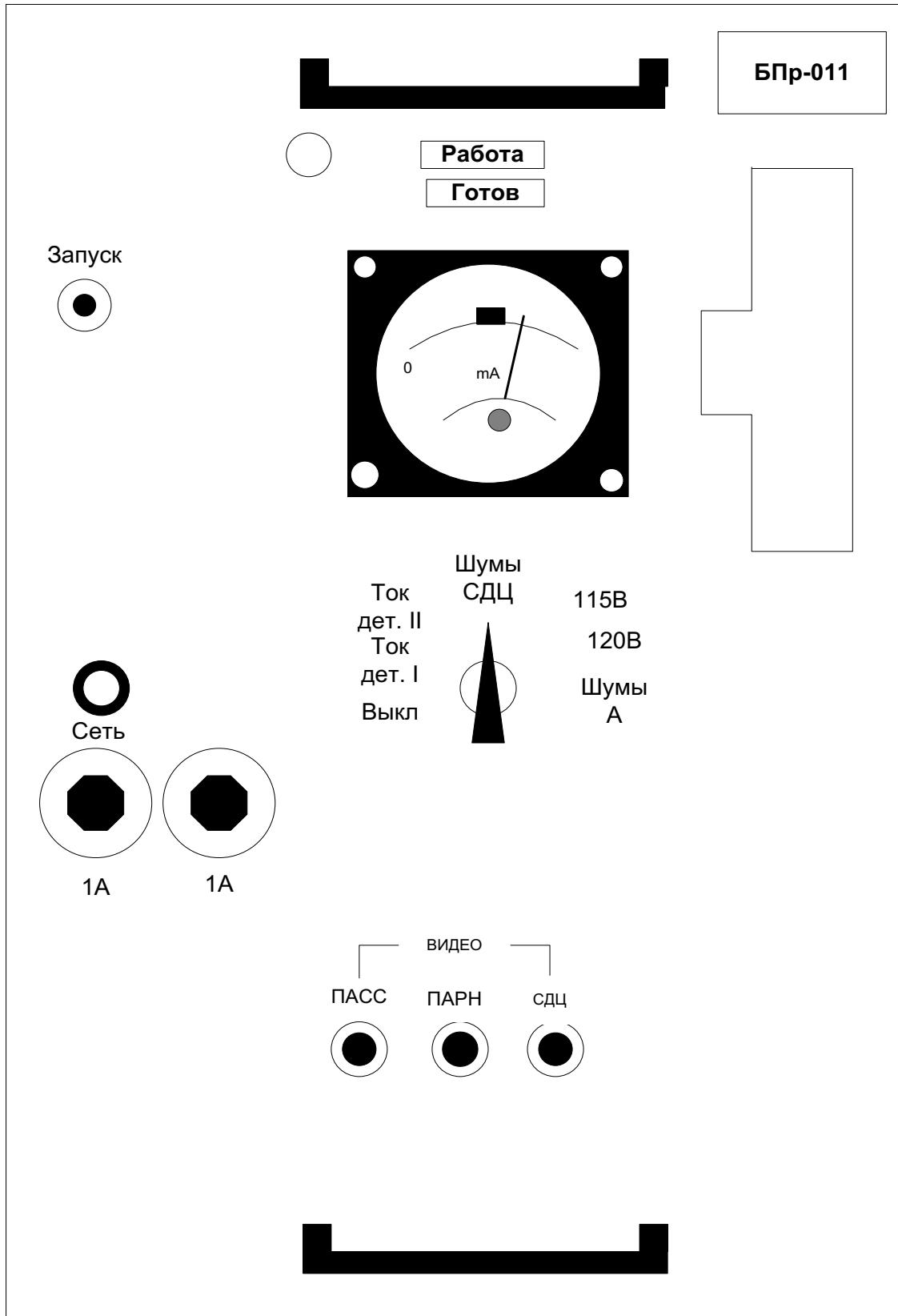


Рисунок 4.17. Блок БПр-011

Субблок КГ установлен на четырех амортизаторах. На левой стороне шасси расположены блок управления мотором, смонтированный на типовой

откидывающейся субпанели, и гетеродин в экране. Гетеродин закреплен на общем основании с входным устройством .

На задней стенке шасси установлены входные 30–ножевые колодки Ш1, Ш2 и высокочастотные разъемы. Установка тока гетеродина производится через отверстия в задней стенке шасси с гравировкой ТОК ГЕТЕРОДИНА.

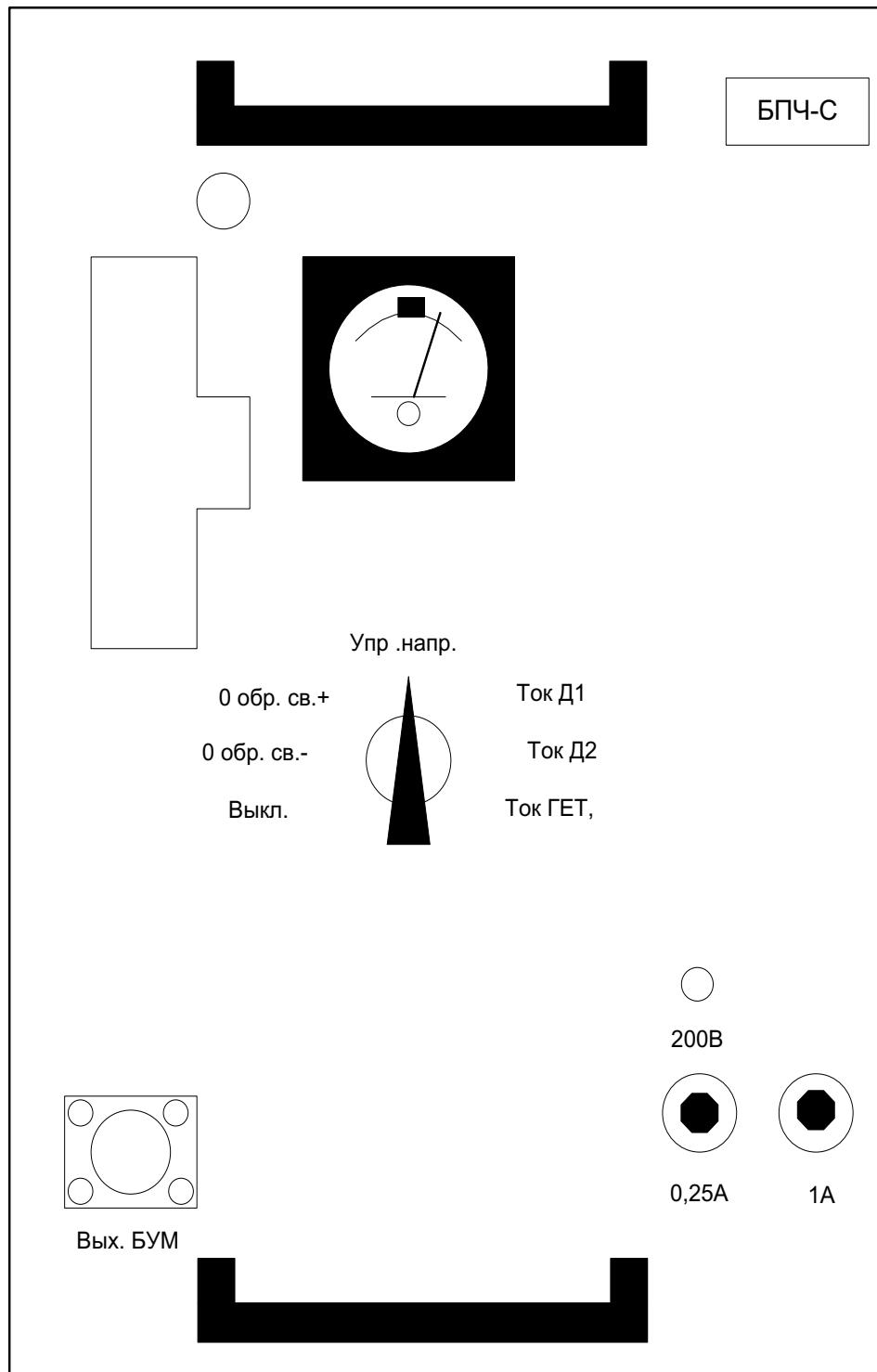


Рис.4.18. Блок БПЧ-С

4.7. Функциональная схема приемника вторичного канала ДРЛ

4.7.1. Функциональная схема блока БР-009

Блок БР-009 представляет собой двухканальный супергетеродинный приемник. Функциональная схема блока БР-009 изображена на рисунке 4.19.

В состав схемы блока БР-009 входят следующие субблоки:

- а) усилители высокой частоты (УВЧ) суммарного и разностного каналов;
- б) усилители промежуточной частоты (УПЧ) суммарного и разностного каналов;
- в) кварцеванный гетеродин с автоматической регулировкой мощности (АРМ);
- г) фазовый детектор (ФД);
- е) контрольно-измерительная схема.

На вход блока БР-009 поступают сигналы U_s и U_a , полученные после суммарно-разностного преобразования в кольцевом мосте каналов U_{OCH} и U_P , принятых антеннами основной и подавления. В блоке сигналы U_s и U_a усиливаются каждый своим УВЧ и поступают на балансные смесители, на которые также подаются напряжения гетеродина. В результате преобразования образуются напряжения промежуточной частоты, которые через согласующие контуры ВЧ поступают на входы УПЧ- Σ и УПЧ- Δ . С выхода УПЧ усиленные сигналы поступают на вход блока ФД, где после дополнительного усиления сигналов происходит обратное преобразование их фазовых соотношений в амплитудные. На выходе субблока ФД имеются фазовращатели, которые служат для компенсации относительного статического сдвига фаз в каналах усиления промежуточной частоты.

С выхода ФД сигналы U_{OCH} и U_P через катодные повторители поступают на видеоблок на схему амплитудного сравнения, где происходит амплитудное сравнение сигналов U_{OCH} и U_P , в результате чего определяется принадлежность принятого ответного сигнала главному лучу основной антенны ДРЛ, либо к боковым лепесткам. Если $U_{OCH} > U_P$, то на выходе схемы сравнения появляется видеосигнал, который подается на каскад совпадения.

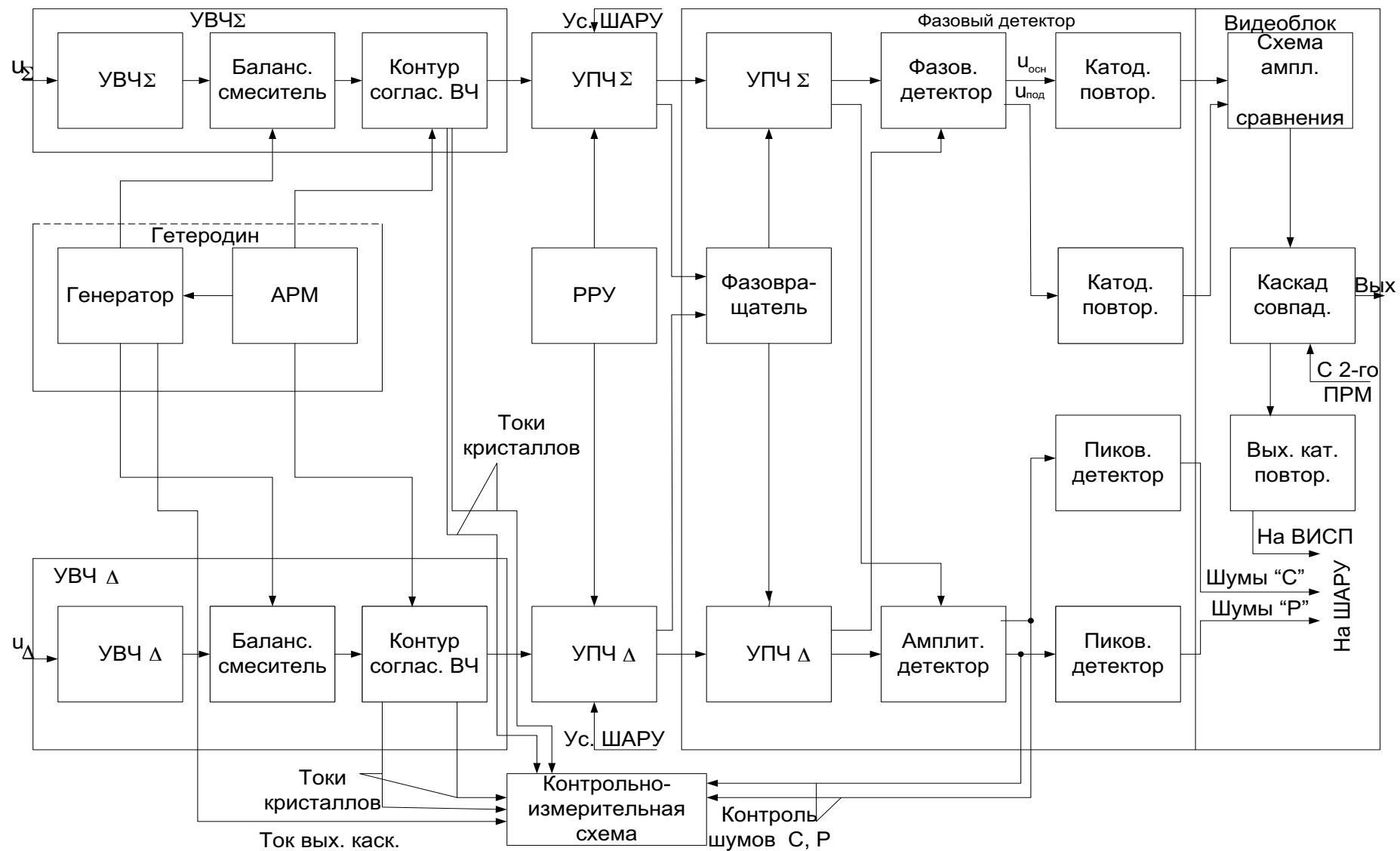


Рисунок 4.19 Функциональная схема блока БР-009

Если $U_{OCH} < U_{II}$, то на выходе схемы сравнения результирующий видеосигнал отсутствует. Каскад совпадения используется в одном из блоков БР-009, когда стойка СНПО-01 используется как единое приемное устройство вторичного канала В этом случае на второй вход каскада совпадения подается видеосигнал с выхода второго приемника НПО-65.

Видеоблок имеет два выхода: с первого выхода сигнал проходит через согласующий КП на блок обработки информации БОИ-М и далее на ИКО. Со второго выхода сигнал подается через мощный выходной КП на аппаратуру обработки навигационной информации (ОНИ) ВИСП-75.

В субблоке ФД имеются также два амплитудных детектора, с выхода которых шумы суммарного и разностного каналов поступают на пиковые детекторы ШАРУ. Детекторы ШАРУ выделяют постоянные составляющие шумов каналов "суммы" и "разности". Постоянные составляющие поступают на входы схемы ШАРУ и используются для автоматической регулировки усиления соответствующих каналов.

В блоке БР-009 предусмотрена и ручная регулировка усиления (РРУ), которая осуществляется путем подачи отрицательного напряжения смещения на управляющие сетки ламп УПЧ от источника питания -125 В.

Переход с одной фиксированной частоты на другую осуществляется сменой кварцев задающего генератора гетеродина и одновременной перестройкой контура выходного каскада гетеродина и контуров УВЧ Σ и УВЧ Δ автоматически путем установки переключателя В2 на боковой панели блока БР-009 в заданное положение.

Контрольно-измерительная схема позволяет контролировать токи выходного каскада гетеродина и кристаллических диодов балансных смесителей, обратные сопротивления этих диодов, а также напряжения шумов суммарного и разностного каналов.

4.7.2. Функциональная схема блока БП-134. Схемы ШАРУ и допускового контроля

Блок БП-134 предназначен для запитки накальных, анодных и сеточных цепей приемника БР-009, а также для автоматической регулировки усиления суммарного и разностного каналов приемника.

Блок БП-134 в свой состав включает стабилизированные источники постоянного и переменного напряжения, а также субблок ШАРУ.

Стабилизированные источники постоянного напряжения выдают следующие напряжения:

- а) +250 В при токе нагрузки 2400 мА;
- б) +250 В при токе нагрузки 140 мА;
- в) +150 В при токе нагрузки 130 мА;
- г) +150 В при токе нагрузки 230 мА;
- д) -125 В при токе нагрузки 60 мА;
- е) +27 В.

Унифицированный стабилизатор переменного напряжения 220 В 400 Гц обеспечивает точность стабилизации при изменении напряжения питающей сети $\pm 10\%$ не более $\pm 1,5$ В.

Субблок ШАРУ предназначен для автоматической регулировки усиления каналов "разности" и "суммы", допускового контроля усиления приемного устройства. Субблок обеспечивает постоянство коэффициентов усиления каналов "суммы" и "разности" приемного устройства с точностью $\pm 15\%$, сигнализирует об аварии при увеличении или уменьшении входного напряжения на $\pm 30\%$ относительно номинала.

Принцип действия унифицированного стабилизатора переменного напряжения

Данный стабилизатор относится к стабилизаторам переменного напряжения компенсационного типа. Функциональная схема стабилизатора приведена на рисунке 4.20. Стабилизация напряжения осуществляется следующим образом.

При увеличении напряжения питающей сети или с уменьшением тока нагрузки I_h , напряжение на выходе стабилизатора начнет возрастать. При этом на выходе измерительного элемента появляется сигнал, пропорциональный разности напряжения опорного и напряжения сети, который усиливается усилителем. Нагрузкой усилителя является компенсационная обмотка дросселя Др3. Увеличение напряжения на выходе усилителя приводит к увеличению тока, протекающего через компенсационную обмотку, и увеличению магнитного потока вокруг этой обмотки. Компенсационная обмотка включена таким образом, что протекающий по ней ток создает магнитный поток, уменьшающий суммарный магнитный поток дросселя Др3. Индуктивность дросселя Др3 уменьшается. Дроссели Др2, Др3 и конденсатор С образуют параллельный колебательный контур, настроенный на частоту, большую, чем сетевое напряжение (400Гц). Уменьшение индуктивности колебательного контура приводит к уменьшению его эквивалентного сопротивления, а следовательно, к падению напряжения на нем. Колебательный контур включен параллельно нагрузке, следовательно, напряжение на выходе стабилизатора уменьшается.

При уменьшении напряжения сети процессы регулирования аналогичны, но обеспечивают возрастание напряжения на колебательном контуре и, следовательно, на нагрузке.

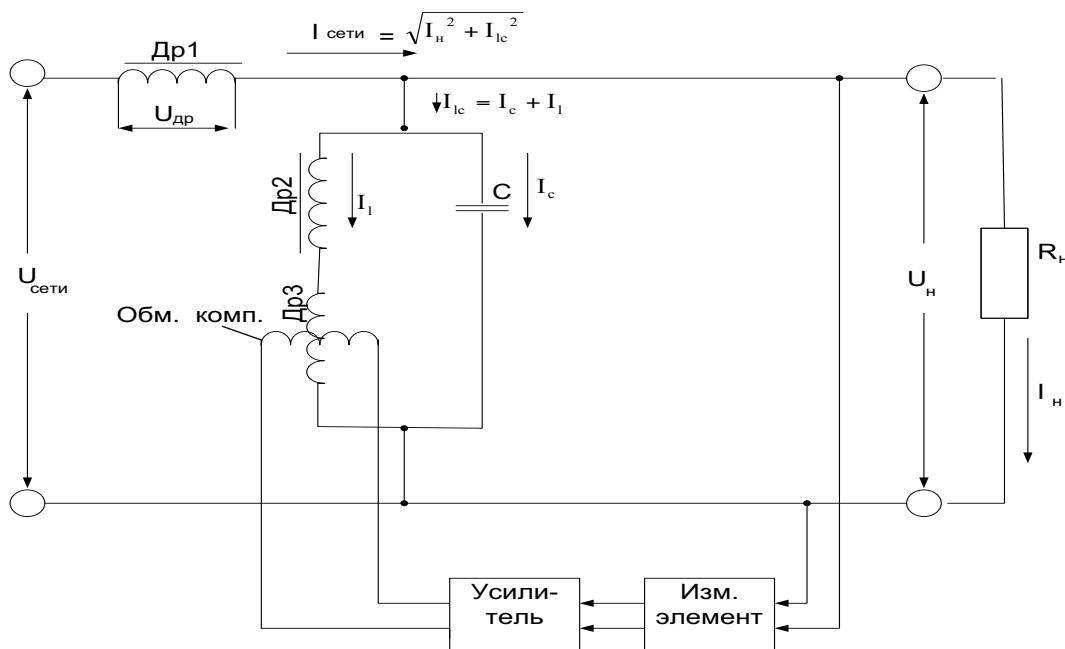


Рисунок 4.20. Унифицированный стабилизатор переменного напряжения

Принцип действия ШАРУ по функциональной схеме

Функциональная схема ШАРУ представлена на рисунке 4.22 Схема ШАРУ состоит из двух идентичных каналов, каждый из которых осуществляет автоматическую регулировку усиления соответствующих УПЧ Σ и УПЧ Δ . Рассмотрим принцип действия схемы ШАРУ.

Мгновенное значение напряжения внутренних шумов в приемном тракте определяется его спектральной плотностью и полосой пропускания УПЧ. Будем полагать, что спектральная плотность внутренних шумов в полосе пропускания УПЧ постоянна, а плотность вероятности мгновенных значений $W(U)$ распределена по нормальному закону (рисунок 4.21 *а*)

$$W(U) = \frac{1}{\sigma_{ш} \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{U_{ш}^2}{2\sigma_{ш}^2}\right), \quad (4.3)$$

где – $U_{ш}$ – мгновенное значение шума;

$\sigma_{ш}$ - среднее квадратическое значение мгновенных значений внутренних шумов приемника. С выхода УПЧ напряжение шумов подается на амплитудный детектор, который производит выделение огибающей шума. При этом плотность вероятности огибающей подчиняется закону Релея (рисунок 4.21 *б*)

$$W(U) = \frac{U}{2\pi\sigma_{ш}^2} \exp\left(-\frac{U^2}{2\sigma_{ш}^2}\right), U \geq 0, \quad (4.4)$$

где $\sigma_{ш}$ - среднеквадратическое значение огибающей.

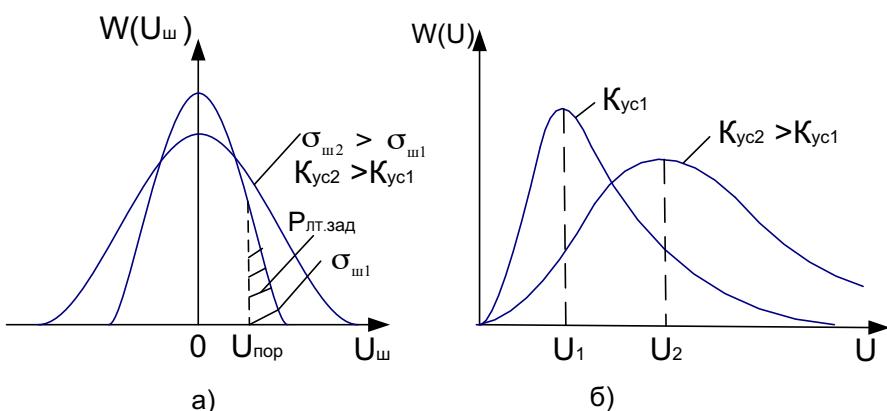


Рисунок 4.21. Плотности вероятности распределения амплитуды шумов

В соответствии с критерием обнаружения Неймана-Пирсона величина вероятности ложной тревоги $P_{ЛТ} \leq P_{ЛТ.ЗАД}$. При увеличении мощности шумов или помех на входе приёмника величина $P_{ЛТ}$ будет увеличиваться. При изменении коэффициента усиления УПЧ также происходят соответствующие изменения как в законах распределения плотностей вероятностей, так и мгновенных значений огибающих (см. рисунок 4.21). Поэтому схема ШАРУ за счёт изменения коэффициентов усиления УПЧ Σ и УПЧ Δ должна обеспечивать выполнение условия $P_{ЛТ} \leq P_{ЛТ.ЗАД}$.

С выходов амплитудных детекторов напряжения огибающих шумов U_Σ и U_Δ подаются на детекторы ШАРУ, основная задача которых выделить постоянные составляющие огибающих шумов. Постоянные составляющие шумов суммарного и разностного каналов поступают на входы каскадов совпадения, в которых при помощи стробирования формируются импульсы с длительностью и периодом следования стробирующего импульса и амплитудой, равной постоянной составляющей шумов. Стробирующие импульсырабатываются мультивибратором, работающим в автоколебательном режиме. Период повторения импульсов 1200 ± 200 мкс, длительность импульсов 60 ± 10 мкс.

Импульсы, выделенные каскадами совпадения, сравниваются с опорными напряжениями, снимаемыми с прецизионного делителя напряжения (задаёт величину $P_{ЛТ.ЗАД}$), общего для обоих каналов. С выходов схем сравнения сигналы рассогласования поступают на двухкаскадные усилители и преобразуются после усиления пиковыми детекторами в постоянные регулирующие напряжения.

С выходов усилителей постоянного тока (УПТ) отрицательные регулирующие напряжения поступают соответственно на управляющие сетки УПЧ Σ и УПЧ Δ .

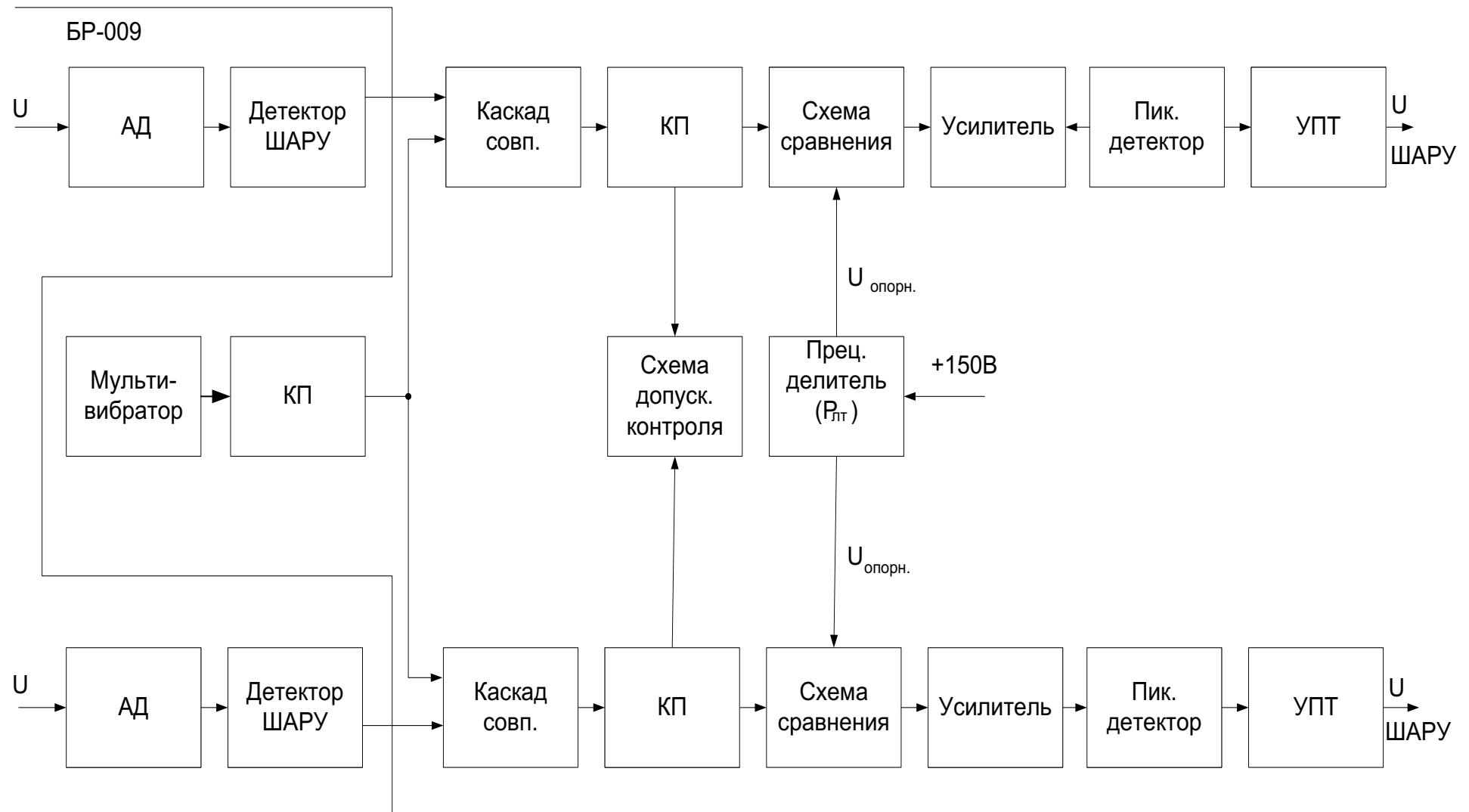


Рисунок 4.22 Функциональная схема ШАРУ

Принцип действия схемы допускового контроля

Схема допускового контроля осуществляет допусковой контроль усиления каналов "суммы" и "разности" приемника НПО-65. Данная схема обеспечивает выключение сигнала "Работа" (приёмник отключается) при изменении постоянной составляющей шумов более чем на $\pm 30\%$ относительно номинального значения, пропорционального $P_{ЛТ ЗАД}$. В первом случае, $P_{ЛТ} > (P_{ЛТ ЗАД} + +0,3P_{ЛТ ЗАД}) = 1,3P_{ЛТ ЗАД}$, это обусловлено тем, что велика степень искажения полезных кодированных ответных сигналов с самолётного ответчика, во втором случае, $P_{ЛТ} < (P_{ЛТ ЗАД} - 0,3P_{ЛТ ЗАД}) = 0,7P_{ЛТ ЗАД}$, это связано, вероятнее всего, с отказом НПО-65. Функциональная схема допускового контроля приведена на рисунке 4.23 и включает в себя схемы аварии по максимуму и минимуму.

При превышении амплитуды напряжения постоянной составляющей шумов в любом из каналов более чем на 30% относительно номинального значения срабатывает ждущий мультивибратор (МВ) схемы аварии по максимуму. Вырабатываемые мультивибратором импульсы детектируются пиковым детектором, постоянное отрицательное напряжение с нагрузки пикового детектора запирает лампу Л7 усилителя. В цепь анода лампы усилителя включено реле Р1, которое обесточивается и размыкает контакты реле цепи "Работа".

Принцип работы схемы аварии по минимуму аналогичен вышерассмотренному, только в данном случае анализируется возможное уменьшение напряжения постоянной составляющей шумов менее чем на 30% относительно номинального значения.

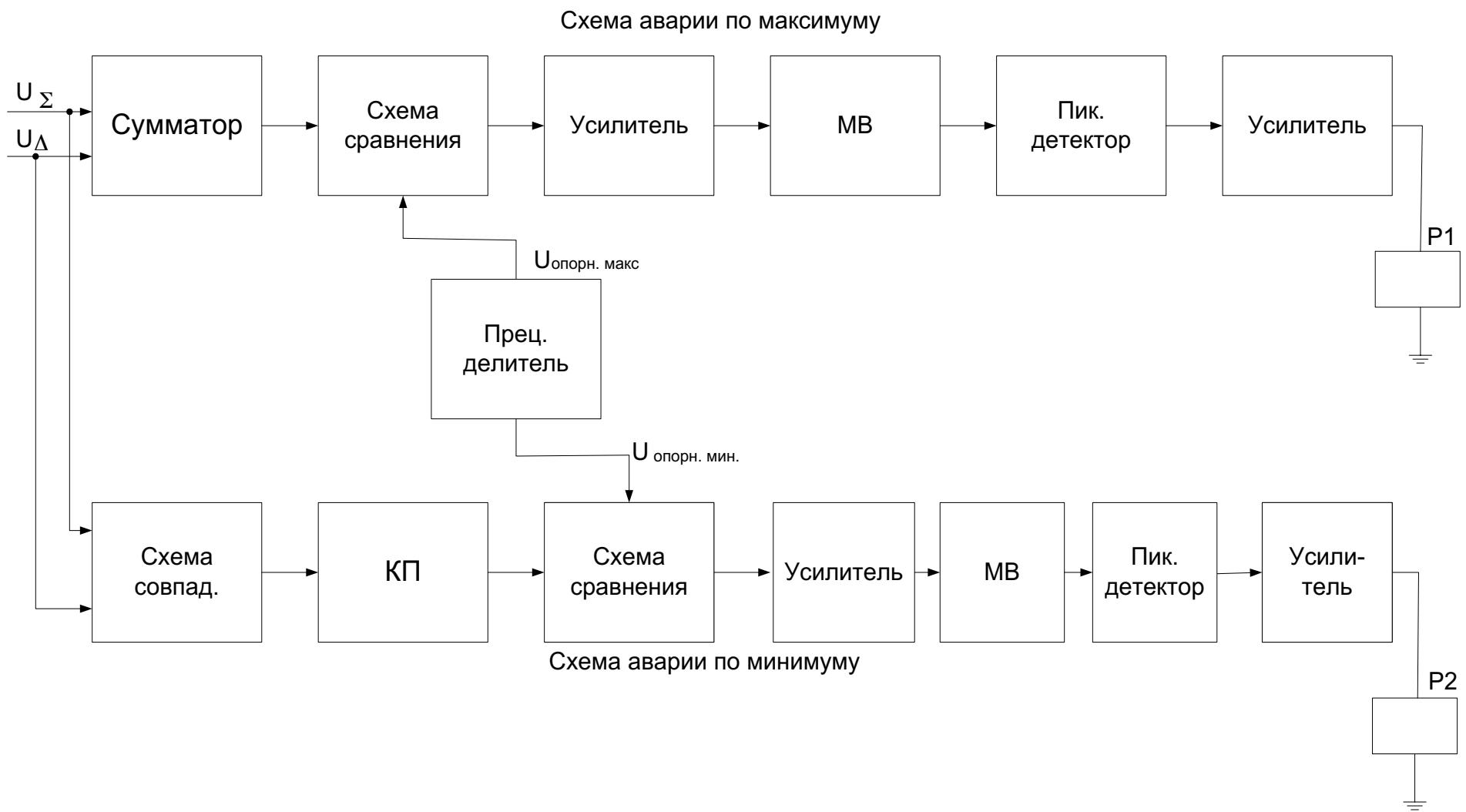


Рисунок 4.23. Функциональная схема допускового контроля

4.7.3. Принципиальные схемы стабилизаторов напряжений

Учитывая идентичность схемных решений стабилизаторов рассмотрим принципиальную схему стабилизатора 220В 400 Гц (рисунок 4.24).

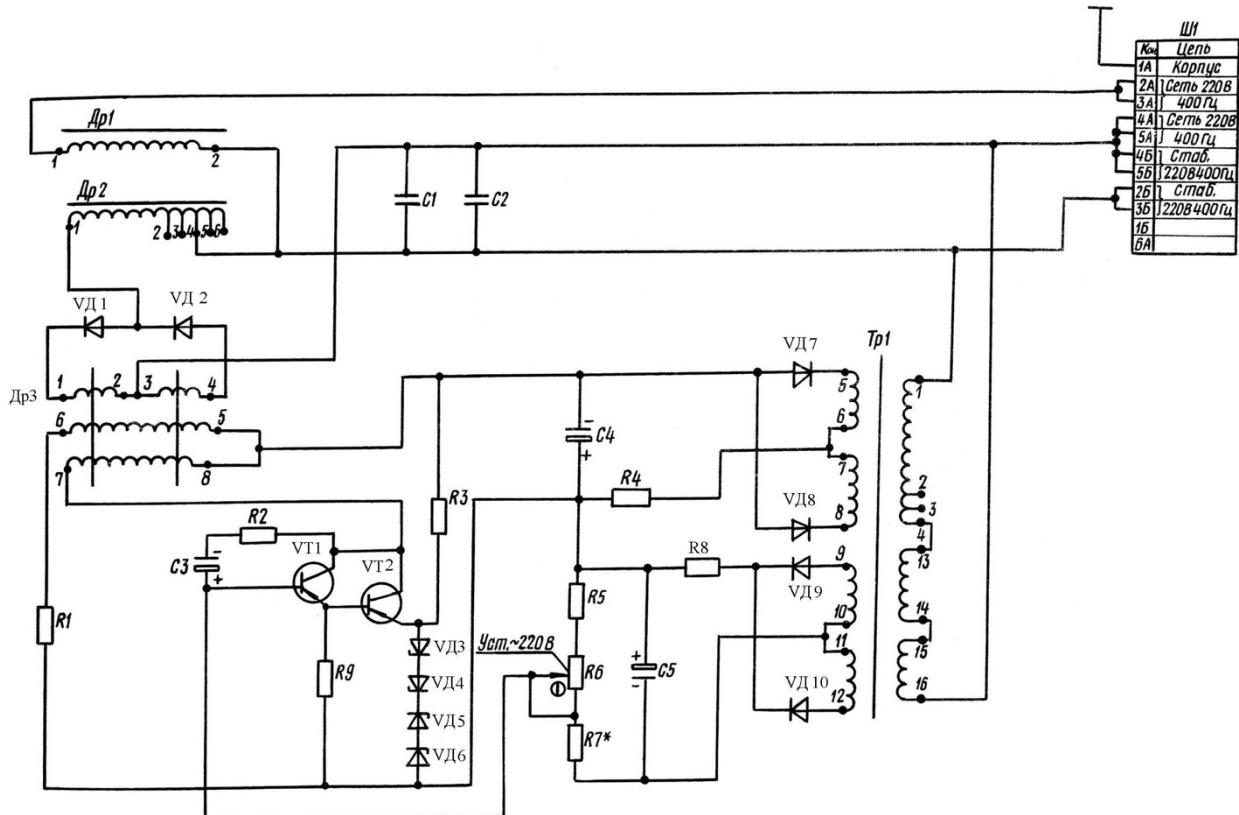


Рисунок 4.24. Принципиальная схема стабилизатора напряжения 220В

Стабилизатор напряжения относится к типу компенсационных. В состав исполнительного элемента стабилизатора напряжения входят ненасыщенные (линейные) дроссели Др1, Др2, управляющий дроссель Др3 и конденсаторы С1, С2. Управляющий дроссель Др3 выполнен с внутренней обратной связью и имеет рабочие обмотки 1-2, 3-4, обмотку смещения рабочей точки 5-6 и обмотку управления 7-8. Внутренняя обратная связь осуществляется диодами VД1, VД2, включенными последовательно с рабочими обмотками 1-2, 3-4 дросселя Др3. Усилительным элементом является усилитель постоянного тока, выполненный на составном триоде VT1, VT2. Выход усилителя подключен к обмотке управления 7-8 дросселя Др3. Измерительный элемент состоит из выпрямителя, собранного на однополупериодной схеме с емкостным фильтром и источника

опорного напряжения на кремниевых стабилитронах ВД3...ВД6. Выпрямитель собран на диодах ВД9, ВД10 и имеет Г-образный выходной фильтр, состоящий из резистора R8 и емкости C5. Выпрямитель нагружен на делитель из резисторов R5, R6, R7. Параметры фильтра R8, C5 и делителя R5, R6, R7 выбраны таким образом, чтобы напряжение у этого выпрямителя было бы пропорционально среднему значению выходного напряжения стабилизатора. Выпрямитель питается от вторичных обмоток трансформатора Тр1. Питание усилителя постоянного тока (VT1, VT2), источника опорного напряжения ВД3...ВД6 и обмотки смещения 5-6 дросселя Др3 осуществляется от выпрямителя, собранного по двухполупериодной схеме на плоскостных кремниевых диодах ВД7 и ВД8. Сглаживание выпрямленного напряжения осуществляется с помощью Г-образного фильтра (резистор R4 и емкость C4). Этот выпрямитель также питается от вторичных обмоток трансформатора Тр1. Резистор R2 и емкость C3 служат для повышения динамической устойчивости стабилизатора напряжения. Установка величины выходного напряжения осуществляется переменным резистором R6 УСТАНОВКА~220В. При этом смещается положение исходной рабочей точки (ИРТ) на характеристике полного сопротивления $Z(\omega)$ колебательного контура, образованного ДР2, ДР3, С1, С2 (рисунок 4.25).

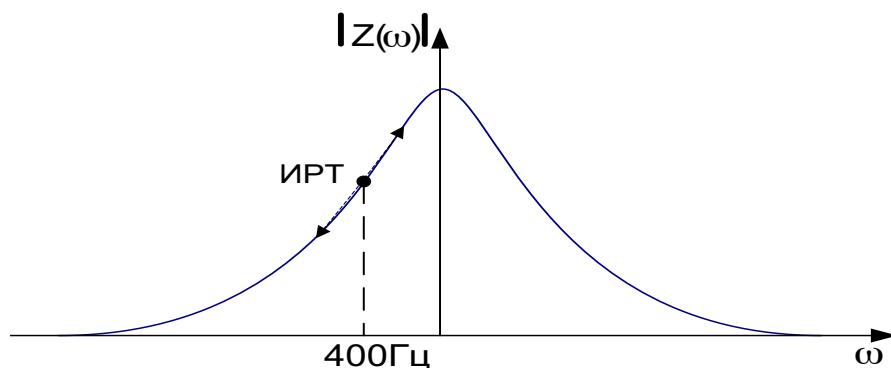


Рисунок 4.25. Модуль полного сопротивления контура

При отклонении сетевого напряжения от номинального значения изменяется выходное напряжение, изменяется индуктивность дросселя Др3, сопротивление колебательного контура. Так как колебательный контур подключен параллельно к нагрузке, то это ведет к изменению выходного напряжения стабилизатора таким образом, чтобы оно оставалось постоянным.

4.8. Конструкция приемника вторичного канала ДРЛ-6М2

Блок БР-009 смонтирован на типовом шасси (рисунок 4.26). Каркас шасси делит блок по вертикали на две равные части.

Слева (со стороны лицевой панели) размещены накальные трансформаторы, переключатель частот настройки БР-009, субблоки УПЧ-С и УПЧ-Р, фазовый детектор. Справа размещены УВЧ-С, УВЧ-Р, панель с реле, гетеродин, видеоблок.

На лицевой панели сверху установлены сигнальные лампочки ГТОВ и РАБОТА, контрольно-измерительный прибор с переключателем (В3) и кнопкой ОБРАТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ. Правее кнопки размещен переключатель рода работ ДИСТАНЦ-МЕСТН-ВЫКЛ.

Под прибором расположены четыре лампочки, сигнализирующие о выбранной частоте приемного устройства.

Ниже расположены два потенциометра регулировки усиления "УПЧ-С" и "УПЧ-Р" с переключателем "РРУ-ШАРУ".

Правее расположен переключатель "РРМ-АРМ" с потенциометром ручной регулировки мощности гетеродина "РРМ".

В нижнем ряду расположены три кнопки контроля отработки механизмов перестройки "УВЧ-Р", гетеродин.

Слева внизу установлены высокочастотные разъемы под кабель РК-3 ВХОД КАНАЛ СУММЫ и ВХОД КАНАЛ РАЗНОСТИ.

Конструктивно блок питания БП-134 выполнен на типовом шасси (рисунок 4.27). На передней панели блока расположены: вольтметр с переключателем, предохранители и неоновые лампочки к ним, сигнальная лампочка и предохранитель сети 27 В, контрольные гнезда и две кнопки для проверки работоспособности субблока ШАРУ. На раме с левой стороны расположены: субблок ШАРУ, выпрямитель 240 В 150 мА.

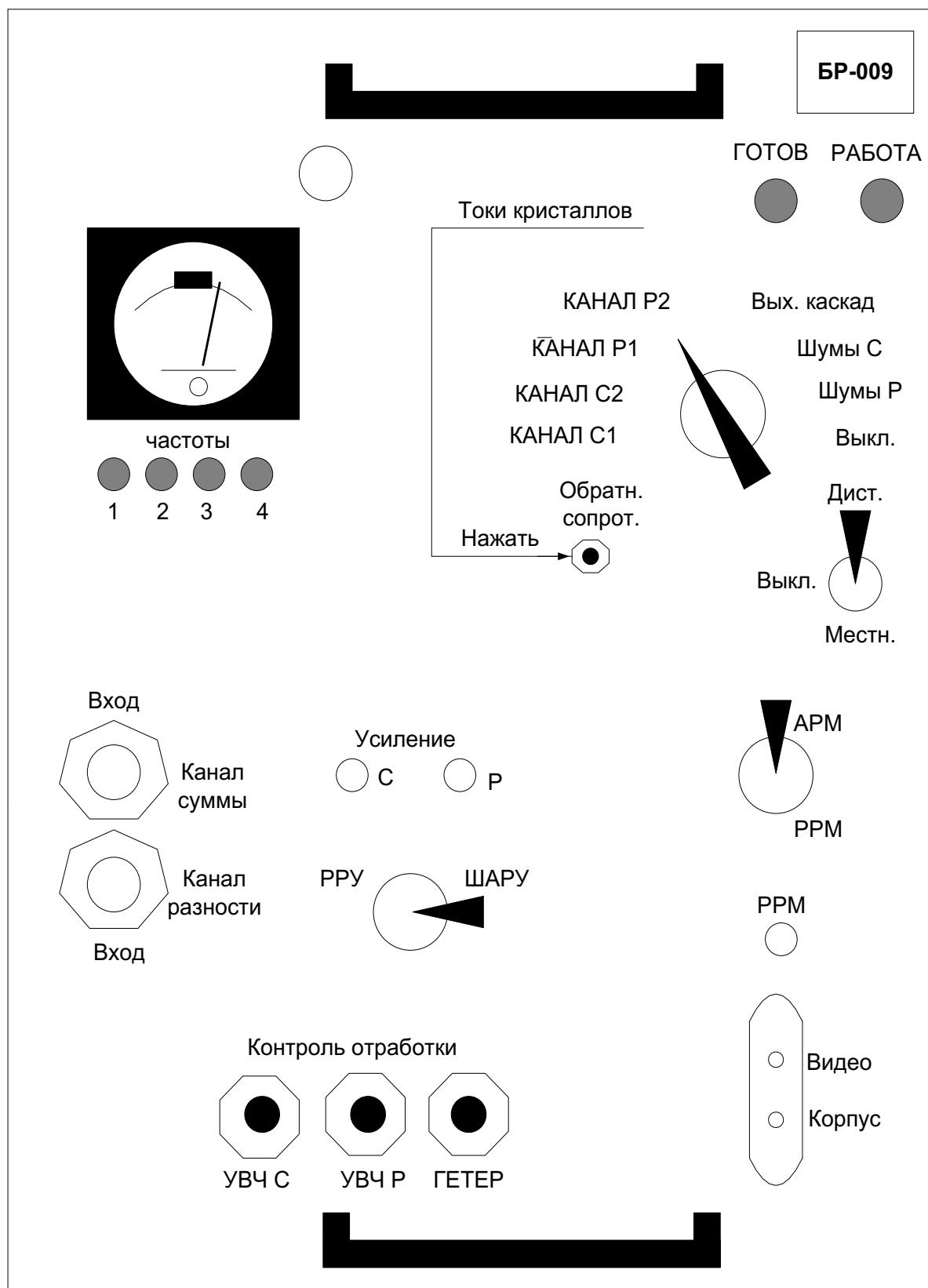


Рисунок 4.26. Приемник вторичного канала ДРЛ-6М2

На боковой вертикальной стенке размещены стабилизатор напряжения унифицированный, реле Р1, Р2 и два трансформатора Тр1, Тр2. На правой стороне размещены остальные выпрямители и стабилизаторы напряжения.

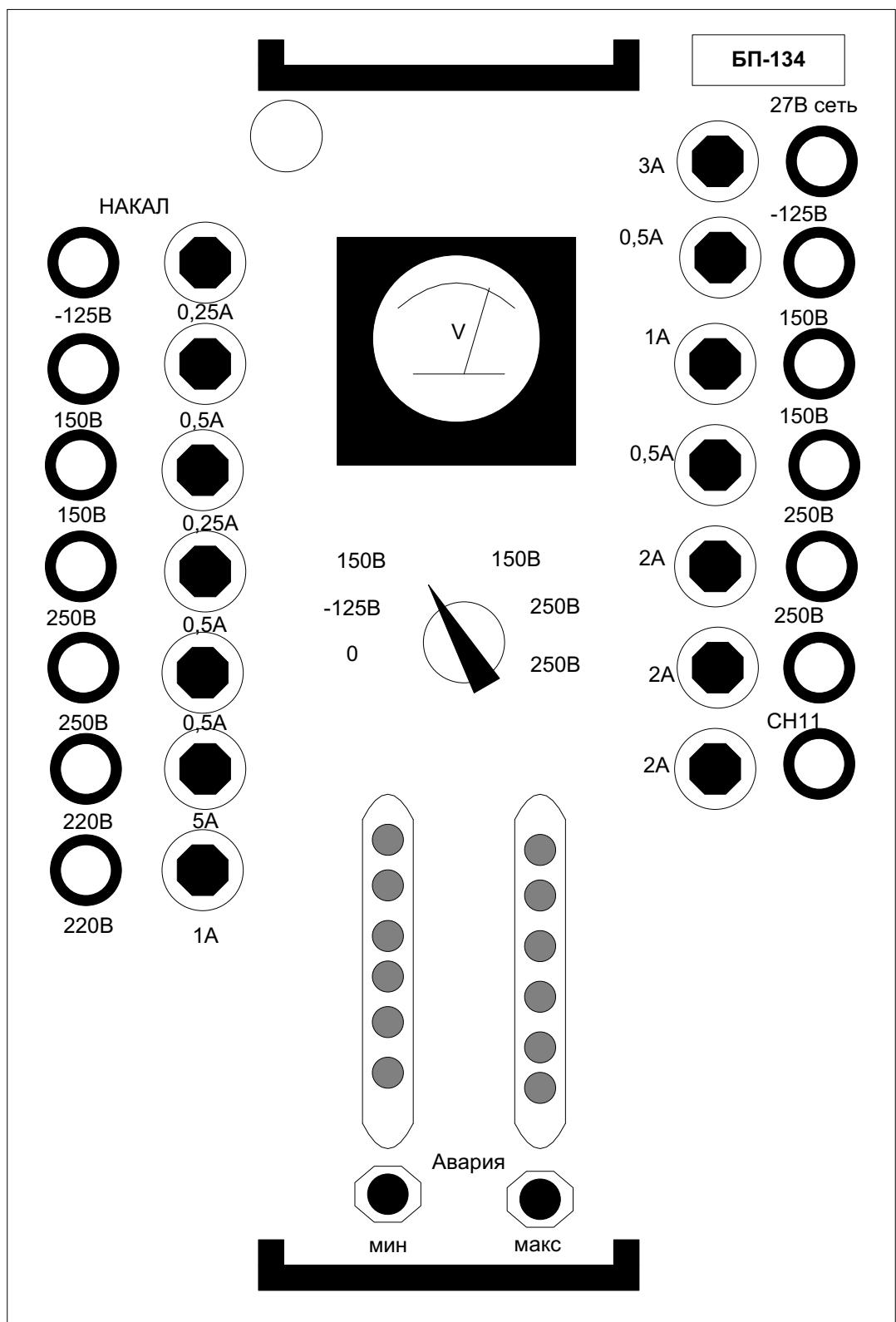


Рисунок 4.27. Блок питания БП-134

Контрольные вопросы к главе 4

1. Назовите основные технические данные ПРМ первичного и вторичного каналов.
2. Какое назначение преселектора в ПРМ первичного канала? Способы подавления помех по зеркальному каналу?
3. Назовите достоинства балансной схемы смесителя.
4. Какое назначение ВАРУ?
5. Поясните принцип работы схемы АПЧ.
6. Зачем в ПРМ выполняется фазирование КГ?
7. Какая схема подавления реализована в ПРМ вторичного канала?
8. Почему усилители суммарного и разностного каналов должны быть идентичными?
9. Какое назначение схем ШАРУ и допускового контроля?
10. Поясните принцип работы схем ШАРУ и допускового контроля.
11. Какое назначение блока проверки фазирования в приемнике?
12. Какие элементы устройства обнаружителя целей реализованы в приемнике первичного канала?
13. От каких элементов приемника зависит качество АПЧ магнетрона?
14. Имеются ли потери на обнаружение в приемниках ДРЛ?
15. Почему чувствительность приемника вторичного канала хуже, чем в первичном?
16. С какой целью в НПО выполняется " Σ " и " Δ " обработка?
17. Назовите достоинства амплитудно-фазового метода подавления ложных ответных сигналов по сравнению с амплитудным методом.
18. Проанализируйте работу НПО при выходе из строя схемы допускового контроля.

5. Устройство синхронизации и защиты от активных помех ДРЛ-6М2

5.1. Общие сведения о блоке БОСТ-011

Роль устройства синхронизации и защиты от активных помех в ДРЛ-6М2 выполняет блок обработки, синхронизации и трансляции (БОСТ-011). Основная задача синхронизации аппаратуры ДРЛ состоит в обеспечении высокой точности совмещения во времени координатных сигналов одной цели, снимаемых с выходов трех приемников (ПРМ-І, ПРМ-ІІ и НПО-65). При этом сигналы представляют собой смесь с различными мешающими сигналами – шумовые выбросы, импульсные помеховые сигналы (несинхронные импульсные помехи (НИП), хаотические импульсные помехи (ХИП)). Подавление этих мешающих сигналов является 2-й задачей БОСТ.

Структура синхроимпульсов БОСТ для двухканального режима приведена на рисунке 5.1.

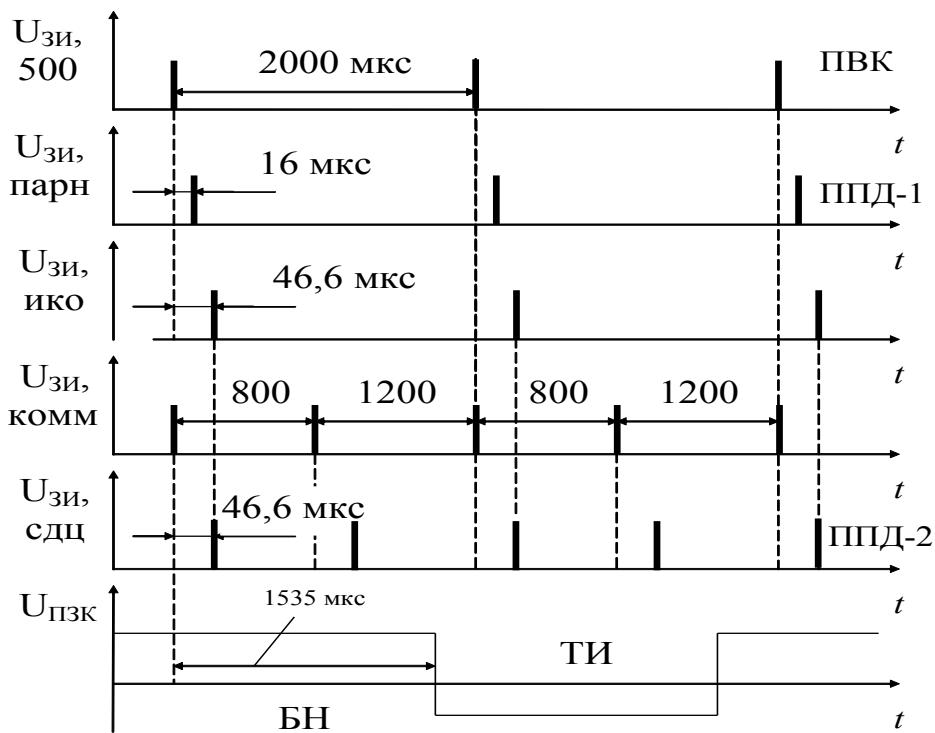


Рисунок 5.1. Структура синхроимпульсов БОСТ

В блоке БОСТ-11 применяется схема построения канала очистки сигналов от НИП и шумовых выбросов, приведенная на рисунке 5.2. Канал включает в

себя амплитудный квантователь (АК), временной дискретизатор (ВД), четыре цифровых линии задержки (ЦЛЗ), и схему логической обработки (СЛО).

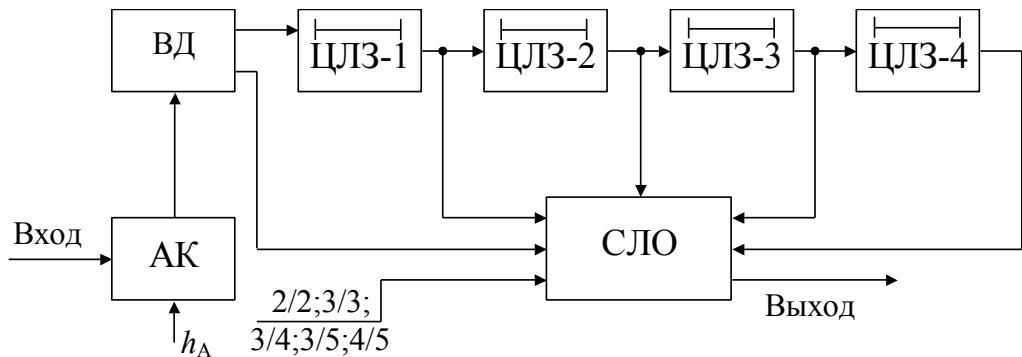


Рисунок 5.2. Обобщённая структурная схема БОСТ

В зависимости от помеховой обстановки по виду экрана индикатора оператор выбирает одну из логик обработки. При этом, защита от НИП в режиме СДЦ может быть эффективна при логиках 4/5; 3/5; 3/4 и не приемлема логика 2/2 и 3/3. В режиме работы ПАСС эффективны все логики.

Полная структурная схема БОСТ-011 приведена на рисунке 5.3.

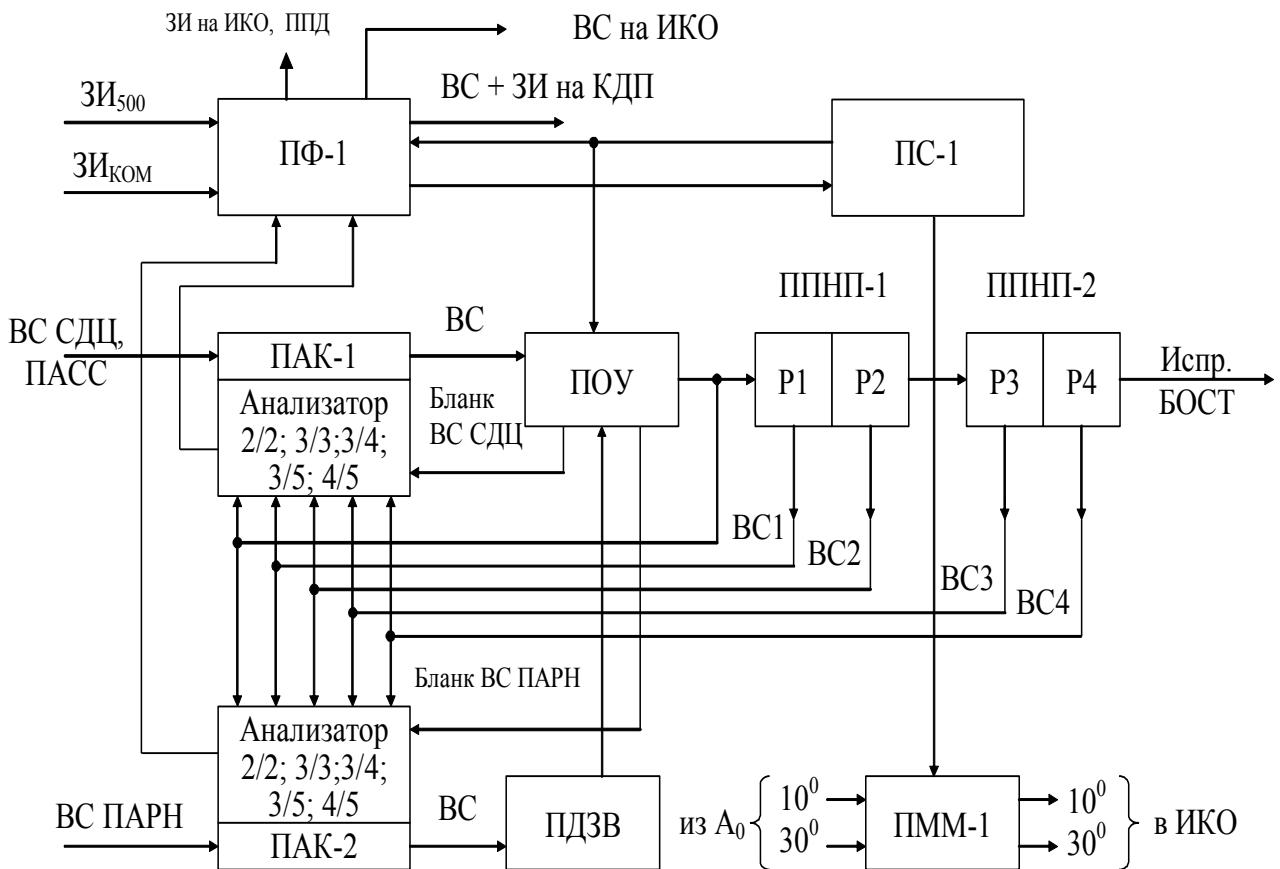


Рисунок 5.3. Структурная схема БОСТ-011

Двухканальная схема обработки сигналов в ПАК обусловлена наличием двухканального режима работы ДРЛ.

Схема очистки от НИП в БОСТ предполагает различные варианты использования каналов обработки, которые поясняют рисунок 5.4.

В двухканальном режиме СДЦ+ПАРН на входы ПАК поступают видеосигналы (ВС) с КУ-01 и приемника ППД1. На передней панели БОСТ с помощью галетных переключателей СЛО в каналах СДЦ/ПАСС, ПАРН выставляются выбранные логики очистки (они могут быть разные, в любом сочетании в зависимости от сложившейся помеховой обстановки). В соответствии с рисунком 5.4 а в двухканальном СДЦ+ПАРН, режиме по дальности реализован следующий порядок работы:

- а) в интервале [0, 57 км] выполняется очистка от помех в канале СДЦ в соответствии с выбранной логикой СДЦ/ПАСС – 2/2...4/5;
- б) в интервале [57, 92 км] объединяются сигналы каналов СДЦ и ПАРН в соответствии с логикой И и ИЛИ и обрабатываются с логикой очистки ПАРН – 2/2...4/5;
- в) в интервале [92, 200 км] выполняется обработка только сигналов канала ПАРН. по логике, выбранной переключателем ПАРН – 2/2...4/5.

Примерно на $D=120$ км канал ПАРН запирается импульсом "БЛАНК СДЦ" на время работы передатчика ППД2 в режиме СДЦ. На диаграммах рисунка 5.4 б,в рассмотрены случаи использования в двухканальных режимах неквантованных сигналов с выхода компенсирующего устройства (ВС с КУ) или приемника второго канала (ВС с ПР). При этом переключатели СДЦ/ПАРН. в положении ВС с КУ или ВС с ПР. Очистка таких сигналов в интервалах [0, 57 км] (рисунок 5.4 б и [57, 200 км] (рисунок 5.4 в) не выполняются. С включением ПАСС режима в ПАК канала СДЦ/ПАСС поступают сигналы с приемника ППД2.

В одноканальных режимах ДРЛ (СДЦ, ПАСС, ПАРН) (рисунок 5.4 г) логика очистки определяется переключателями СДЦ/ПАСС или ПАРН. В случае

отключения очистки (рисунок 5.4 д) в каналах переключатели СДЦ/ПАСС и (или) ПАРН устанавливаются в положение "Очистка откл."

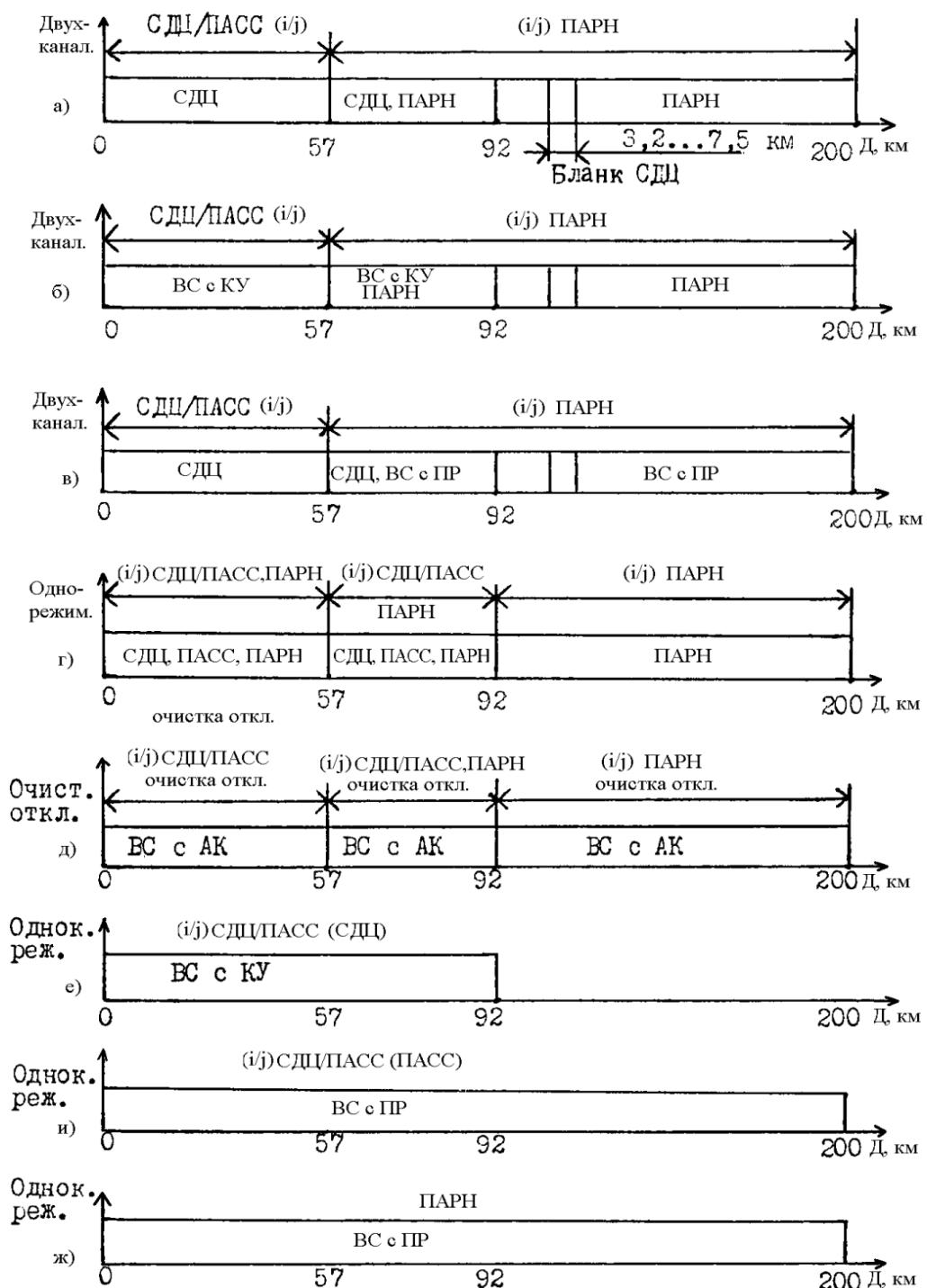


Рисунок 5.4. Принцип логической обработки видеосигналов в ПОУ

и на выход БОСТ-011 поступают сигналы с выходов АК (в ПАРН. канале дополнительно включена ПДЗВ). На диаграммах рисунок 5.4 *e*, *и*, *ж* рассмотрены случаи использования сигналов одноканальных режимов без очистки с выходов КУ-01 и приемников ППД1, ППД2 в режимах СДЦ, ПАСС, ПАРН.

5.2. Функциональные схемы плат БОСТ-011

5.2.1. Плата синхронизации ПС-1

Функциональная схема ПС-1 приведена на рисунке 5.5, а временные диаграммы – на рисунке 5.6.

Рассмотрим последовательную работу ПС-1 в режимах внешней и внутренней синхронизации.

Режим внешней синхронизации

В режиме внешней синхронизации обеспечивается формирование всей совокупности синхроимпульсов ДРЛ в двухканальном и одноканальном (резервном) СДЦ режимах.

При этом на вход БОСТ на плату ПС-1 через ПФ-1 поступают две последовательности импульсов: ЗИ 500 и ЗИ КОММ (рисунке 5.6).

Задача ПС-1 состоит в формировании из этих исходных импульсов необходимых последовательностей с соответствующими временными задержками. Функцию устройства задержки выполняет счетчик на 6 разрядов. Разделение задержанных импульсов ЗИ 500 и ЗИ КОММ. выполняется с помощью сигналов от триггеров ТГ2, ТГ4. ЗИ 500 из КУ-01 через схему коммутации поступают: без задержки на запуск ПВК, через схему ИЛИ1 на запуск триггера ТГ1. С приходом ЗИ 500 ТГ2 устанавливается в "0" состояние. Единичные импульсы ТГ1 отпирают И1, через которую импульсы с опорного генератора 6 МГц ($T_i=1$ мкс) поступают на делитель на 6, а далее на счетчик.

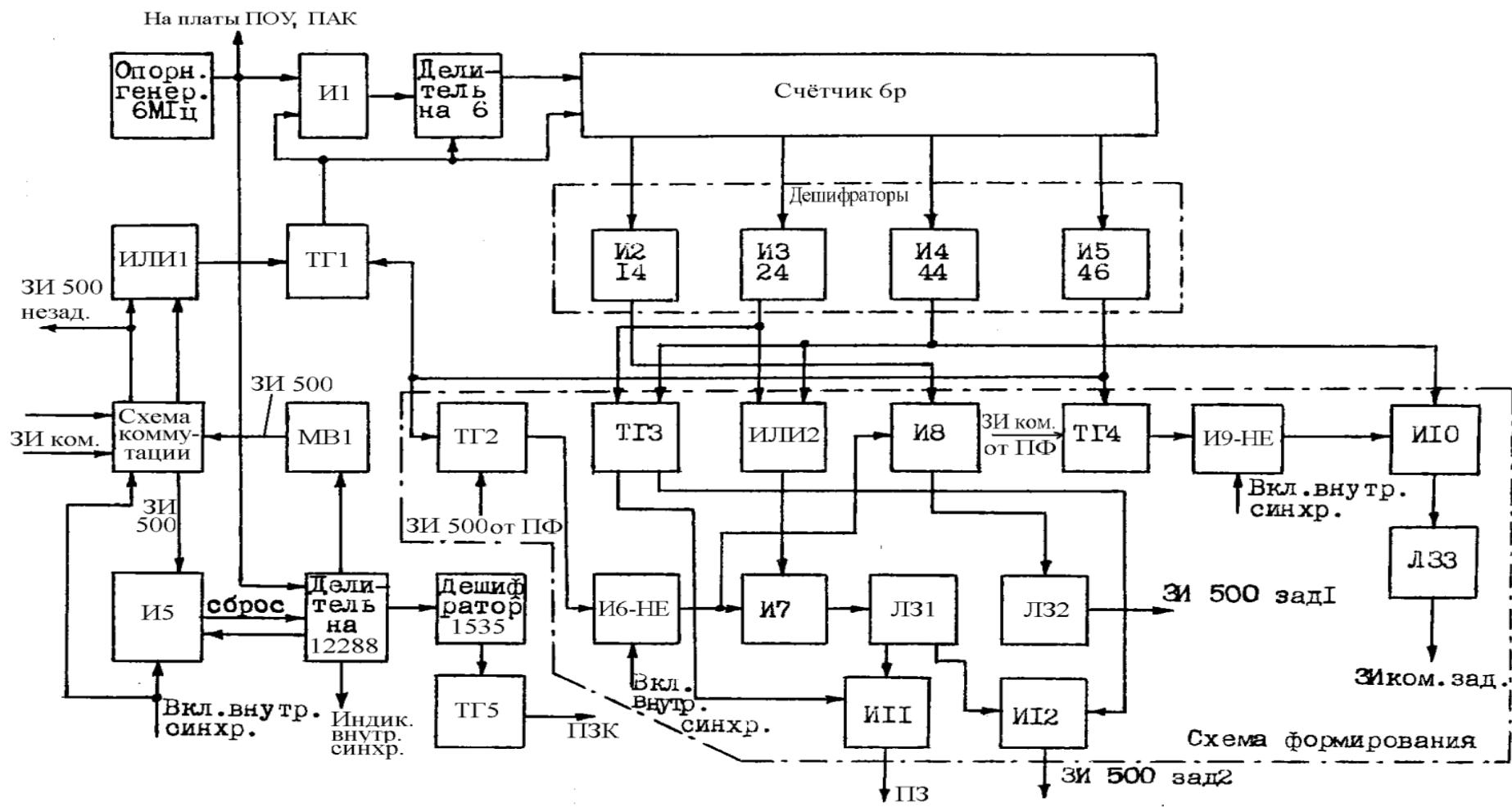


Рисунок 5.5. Функциональная схема ПС-1

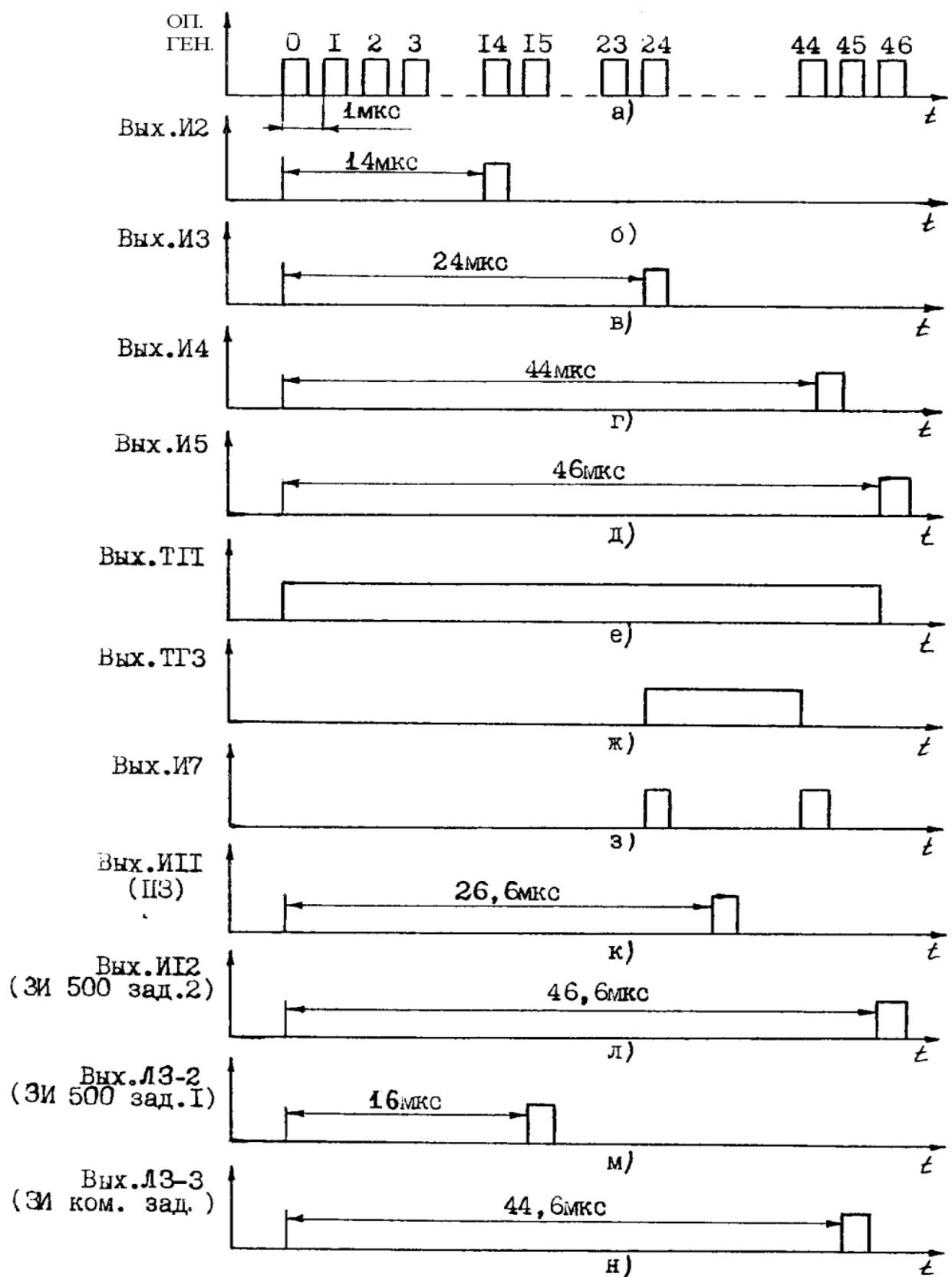


Рисунок 5.6. Временные диаграммы в ПС-1

Разрядные выходы счетчика соединены с дешифраторами на И2 (14 мкс), И3 (24 мкс), И4 (44 мкс), И5 (46 мкс). Задержанные импульсы с соответствующих дешифраторов последовательно формируются на выходах И2...И5. Импульс с выхода И5, задержанный на 46 мкс, переводит ТГ1 в исходное "0" состояние, а ТГ2 – в "1" состояние, счетчик обнуляется. Единичные импульсы с И6-НЕ поступают на И7, И8, через которые проходят импульсы с дешифраторов 14, 21 и 44 мкс. Импульсы с выхода И8 задерживаются дополнительно на 2 мкс в Л32 и в виде последовательности ЗИ 500 зад. 1 через ПФ-1 выводятся из БОСТ (на запуск ППД-1). Импульсы, задержанные на 24 и 44 мкс, с выхода ИЛИ2 селектируются в И7 и после задержки на 2,6 мкс в Л31 проходят дополнительную селекцию в И11 и И12 импульсами ТГ3. Импульсы предзапуска (ПЗ) с задержкой 26,6 мкс поступают на КДП, а ЗИ 500 зад.2 с задержкой на 46,6 мкс – на запуск ИКО. Чтобы интервал между импульсами ПЗ и ЗИ 500 зад.2 был равен 20 мкс, для этого последние пропускаются через линию задержки Л31.

Вывод задержанных импульсов ЗИ КОММ. выполняется следующим образом. ЗИ КОММ. устанавливают ТГ4 в "0" состояние. Единичные импульсы с И9-НЕ поступают на И10, на второй вход которой поступают импульсы, задержанные на 44 мкс. Выходные сигналы И10 после задержки в Л33 на 0,6 мкс в виде последовательности ЗИ КОММ. ЗАД. используются для запуска ППД-2.

Импульсы признака запросного кода (ПЗК) формируется триггером ТГ5 по сигналам с дешифратора (задержка 1535 мкс относительно ЗИ 500). При этом входными сигналами дешифратора являются импульсы с 14-разрядного делителя (выполнен на счетчике) на 12288. Счетными импульсами являются сигналы опорного генератора на 6 МГц. Запуск делителя (счетчика) выполняется импульсами ЗИ 500 (брос счётчика с И5). Обнуление делителя осуществляется при появлении двух "1" в старших разрядах, что соответствует числу 12288.

Режим внутренней синхронизации

Этот режим обеспечивает формирование запускающих импульсов блоков в резервных (одноканальных) режимах ПАСС, ПАРН. Исходная запускающая последовательность ЗИ 500 формируется в ПС-1. Для этого в одноканальных ПАСС или ПАРН режимах в ПС-1 поступает сигнал "Вкл. внутр. синхр.".

Формирование ЗИ 500 выполняется путем деления импульсов опорного генератора 6 МГц в делителе на 12288 (принцип работы описан выше). При этом мультивибратор MB1 ($t_i=1$ мкс) выполняет функцию формирователя импульсов по длительности. Импульсы MB1 через схему коммутации в виде последовательности ЗИ 500 поступают на все элементы схемы ПС-1, как в режиме внешней синхронизации(принцип работы ПС-1 в режиме внешней синхронизации рассмотрен выше).

5.2.2. Плата формирователя ПФ-1

Плата ПФ-1 обеспечивает усиление в формирователях Φ_i до необходимого уровня сигналов, поступающих от КУ-01 на вход БОСТ-011 и с выхода БОСТ-011 на потребители: ППД1, ППД2, ИКО, ПВК КДП.

Функциональная схема ПФ-1 приведена на рисунке 5.7.

5.2.3. Плата амплитудного квантователя

Плата амплитудного квантователя (ПАК) предназначена для бинарного квантования входных ВС, а также логической обработки в соответствии с заданной логикой очистки.

Первую функцию выполняет амплитудный квантователь, вторую – анализатор.

Функциональная схема амплитудного квантователя приведена на рисунке 5.8, а временные диаграммы сигналов в нем на рисунке 5.9. Характерной особенностью схемы является то, что уровень порогового напряжения изменяется в зависимости от уровня входных сигналов.

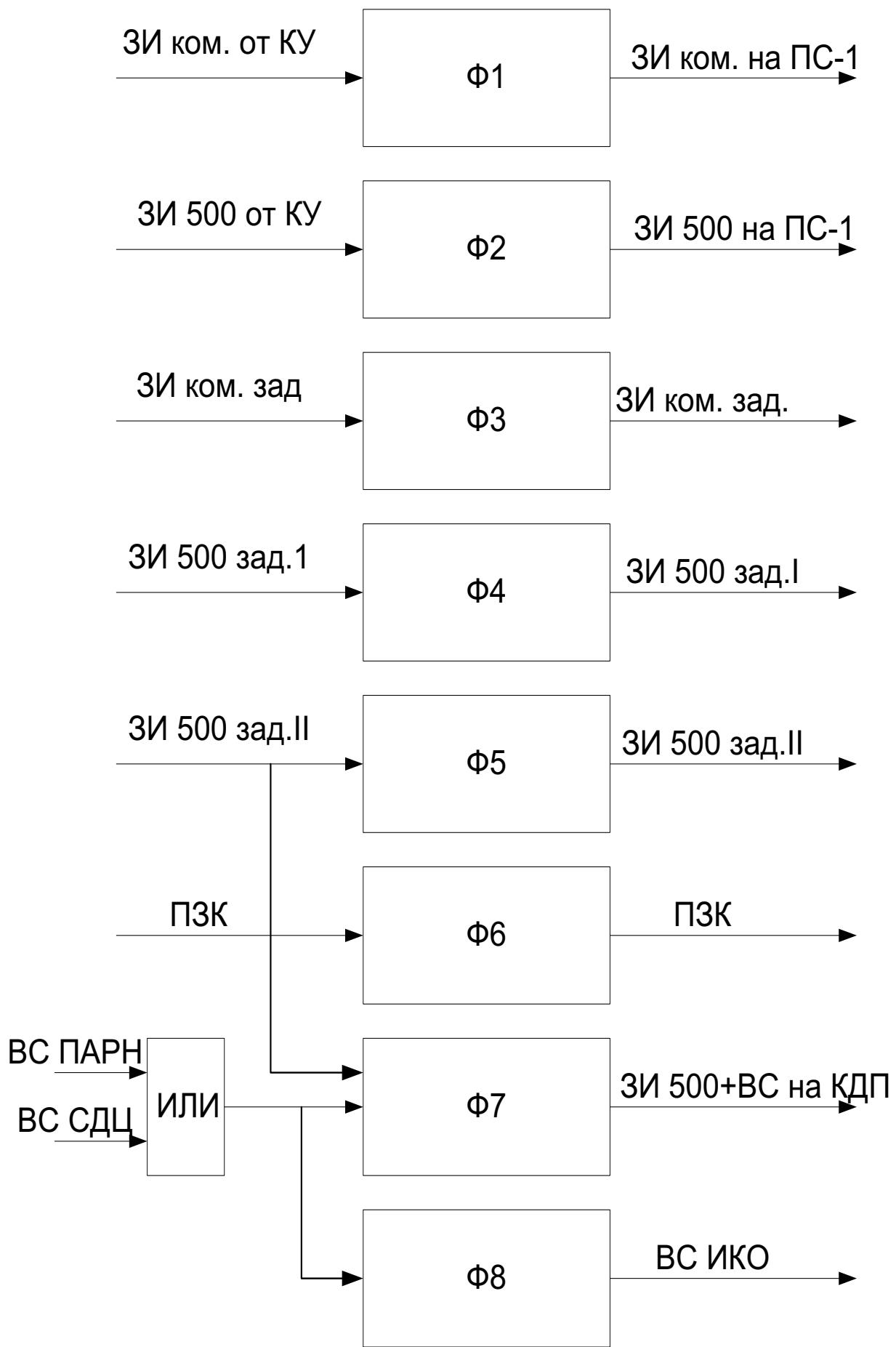


Рисунок 5.7. Функциональная схема ПФ-1

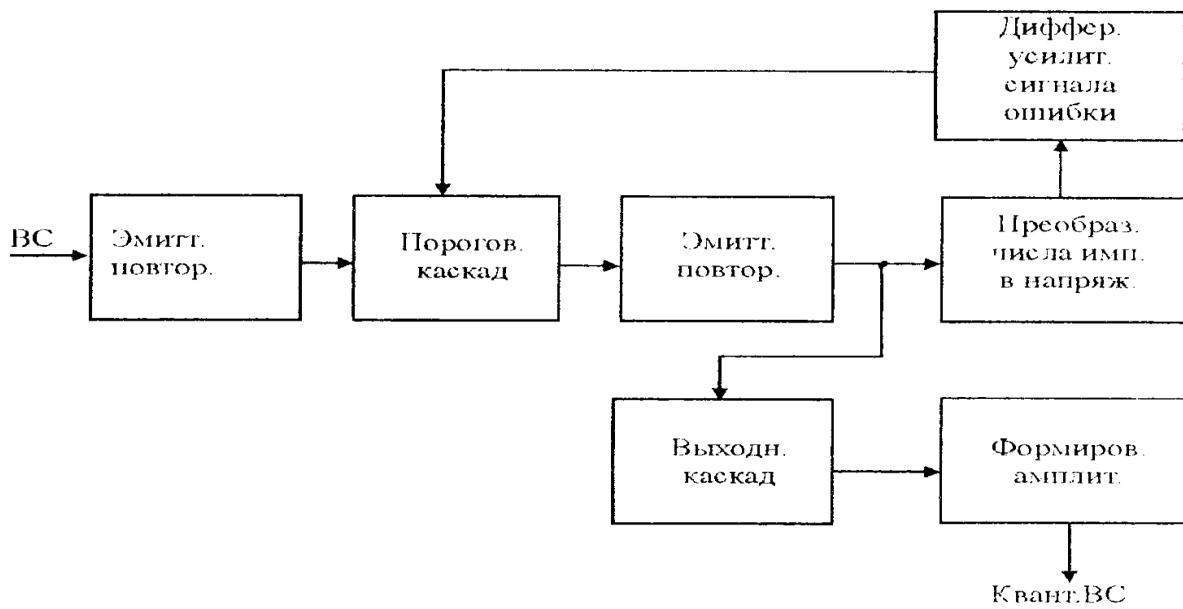


Рисунок 5.8. Функциональная схема амплитудного квантователя

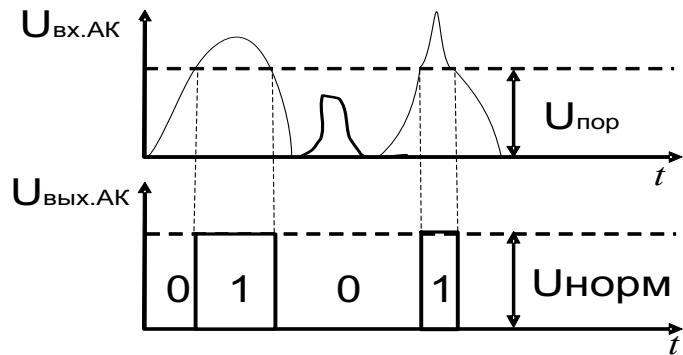


Рисунок 5.9. Временные диаграммы сигналов в амплитудном квантователе

Это обстоятельство обусловлено необходимостью поддержания уровня вероятности ложной тревоги на заданном уровне в соответствии с критерием обнаружения Неймана–Пирсона. В качестве помеховых сигналов рассматриваются как внешние сигналы источников активных помех, так и внутренние шумы приемного устройства.

Входные сигналы через эмиттерный повторитель подаются на пороговый каскад. Уровень порогового напряжения регулируется с помощью устройств, включающих преобразователь числа импульсов в напряжение и дифференциальный усилитель сигнала ошибки.

На выходе порогового каскада формируются единичные видеоимпульсы, длительность которых определяется длительностью времени превышения входными сигналами порога $U_{\text{ПОР}}$. Число импульсов, прошедших пороговый каскад, пропорционально мощности (дисперсии) входных сигналов за определенный промежуток времени, которыми могут быть как полезные сигналы от ответчиков, так и помеховые (в том числе и внутренние шумы). Число срабатываний порогового каскада по полезным сигналам N_{Π} не превышает пропускной способности системы управления полетами (оно известно), число срабатываний от внутреннего шума $N_{\text{Ш}}$ при заданной вероятности логикой тревоги также известно.

Если суммарное число срабатываний $N \neq N_{\Pi} + N_{\text{Ш}}$, то это свидетельствует о том, что либо увеличилась (уменьшилась) мощность внутреннего шума приемника, либо на входе ДРЛ действует (отсутствует) помеховой сигнал совместно с полезным.

Преобразователь числа импульсов в напряжение изменяет уровень выходного сигнала, который после усиления в дифференциальном усилителе сигнала ошибки поступает в пороговый каскад на изменение порога квантования.

На рисунке 5.10 приведена принципиальная схема ПАК. Входные сигналы положительной полярности поступают на вход составного эмиттерного повторителя VT1, VT2, R4, R5, VД2, VД3, VД4 – цепь задания напряжения исходной рабочей точки, которое выбрано таким образом, чтобы на эмиттере VT2 был отрицательный потенциал, близкий к нулю. Пороговый каскад выполнен на VT3…VT6 и туннельном диоде VД5. В отсутствие входного сигнала VT3 заперт отрицательным напряжением с эмиттера VT2.

Если пороговое напряжение, подаваемое на базу VT5, положительно, то VT5 открыт и через него течет ток, значение которого определяется параметрами VT4 и не зависит от напряжения на его коллекторе. Через запертый по базе VT3 течет небольшой ток, VT6 заперт. При поступлении входных сигналов VT3 отпирается. При увеличении тока через VT5 до 5 mA напряжение на нем скачком возрастает, отпирается VT6.

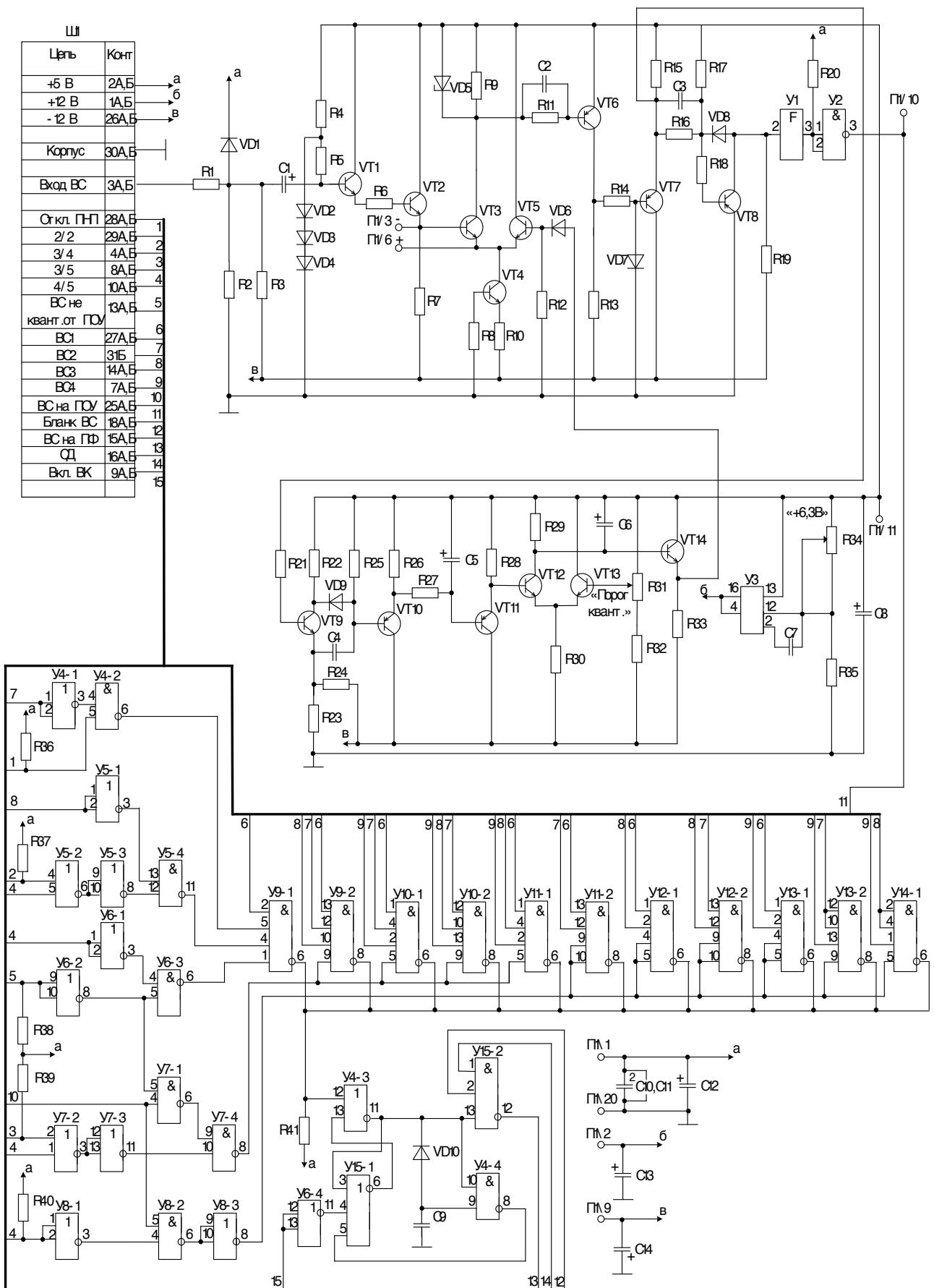


Рисунок 5.10. Принципиальная схема АК

Дальнейший рост тока VT5 ограничивается VT4. С уменьшением входного напряжения VT3 запирается. Квантованные по амплитуде видеосигналы положительной полярности с коллектора VT6 поступают на эмиттерный повторитель VT7. С повторителя сигналы подаются на преобразователь числа импульсов в напряжение, выполненный на VT9…VT11, и на выходной каскад VT8. Далее квантованные импульсы через формирователь амплитуды на U2 поступают на выход амплитудного квантования. При этом положительные импульсы с VT7 вводят VT9 в режим насыщения, конденсатор C4 быстро разряжается через диод VD9 и открытый транзистор до напряжения минус 9В. В промежутках между импульсами C4 заряжается через резистор R25 от источника питания. Напряжение с C4 подается через эмиттерный повторитель на VT10 на интегрирующую цепь R27, C5 (постоянная времени 300 мкс). Постоянное напряжение, пропорциональное числу срабатываний квантования, через эмиттерный повторитель на VT11 поступает на дифференциальный каскад на VT12, VT13. Величина напряжения на конденсаторе C6 при отсутствии входных сигналов определяется напряжением с R31 (ПОРОГ КВАНТОВАНИЯ, задаётся $P_{ЛТ ЗАД}$ за счёт воздействия внутренних шумов приёмника). Это напряжение с C8 через повторитель VT14 поступает на пороговый каскад. При изменении интенсивности шумов, помех число срабатываний порогового устройства изменяется, входное напряжение на VT12 изменяется, также изменяется напряжение на C6. Изменится и порог срабатывания порогового каскада VT3…VT5, изменяя число его срабатываний N.

Функциональная схема анализатора схемы логической обработки приведена на рисунке 5.11.

На вход анализатора поступают как текущие ВС (незадержанные) с платы ПОУ, так и задержанные в ППНП (BC1, BC2, BC3, BC4). Выходные сигналы с ИЛИ1 в формирователе длительности нормируются по длительности (при наличии команды ВКЛ.ВК (временного квантования)). Схема И12 выполняет селектирование выходных сигналов стробом дальности (СД) и бланкирование

либо БЛАНКОМ ВС СДЦ, либо БЛАНКОМ ВС ПАРН. Длительность СД равна длительности 670 квантов дальности.

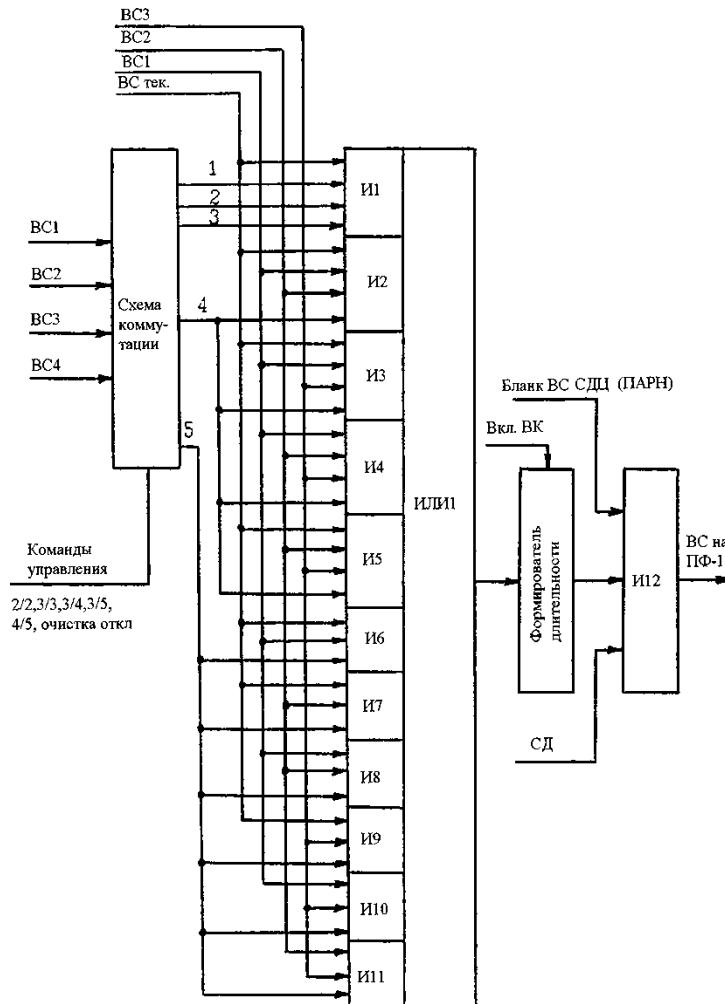


Рисунок 5.11. Функциональная схема анализатора

5.2.4. Плата декодирования и задержки видеосигналов ПДЗВ

ПДЗВ предназначена для декодирования парного видеосигнала с кодовым интервалом 9,4 мкс или 14 мкс и задержки его до совпадения с видеосигналом канала СДЦ (ПАСС).

Функциональная схема ПДЗВ и временные диаграммы приведены на рисунке 5.12.

ВС ПАРН с выхода платы ПАК ПАРН поступают на линию задержки ЛЗ-1, с отводов которой, с задержкой 4,6 и 14 мкс, следуют на вход И1. На выходе И1 формируется одиночный импульс, который в ЛЗ-2 получает дополнительную задержку. Эта временная задержка с учетом дополнительной задержки в ПОУ на

6 мкс обеспечивает совмещение во времени сигналов с ПАК СДЦ и ПАРН режимов.

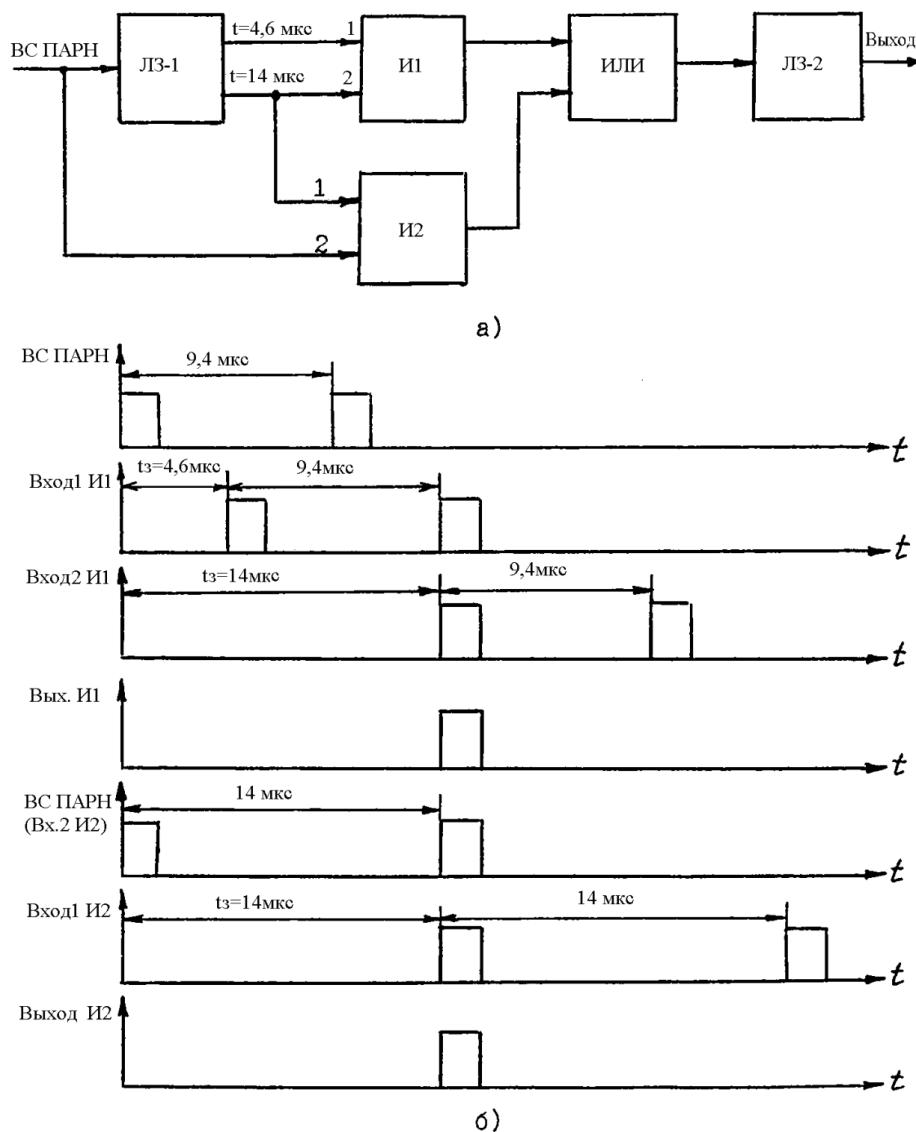


Рисунок 5.12. Функциональная схема ПДЗВ

5.2.5. Плата обработки и управления ПОУ

ПОУ предназначена для объединения ВС каналов ПАРН и СДЦ (ПАСС) по логикам И или ИЛИ, формирования бланкирующих и тактовых импульсов, временного квантования ВС и привязки их к началу тактовых импульсов. Структурно схему ПОУ можно разделить на схемы: а) схему объединения ВС; б) схему формирования управляющих сигналов и временного квантования. Функциональная схема объединения ВС приведена на рисунке 5.13.

Схема формирования бланков (рисунок 5.13) включает МВ1, МВ2, ИЛИ4 и НЕ1. Временные диаграммы формируемых бланков приведены на рисунке 5.14.

Бланкирующие импульсы обеспечивают в анализаторах ПАК обработку во времени сигналов в соответствии с рисунком 5.4. Ждущий мультивибратор МВ1 запускается ЗИ 500 зад и формирует бланк местных предметов $\tau_i = 100 \dots 380$ мкс (регулировка потенциометром БЛАНК МЕСТН), что соответствует дальности 15...57 км. БЛАНК МЕСТН поступает на выход ПОУ в виде БЛАНК ВС ПАРН (в ПАК ПАРН) и после инвертирования – БЛАНК ВС СДЦ (в ПАК СДЦ). МВ2 запускается ЗИ КОММ ЗАД и вырабатывает импульс БЛАНК СДЦ $\tau_i = 25 \dots 50$ мкс (регулировка потенциометром БЛАНК СДЦ) для запирания ПАК ПАРН на время работы передатчика в режиме СДЦ. При этом момент его работы относительно момента запуска передатчика ПАРН соответствует примерно дальности 120 км (рисунок 5.4 а). БЛАНК МЕСТН и БЛАНК СДЦ после объединения на ИЛИ4 в виде БЛАНК ПАРН, поступают в ИЗ.

В схеме объединения ВС ПАРН и ВС СДЦ выполняется обработка в соответствии с логикой И или ИЛИ (выбор логики выполняется тумблером с передней панели БОСТ). Основной логикой объединения является ИЛИ. Объединение сигналов выполняется в ИЛИ1. Схемы И1 и И2 служат для подключения каналов ПАРН и СДЦ по сигналам с переключателя на передней панели БОСТ. На ИЗ выполняется бланкирование сигналов режима ПАРН При этом запирание ПАРН канала на дальности 120 км бланком СДЦ компенсируется сигналами вторичного канала с НПО.

При логике объединения И селекция сигналов СДЦ и ПАРН режимов выполняется в схеме И4. Схема коммутации подключает схему ИЛИ2 к выходу ПОУ.

В этом режиме имеется возможность устранения сигналов, выходящих за пределы однозначного изменения дальности в режиме СДЦ ($t_3 \text{ макс} = T_{i1} = 800$ мкс), а также очистки ВС в зоне СДЦ от шумов приемного тракта. Последнее обстоятельство обусловлено различиями в характеристиках шумов каналов СДЦ и ПАРН. С включением внутренней синхронизации (одноканальные ПАСС или ПАРН режимы) через ИЛИ3 на выход проходят либо ВС ПАСС, либо ВС ПАРН.

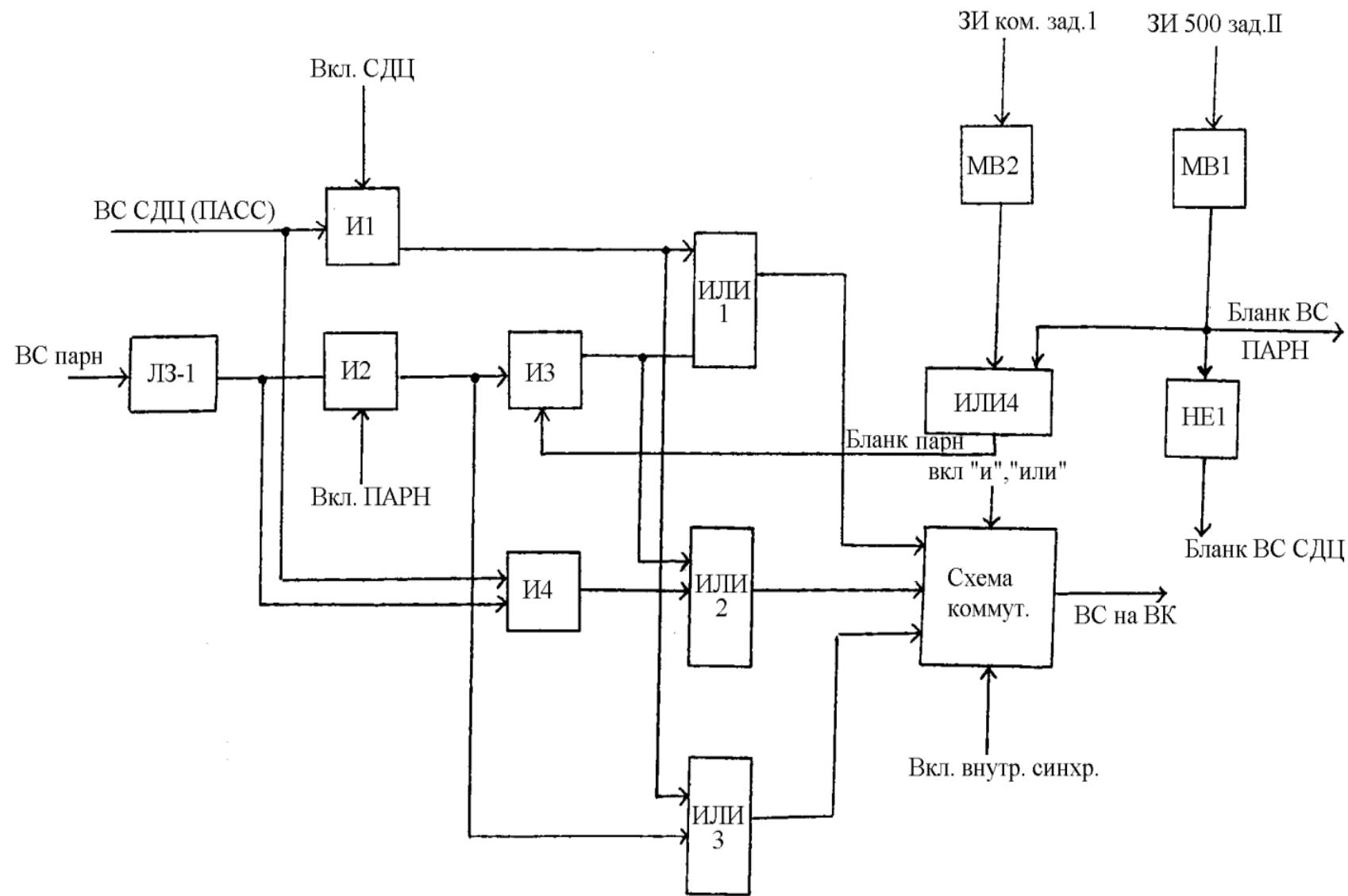


Рисунок 5.13. Функциональная схема объединения ВС

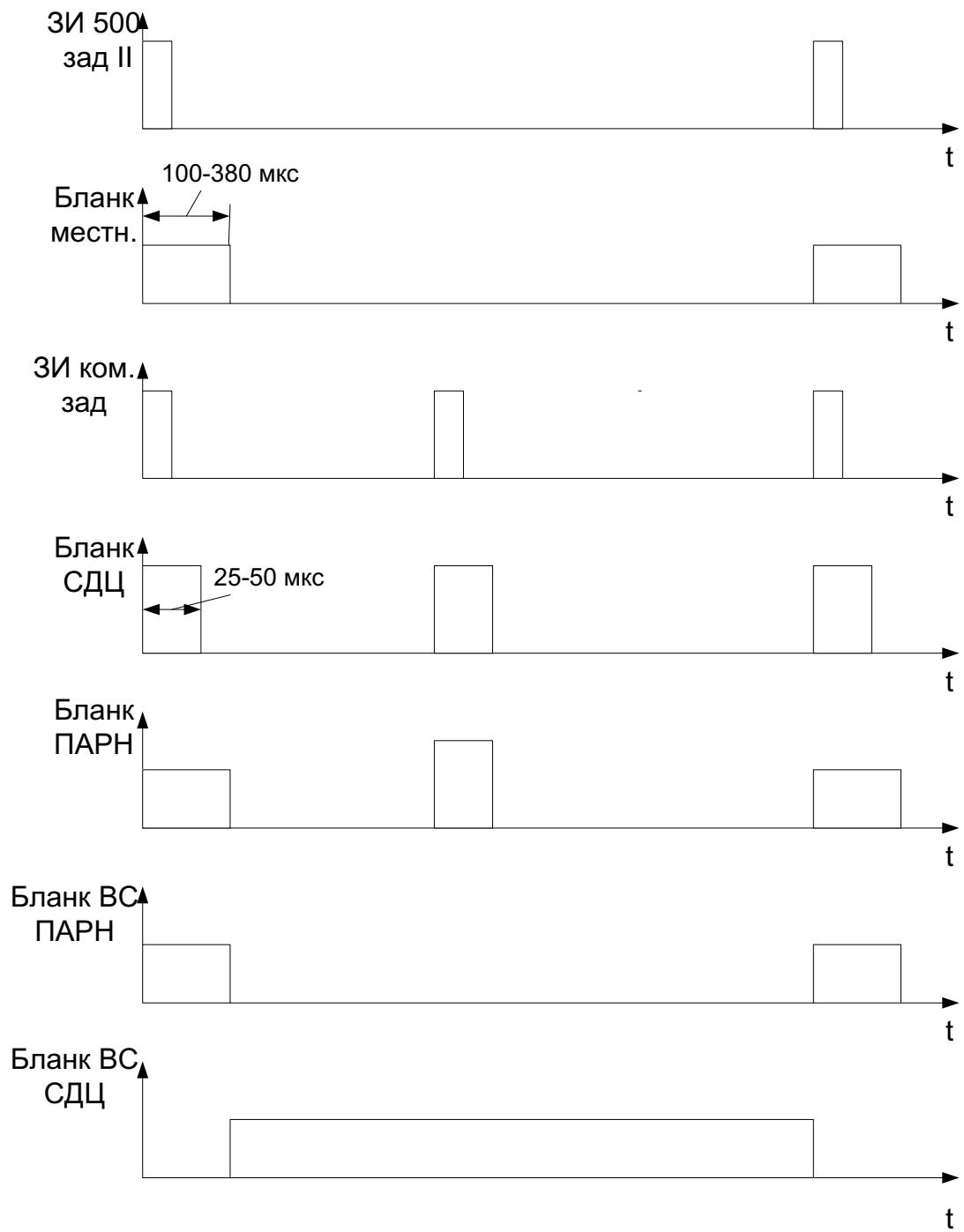


Рисунок 5.14. Временные диаграммы бланков в схеме объединения ВС

С выхода схемы объединения ВС поступают на схему формирования управляющих сигналов и временной квантователь (рисунок 5.15). Временные диаграммы, поясняющие принцип работы схемы, приведены на рисунке 5.16.

С целью временного квантования ВС на всей дальности (201 км) с интервалом 300 м (временной дискрет $\tau_d = 2$ мкс) формируются управляющие (тактовые) сигналы. Вся дальность разбивается на 670 дискретов. Для этого (рисунок

5.16) на вход ТГ1 поступают запускающие импульсы из БОС-011 ЗИ 500 с ПС-1, а также импульсы с $F_H = 6$ МГц на И1. Единичный импульс ТГ1 разрешает прохождение импульсов через И1 на делитель на 6.

На выходе делителя на 2 формируются две последовательности тактовых импульсов: ТИ1 и ТИ2 с периодом 2 мкс.

В дальнейшем, во временном квантователе (ВК) в качестве основных тактовых импульсов используются ТИ1. Время логической обработки сигналов в БОСТ определяется длительностью строба дальности (СД), который формируется ТГ3. Запуск ТГ3 выполняется ЗИ 500, а перевод в исходное состояние – по сигналу от счетчика ТИ2. В момент, когда счетчик займет состояние, соответствующее номеру дискрета дальности $N=670$, сработает дешифратор И2, формируя импульс конца дистанции (ИКД), переводящий ТГ3 в "0" состояние. В дальнейшем ИКД с укорочением на 1 мкс в формирователе длительности поступают в ПММ-1. С целью оперативного контроля исправности плат ПОУ, ППНП, ПФ-1, ПС-1 в БОСТ-011 реализована схема контроля, которая использует в своей работе контрольный код (КК) 0101, формируемый в ПОУ. Контроль выполняется после окончания обработки сигналов с $D_{MAX}=201$ км (670-й квант дальности). Для этого дешифратором И3 в интервале между 672-м и 678-м тактовыми импульсами формируется строб контроля (СК), поступающий на И5 и ППНП.

ТГ2 формирует чередующуюся последовательность "1" и "0", из которой в И5 СК селектируется контрольный код 0101. КК совместно с ВС (с выхода И6) через ИЛИ1 поступает на вход временного квантователя (ВК). Основу ВК составляют схемы привязки (СП) квантованных сигналов к началу ближайшего временного дискрета. Функциональная схема одной из СП приведена на рисунке 5.17.

Выделенный передний фронт ВС устанавливает ТГ1 в состояние "1", что снимает запрет со счетных триггеров ТГ2 и ТГ3. Первый ТИ1 передним фронтом переводит ТГ2 в состояние "1", а второй – возвращает в "0". Импульс с вы-

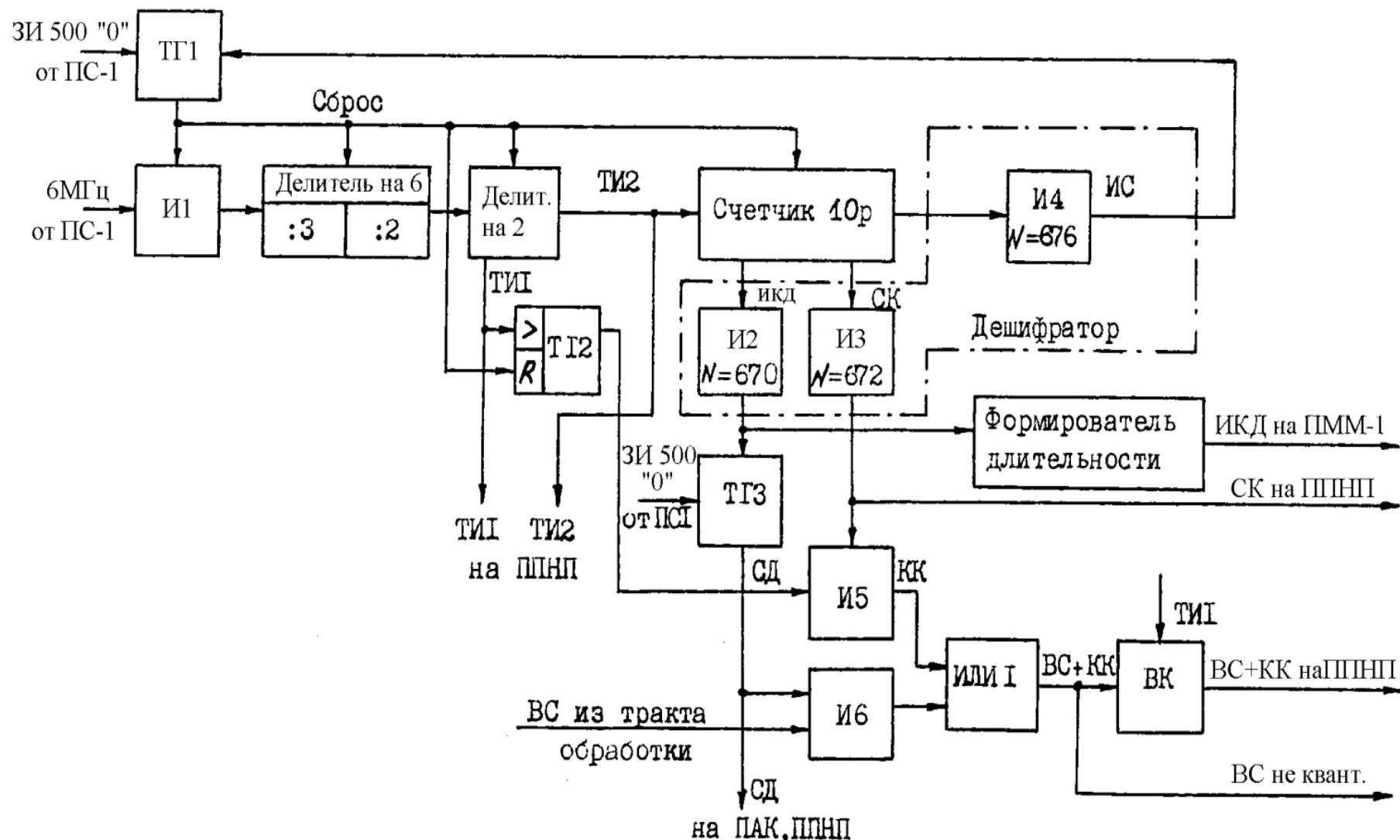


Рисунок 5.15. Схема формирования управляющих сигналов и временного квантования

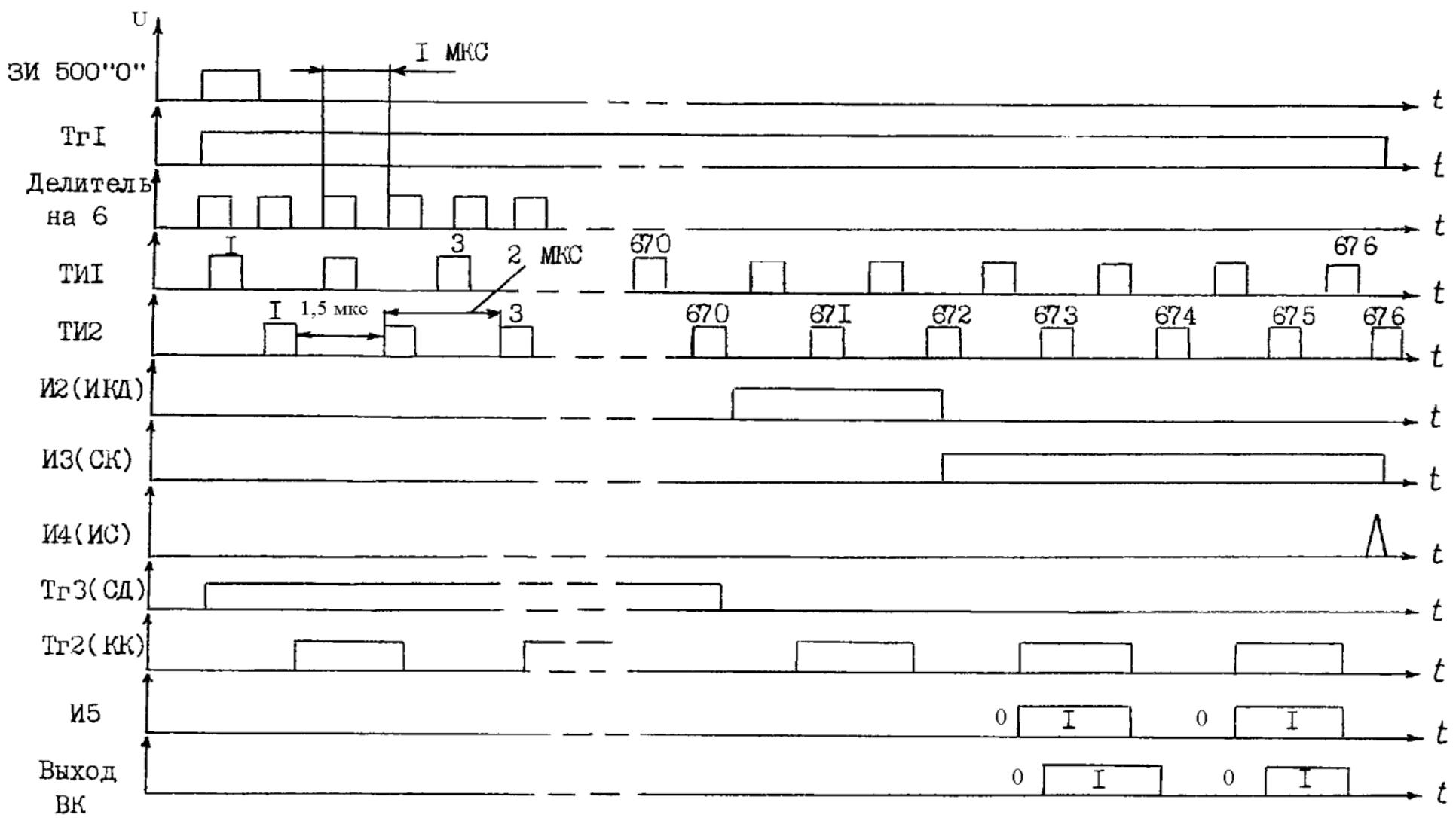
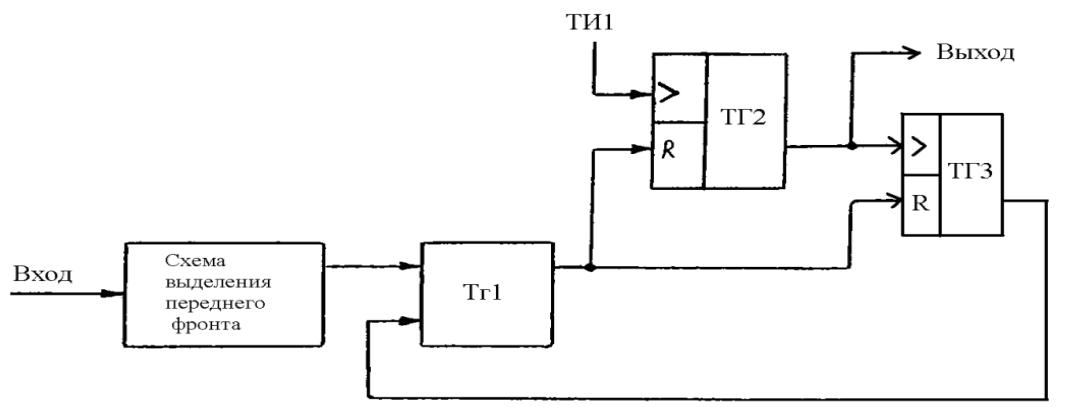
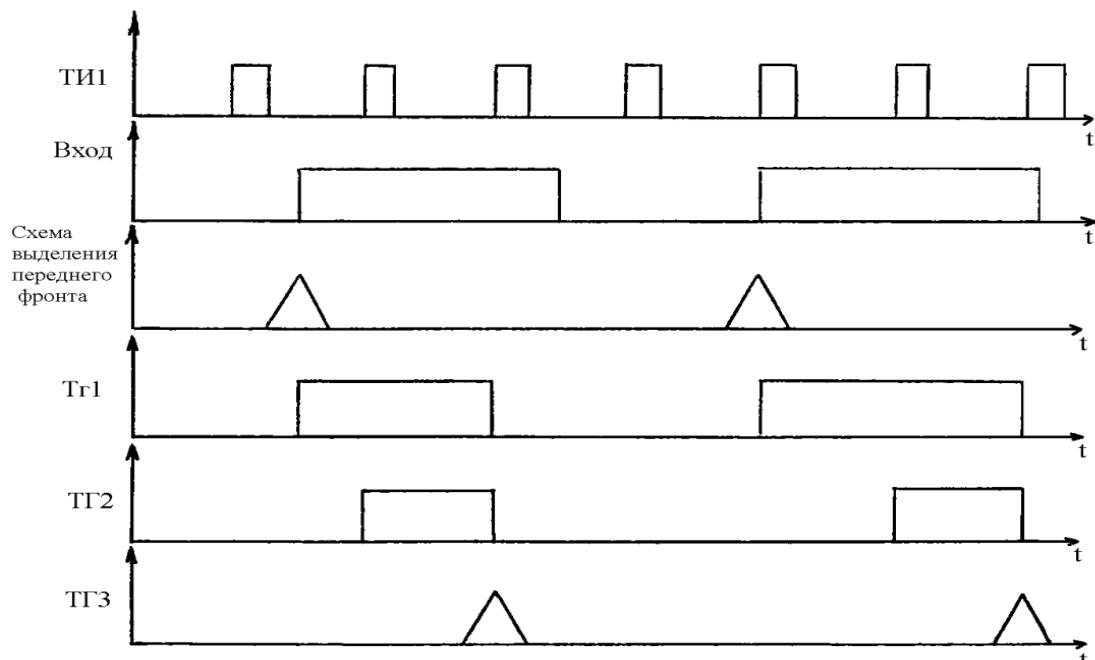


Рисунок 5.16. Временные диаграммы в схеме формирования управляемых сигналов и временном квантovателе



a)



б)

Рисунок 5.17. Схема привязки

хода ТГ2 задним фронтом устанавливает ТГ3 в состояние "1", после чего происходит сброс в состояние "0" ТГ1 и установка в "0" состояния ТГ2 и ТГ3.

Выход ТГ2 является выходом СП. Таким образом, фронт ВС будет "привязан" к фронту ближайшего ТИ1. Длительность квантованного ВС равна 2 мкс. Недостатком в работе СП является возможность пропуска одного из двух сигналов в ряду расположенных квантах дальности. Поэтому ВК включает две СП (рисунок 5.18). Рядом расположенные ВС (а также КК) поступают на СП ВК поочередно через коммутатор. Квантованные ВС и КК с выхода СП1 и СП2 объединяются в схеме ИЛИ.

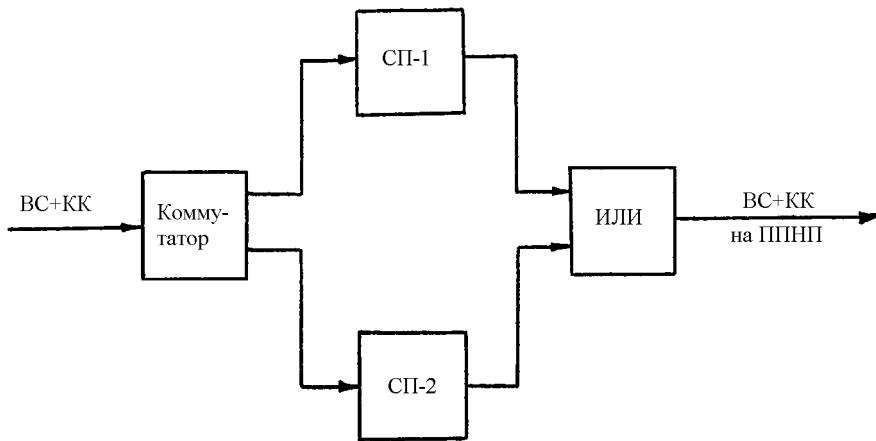


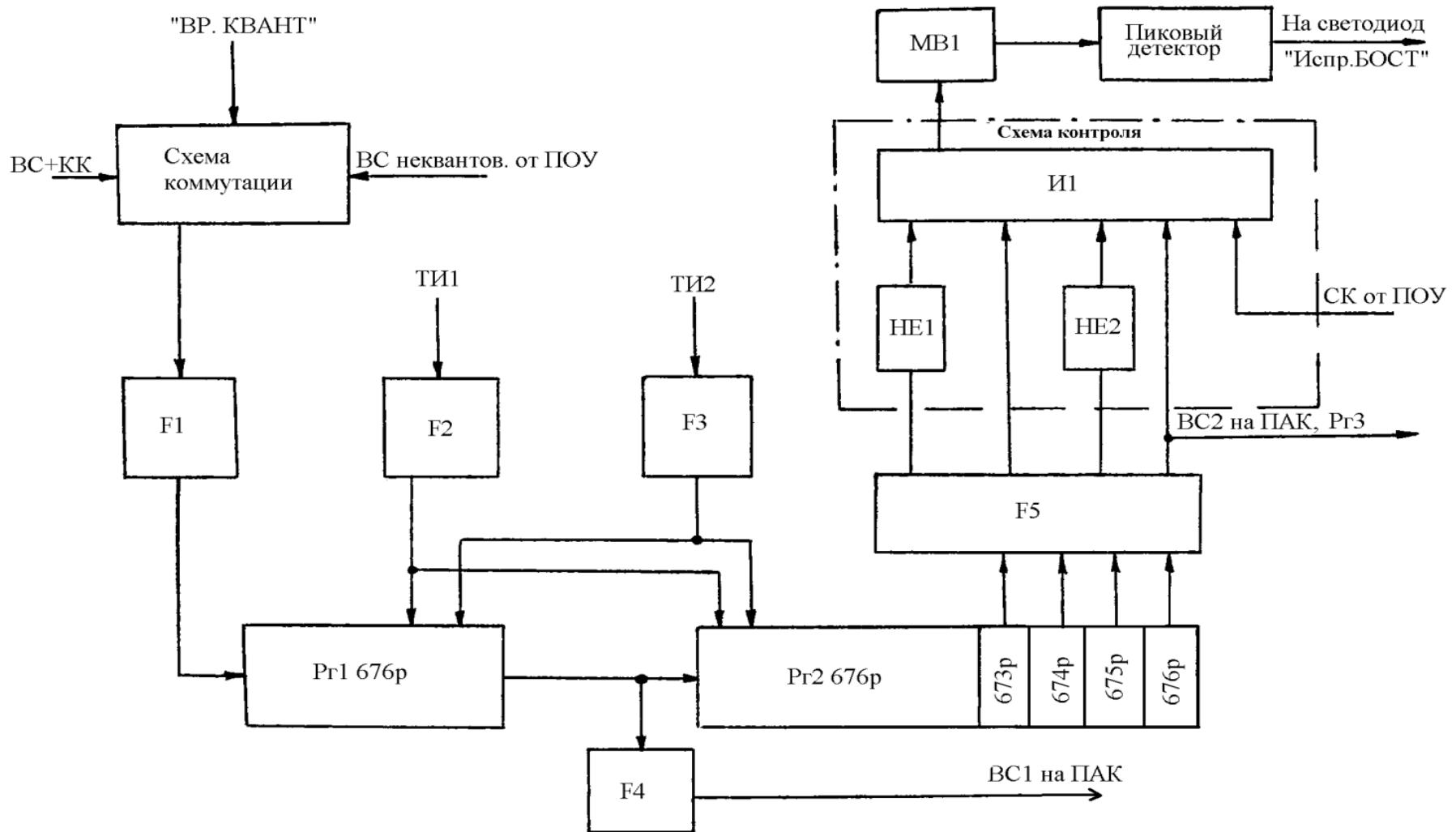
Рисунок 5.18. Функциональная схема ВК

5.2.6. Плата подавления несинхронных помех ППНП

Каждая из плат ППНП обеспечивает задержку ВС на 2 периода повторения, а также выполняет контроль работоспособности плат ПОУ, ППНП, ПФ-1, ПС-1. Функциональная схема ППНП приведена на рисунке 5.19, а временные диаграммы – на рисунке 5.20.

В качестве цифровых линий задержки в ППНП применены два 676-разрядных сдвигающих регистра. Квантованный ВС и КК с ПОУ через схему коммутации и формирователь уровня F1 поступают на вход первого разряда R_{F1}. На все разряды R_{F1} и R_{F2} через формирователи F2, F3 поступают тактовые импульсы ТИ1 и ТИ2. Во второй плате ППНП ВС поступают сразу на вход F1 с выхода второго регистра первой ППНП. Задержанные квантованные ВС поступают на ПАК. При выходе из строя ВК переключатель на передней панели БОСТ ВР. КВАНТОВ устанавливается в положение Откл. Задержке в ППНП подлежат неквантованные в ПОУ ВС.

Совместно с ВС на 673...676 квантах дальности поступает КК 0101. КК используется в схеме контроля для формирования логической "1" – сигнала исправности. Это обеспечивается путем инвертирования сигналов логических "0" и объединение всех четырех "1" в схеме И1. С целью исключения влияния на схему контроля ВС и помех на И1 поступает строб контроля из ПОУ, который



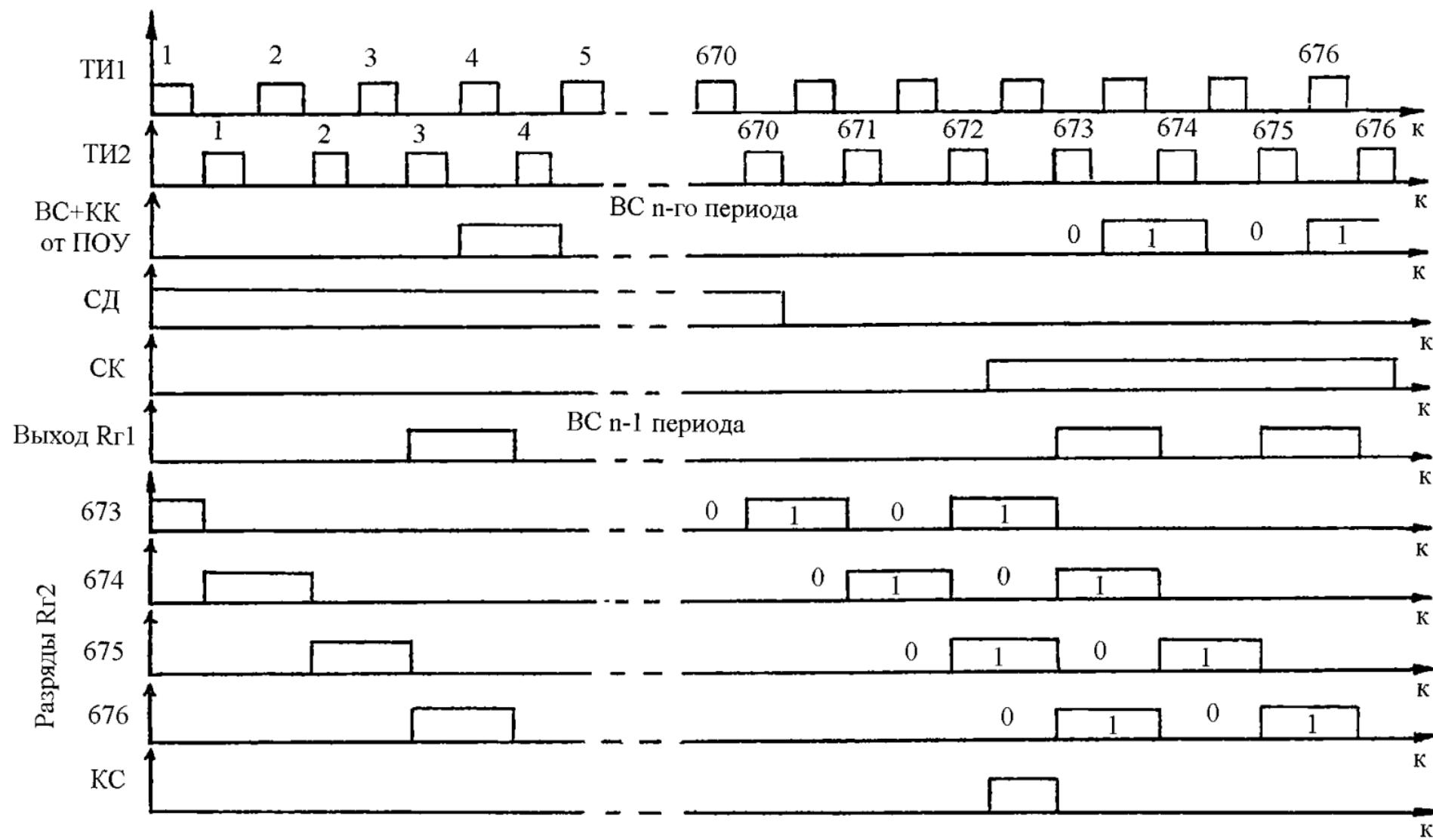


Рисунок 5.20. Временные диаграммы в ППНП

разрешает работу И1 только в зоне прихода КК. Контрольный сигнал запускает мультивибратор МВ1, увеличивающий длительность импульсов с 2 мкс до 1 мкс. Импульсы малой скважности МВ1 в пиковом детекторе преобразуются в постоянное напряжение, обеспечивая свечение светодиода ИСПР. БОСТ на передней панели БОСТ.

5.2.7. Плата масштабных меток ПММ-1

ПММ-1 обеспечивает формирование азимутальных масштабных меток 10^0 и 30^0 с привязкой их начала к началу развертки. Функциональная схема ПММ-1 приведена на рисунке 5.21, временные диаграммы – на рисунке 5.22.

Первоначально метки азимута 10^0 и 30^0 формируются в антенном блоке в фотомодуляторе (ФМ). Если их пользователь для формирования масштабных меток азимута, то как следует из временных диаграмм рисунка 5.22, из-за отсутствия привязки сигналов ФМ к началу развертки (ЗИ 500), начало этих меток носило бы произвольный характер.

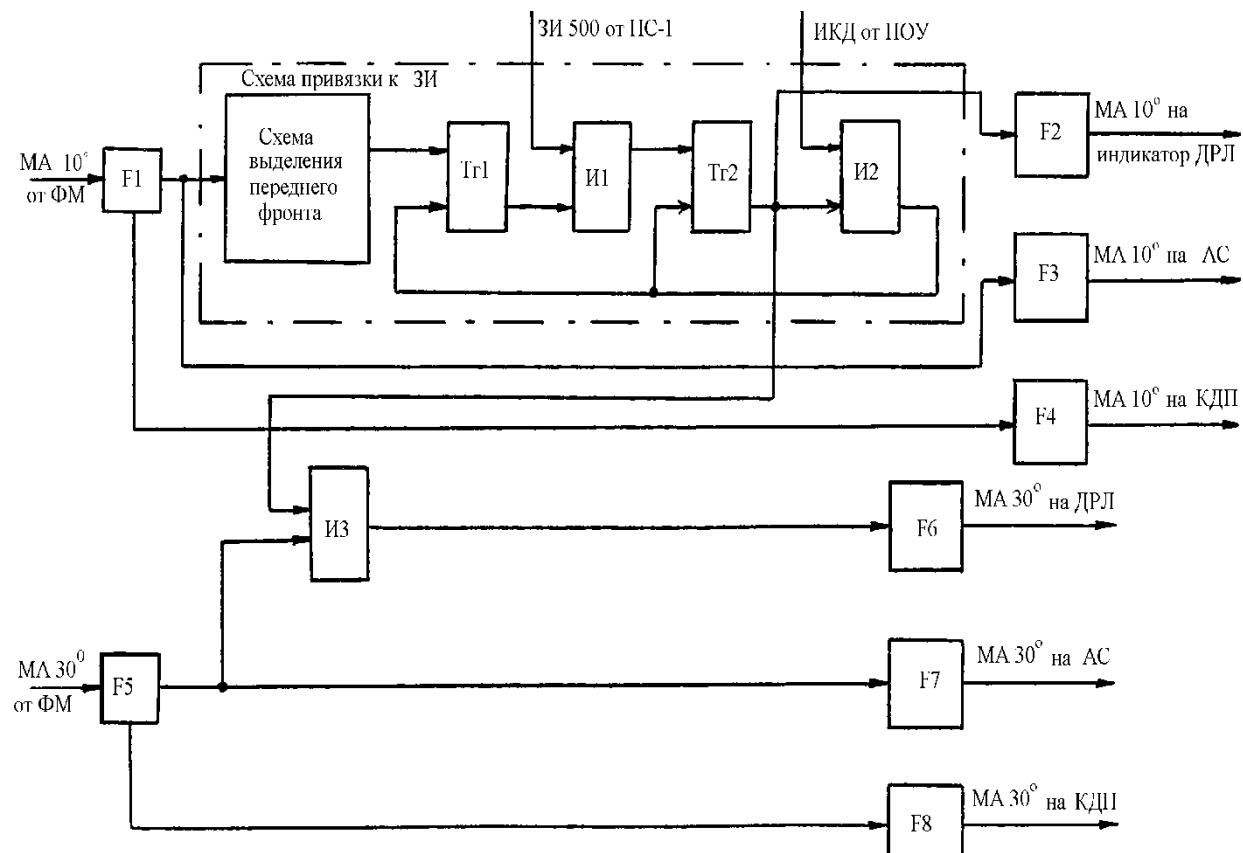


Рисунок 5.21. Функциональная схема ПММ-1

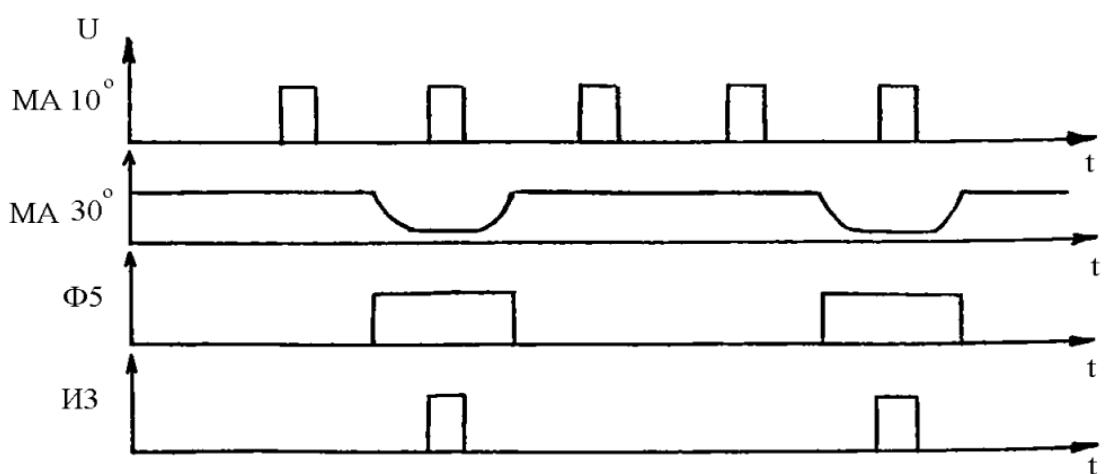
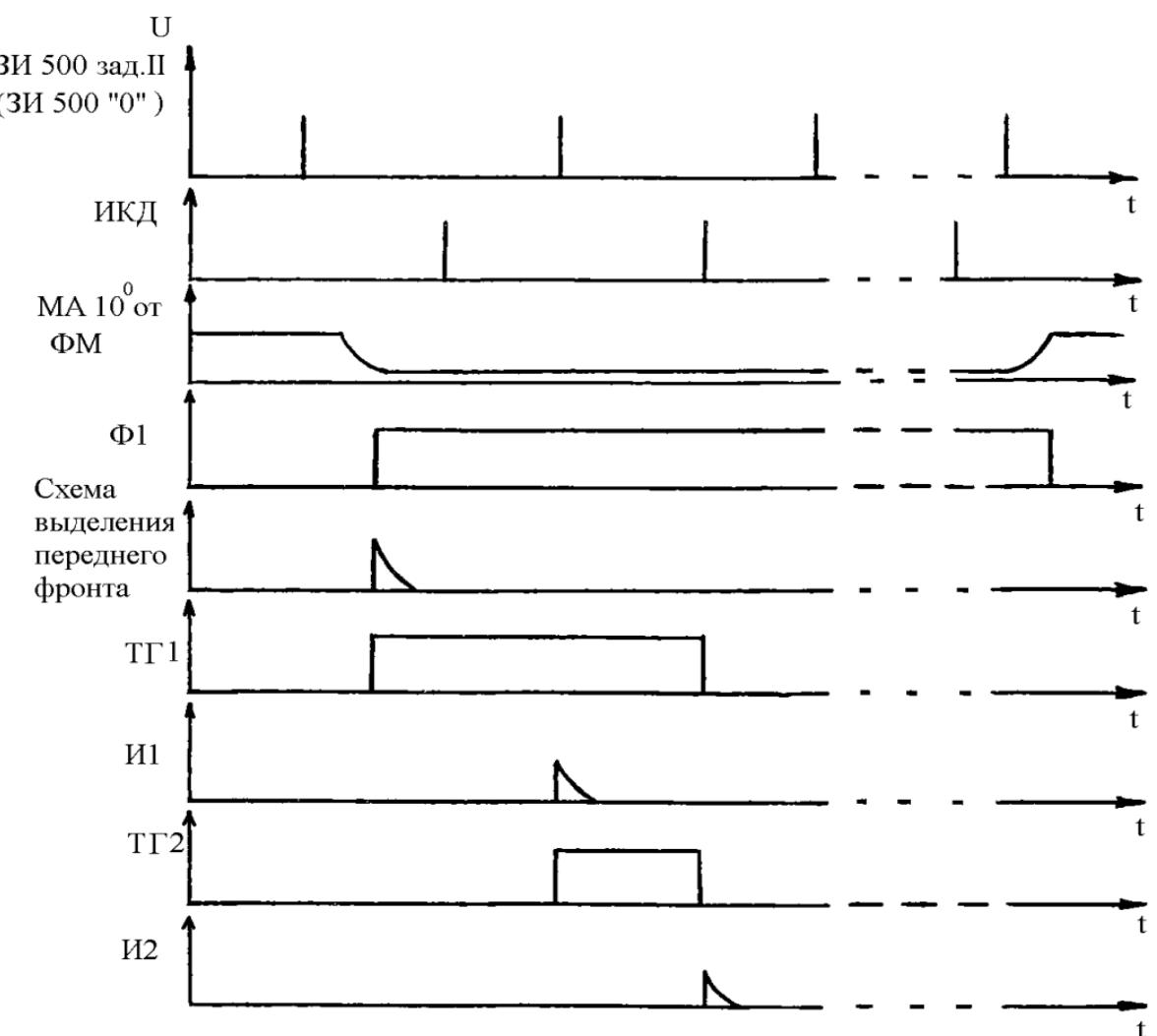


Рисунок 5.22. Временные диаграммы в ПММ-1

Азимутальные метки 10^0 от ФМ поступают в формирователь F1, который формирует их по амплитуде и длительности. В схеме привязки из этого импульса выделяется передний фронт, запускающий ТГ1. С приходом очередного ЗИ 500

запускается ТГ2, фронт импульса которого определяет начало азимутальной метки, а окончание соответствует моменту импульса конца дистанции (ИКД).

Таким образом, длительность импульса азимутальной метки соответствует длительности развертки. Метки азимута 10^0 через формирователи F2, F3, F4 поступают на ИКО, через аппаратуру сопряжения на КДП.

Формирование азимутальных меток 30^0 выполняется путем стробирования выходных сигналов формирователя F5 азимутальными метками 10^0 .

Метки 30^0 через формирователи F6, F7, F8 поступают на те же потребители.

5.3. Конструкция БОСТ-011

БОСТ-011 собран на типовом шасси, имеет размеры 270x380x631 мм, лицевая панель которого показана на рисунке 5.23. Все узлы и схемы блока выполнены в интегральном исполнении на типовых платах. На передней панели блока имеются контрольные гнезда для выходных импульсных сигналов блока. Сзади в блоке установлены две колодки типа РП14-30, механические фиксаторы, позволяющие фиксировать блок в выдвинутом положении. Все платы имеют одинаковые размеры 200x177 мм, монтаж печатный, односторонний. В платах используются микросхемы 133-й, 109-й, 142-й и 521-й серий.

Органы управления на передней панели (рисунке 5.23): два галетных переключателя ВС СДЦ/ПАСС, ВС ПАРН, позволяющие осуществлять выбор различных логик очистки ВС по каналам; тумблер ВС КВАНТОВ. ОТКЛ., отключающий временной квантователь в ПОУ; тумблер РЕЖИМ ОБРАБОТКИ ("И" – "ИЛИ"), позволяющий выбирать логику объединения ВС СДЦ/ПАСС и ПАРН. Светодиод ИСПР.БОСТ светится при работоспособных платах ПОУ, ППНП, ПС-1, ПФ-1.

Светодиод ВНУТР СИНХР светится при работе блока в режиме внутренней синхронизации, а светодиоды +5 В, +12 В, +220 В, +40 В, -6 В, -12 В, -27 В, -12,5 В светятся при наличии этих напряжений.

Органы подстройки параметров схем находятся непосредственно на пла-
тах:

ПСТ-95: подстроочный резистор УСТ +5 В (R19);

ПАК: подстроочный резистор ПОРОГ КВАНТ, (R31);

ПОУ: подстроочный резистор БЛАНК МЕСТН (R11) – позволяет регули-
ровать длительность бланка действия канала СДЦ (ПАСС), подстроочный рези-
стор БЛАНК СДЦ (R14) – позволяет изменять продолжительность запирания
канала ПАРН от 25 до 30 мкс на время излучения передатчика СДЦ.

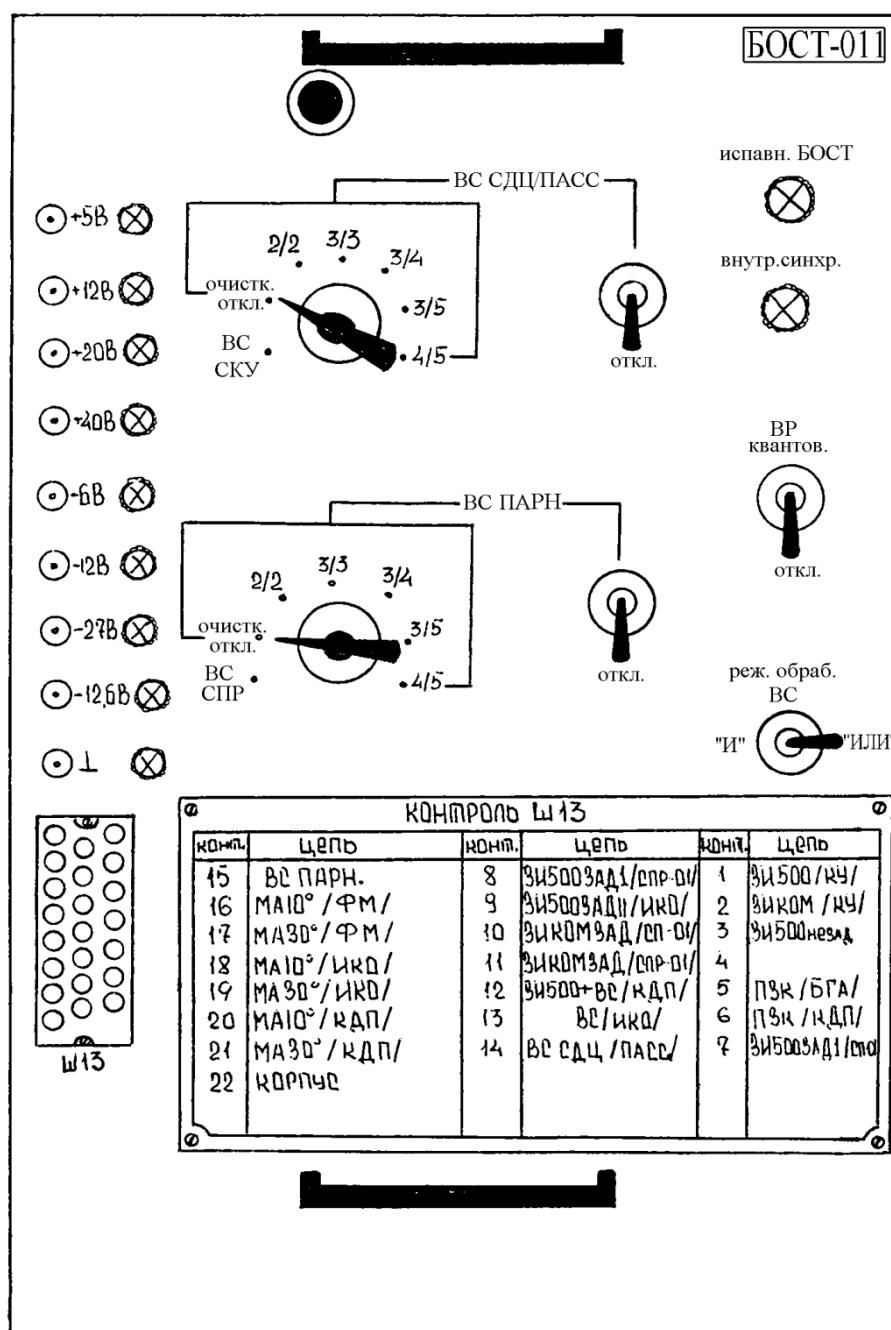


Рисунок 5.23. Блок БОСТ-011

Контрольные вопросы по главе 5

1. Почему в ДРЛ моменты запуска передатчиков и ИКО в различных режимах работы не совпадают?
2. Почему в БОСТ две платы ПАК?
3. Какова роль счётчика в плате ПС-1?
4. Как выбирают логики очистки в БОСТ?
5. Почему в АК ПАК используется плавающий порог?
6. Как организован встроенный контроль исправности БОСТ?
7. Каково назначение ПММ-1?
8. Почему период повторения импульсов в режиме СДЦ изменяется черес-периодно?
9. В чем суть метода подавления НИП в блоке БОСТ-011?
10. В каких случаях используют логики обработки "И" и "ИЛИ"?
11. Поясните принцип работы схемы привязки.
12. Почему в БОСТ-011 4 схемы цифровых линий задержки?

6. Аппаратура защиты ДРЛ-6М2 от пассивных помех

6.1. Общие сведения о КУ-01

В ДРЛ-6М2 канал СДЦ реализован по схеме однократной или 2-х кратной ЧПК.

В режиме СДЦ ДРЛ-6М2 функционирует как квазикогерентная РЛС с фазированием когерентного гетеродина от магнетрона. Фазирование ведется на промежуточной частоте. Выходные сигналы фазового детектора поступают на схему ЧПК (рисунок 6.1).

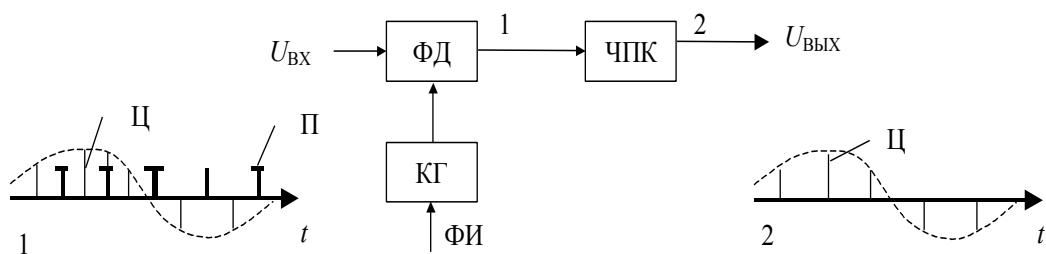


Рисунок 6.1. Схема фазирования КГ от МГ

Для борьбы с эффектом "слепых скоростей" могут применяться 2 метода: вобуляция несущей частотой РЛС или частотой повторения F_i . В ДРЛ-6М2 изменяется F_i . Используется две частоты повторения.

С учетом последнего обстоятельства структура построения схемы СДЦ имеет вид, показанный на рисунке 6.2.

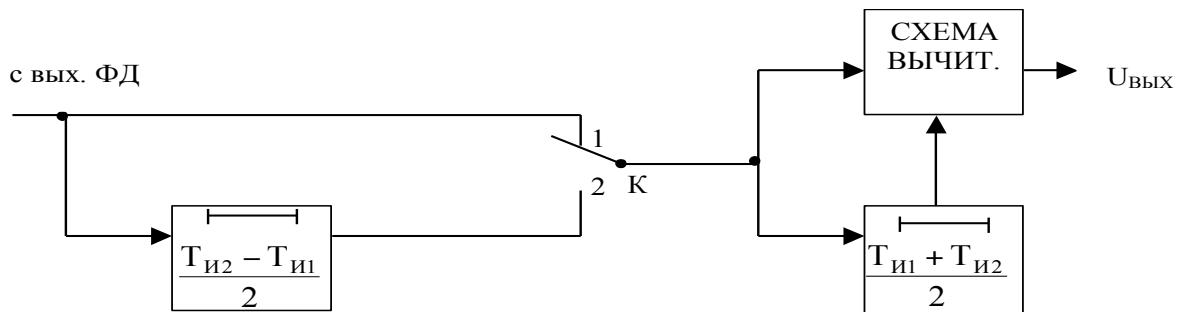


Рисунок 6.2. Структура построения схемы СДЦ

Вначале выполняется усреднение периода повторения РЛС, а затем че-респериодная компенсация. Усреднение периода повторения организуется путем

задержки отраженных от цели сигналов в большем ($T_{и2}$) периоде повторения (рисунок 6.3) на время $(T_{и2} - T_{и1})/2$.

Компенсирующее устройство КУ-01, на базе которого реализована схема ЧПК, предназначено для подавления сигналов, отраженных от неподвижных и малоподвижных объектов. Кроме того, КУ-01 в одноканальном варианте (в режиме СДЦ) и в двухканальном варианте формирует синхронизирующие импульсы ЗАПУСК СДЦ ($F_и=500$ Гц) и ЗАПУСК СДЦ-КОММ с $T_{и1}=800$ мкс и $T_{и2}=1200$ мкс, которые после преобразований в блоке БОСТ-011, используются для запуска блоков ДРЛ и ВИСП-75Т.

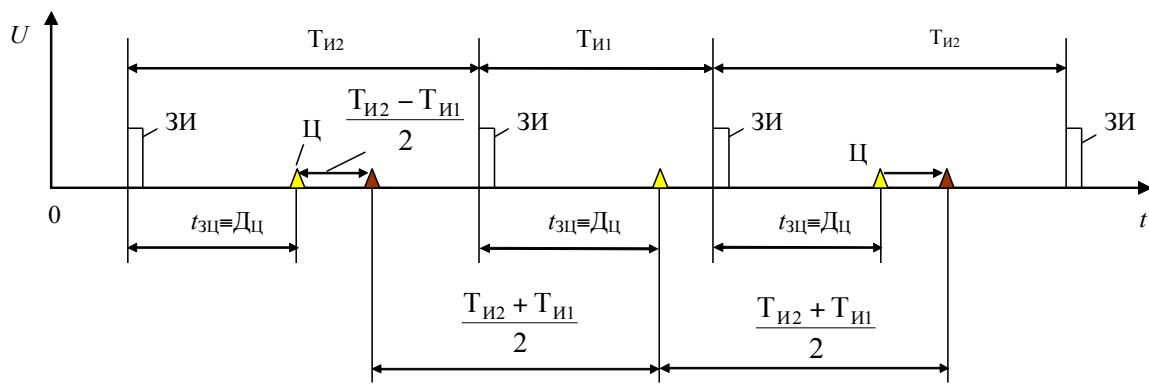


Рисунок 6.3. Принцип усреднения периода повторения

Состав КУ-01:

- | | | |
|---------------|---|---|
| СКУ-01 | – | стойка компенсирующего устройства: |
| • БУ-011 | – | блок усреднения; |
| • БЧК-011 | – | блок череспериодной компенсации; |
| • БКИ-011 | – | блок компенсатора импульсный; |
| • БЧВ-011 | – | блок череспериодной компенсации по видеотракту. |

- | | | |
|---------------|---|--------------------------------|
| СВП-01 | – | стойка выпрямителей приемника: |
| • БАК | – | блок автоматического контроля; |
| • БП-127 | – | блок питания. |

Усреднение периода повторения отраженных сигналов выполняется в блоке усреднения БУ-011, череспериодная компенсация – в блоке БЧК, БАК

обеспечивает встроенный контроль КУ-01, БКИ формирует синхронизирующие импульсы ЗАПУСК СДЦ и ЗАПУСК СДЦ-КОММ.

6.2. Функциональные схемы блоков КУ-01

6.2.1. Функциональная схема БУ-011

Блок усреднения выполняет усреднение периодов повторения $T_{и1}=800$ мкс, $T_{и2}=1200$ мкс до $T_{и CP}=1000$ мкс. Функциональная схема БУ-011 приведена на рисунке 6.4.

Входные видеосигналы от движущихся целей, местных предметов поступают на повторитель катодный ПК-1 блока стробирующих каскадов БСК-1.

Входные сигналы ПК-1 поступают в смеситель СМ1 только в интервале времени действия СТРОБ ВХОДА на 650 мкс на полупроводниковом вентиле ПВ1. В другие интервалы времени выход ПК1 зашунтирован ПВ1.

Во времени СТРОБ ВХОДА смешен относительно запускающих импульсов передатчика (ЗАПУСК СДЦ КОММ) на 12 мкс, в течение которых на второй вход СМ1 поступают контрольные сигналы из БАК. Далее видеосигналы с СМ1 через ПК2 поступают в смеситель СМ возбудителя №2.

Возбудитель обеспечивает преобразование видеосигналов в радиосигналы, которые используются для возбуждения ультразвуковой линии задержки УЛЗ на 200 мкс.

На второй вход СМ поступают из ГПИ импульсы "ЗАПУСК БЧК" для задержки на 200 мкс в БУ-011.

Линии задержки ЛЗ1, ЛЗ2 на 0,2 мкс каждая обеспечивают точную регулировку времени задержки импульсов ЗАП БЧК.

Принцип работы возбудителя поясняется временными диаграммами на рисунке 6.5. Кварцевый генератор вырабатывает гармонические колебания с частотой 15 МГц, которое в модуляторе подвергаются амплитудной модуляции сигналами со смесителя. Амплитудно-модулированные колебания усиливаются в предоконечном и оконечном усилителях и поступают на возбуждение в УЛЗ на 200 мкс. Кроме того, этот же сигнал через усилитель У после амплитудного детектирования в АД подается на СМ2 БСК2. Временные диаграммы стробов в

БСК приведены на рисунке 6.6.

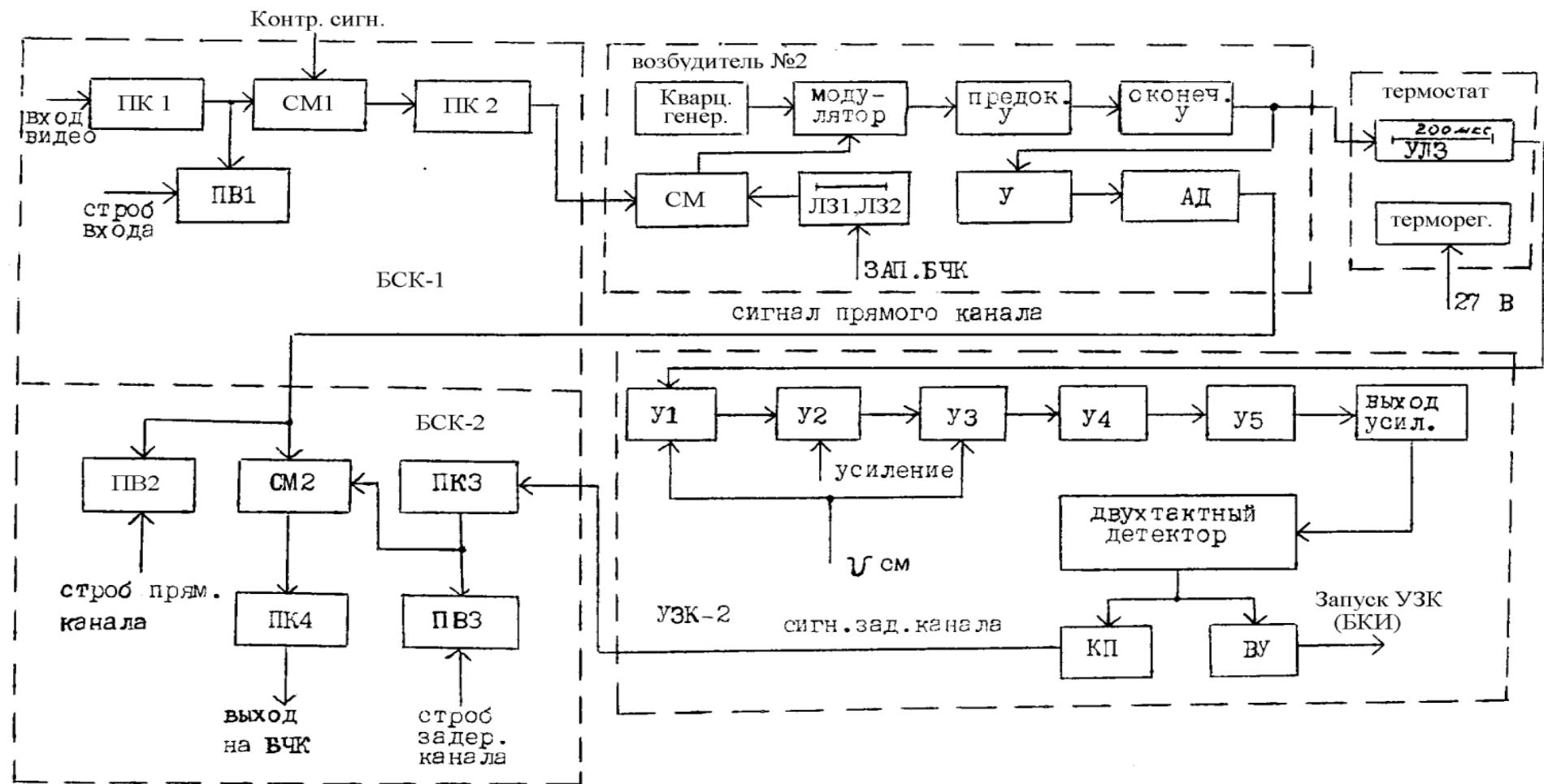


Рисунок 6.4. Функциональная схема БУ-011

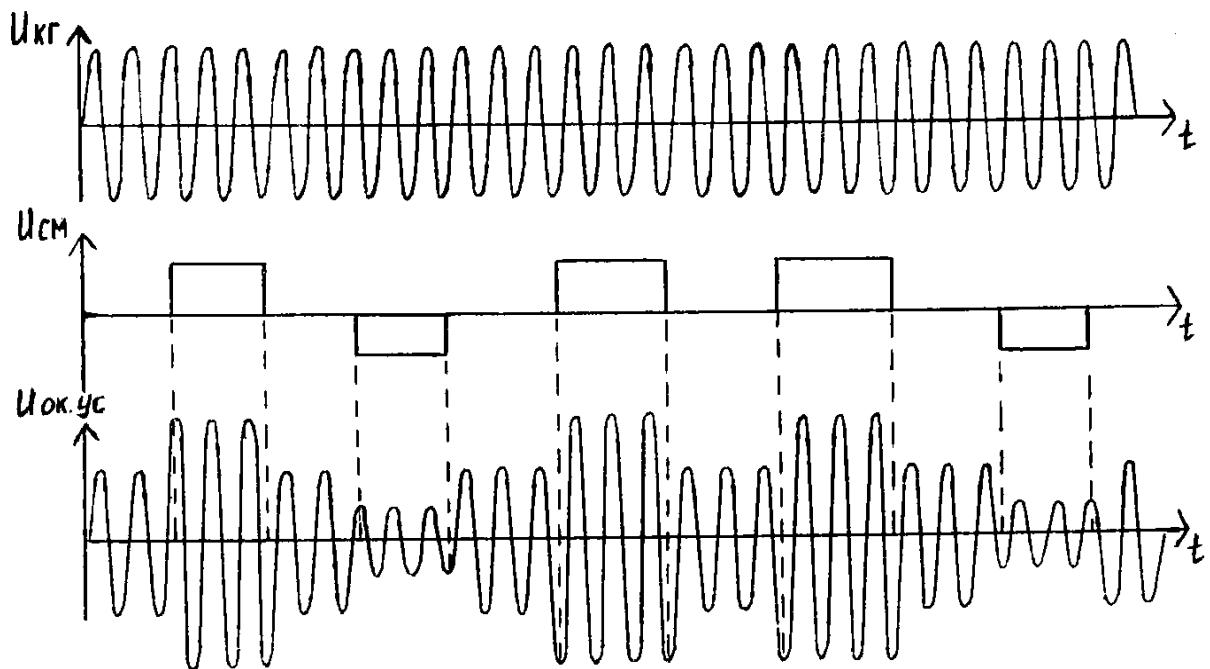


Рисунок 6.5. Временные диаграммы сигналов возбудителе

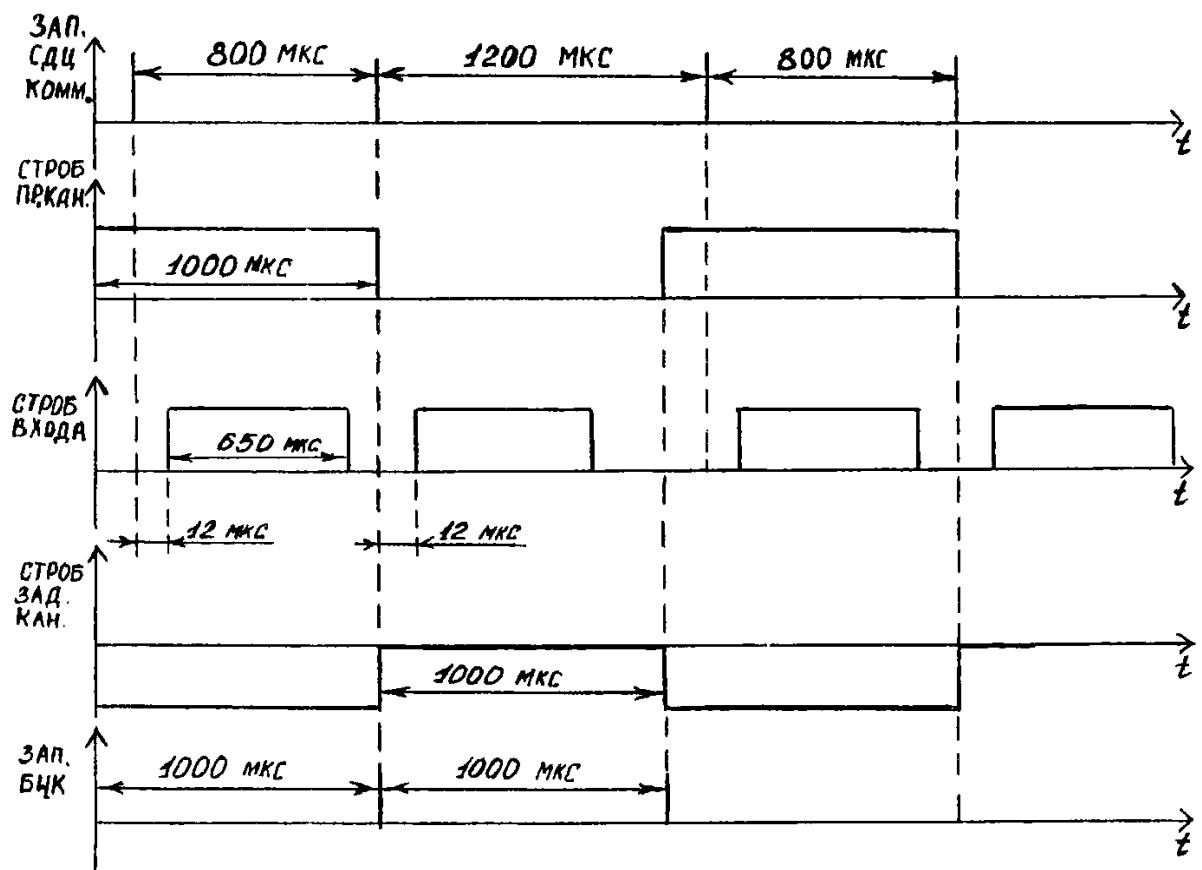


Рисунок 6.6. Временные диаграммы стробов в БСК

Сигнал прямого канала стробируется сигналом "Строб прямого канала" на 1000 мкс на входе полупроводникового вентиля ПВ2.

УЛЗ на 200 мкс помещается в термостат, в котором с помощью терморегулятора поддерживается неизменный температурный режим.

Линия задержки выполнена из магниевого сплава, внешняя поверхность – рифленая, что позволяет эффективно подавлять поперечные волновые колебания между стенками УЛЗ.

Задержанные и ослабленные в УЛЗ радиосигналы восстанавливаются по амплитуде в усилителе задержанного канала УЗК-2. Он представляет собой многокаскадный усилитель, в котором для получения заданной полосы пропускания 4 МГц используются:

расстроенная тройка каскадов	–	усилители У1, У2, У3;
расстроенная двойка каскадов	–	усилители У4, У5.

Выходной усилитель настроен на частоту 15 МГц, полоса его пропускания составляет 4 МГц, что достигается уменьшением добротности колебательного контура. Заданный коэффициент усиления УЗК-2 достигается путем выбора напряжения смещения (U_{cm}) в У1, У3 и регулировки коэффициента усиления в У2.

Двухтактный детектор выполняет амплитудное детектирование задержанных и усиленных видеосигналов, которые через катодный повторитель КП УЗК-2, ПК-3, СМ2, ПК4 БСК2 поступают в БЧК-011, а задержанные импульсы "Запуск БЧК" – через видеосмеситель ВУ в БКИ.

Для выделения задержанных сигналов только из периода повторения $T_{и2}=1200$ мкс выходные сигналы с ПК3 стробируются полупроводниковым вентилем ПВ3 сигналом "Строб задержанного канала". Видеосигналы с усредненным периодом повторения $T_{и CP} = 1000$ мкс с выхода БУ-011 поступают в блок БЧК-011.

6.2.2. Функциональная схема БЧК-011

Блок череспериодной компенсации БЧК-011 предназначен для подавления помеховых сигналов (от неподвижных, малоподвижных объектов, метеообразований и т.п.) в отраженном сигнале. Построен по принципу однократной схемы череспериодной компенсации (ЧПК). Кроме того, в нем в режиме СДЦ генерируется последовательность видеоимпульсов "Запуск БЧК", из которой в блоке БКИ-011 формируются синхроимпульсы ДРЛ: "Запуск СДЦ", "Запуск СДЦ КОММ".

Функциональная схема БЧК-011 приведена на рисунке 6.7. Управление блоком выполняется с помощью тумблеров S1, S2, S3. Приведенное на схеме положение тумблеров соответствует рабочему режиму БЧК-011.

Установка S1, S2, S3 в другое положение позволяет контролировать работу КУ-011 и БЧК-011 по специальной технологии.

Временные диаграммы, поясняющие принцип работы БЧК-011, приведены на рисунке 6.8.

Рассмотрим работу БЧК в двух режимах: компенсации помех и формирования импульсов "Запуск БЧК".

Режим компенсации

Входные видеосигналы от помех, движущихся целей и контрольные сигналы неподвижной и движущейся целей (рисунок 6.8) поступают на БУ-011 через контакты 4, 2 переключателя S3 на вход катодного повторителя КП1, выход которого шунтируется полупроводниковым вентилем ПВ1. Шунтирование снимается импульсом "Строб входа" с генератора пусковых импульсов (ГПИ) положительной полярности. Отстробированные видеосигналы поступают на первый вход смесителя 1 возбудителя 1. Принцип работы возбудителя 1 аналогичен возбудителю в БУ-011. Кварцевый генератор генерирует гармонические колебания частотой 15 МГц.

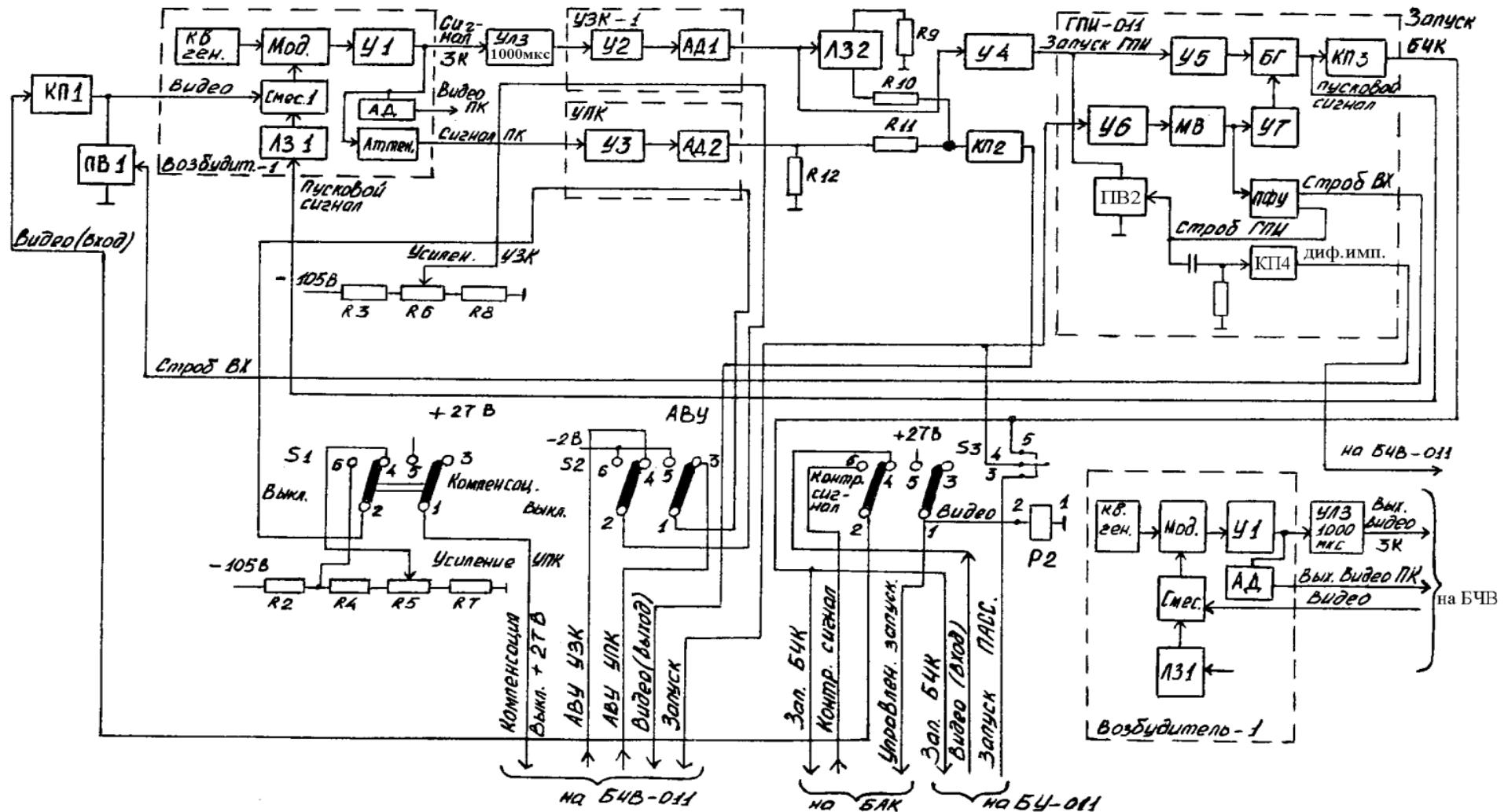


Рисунок 6.7. Функциональная схема БЧК-011

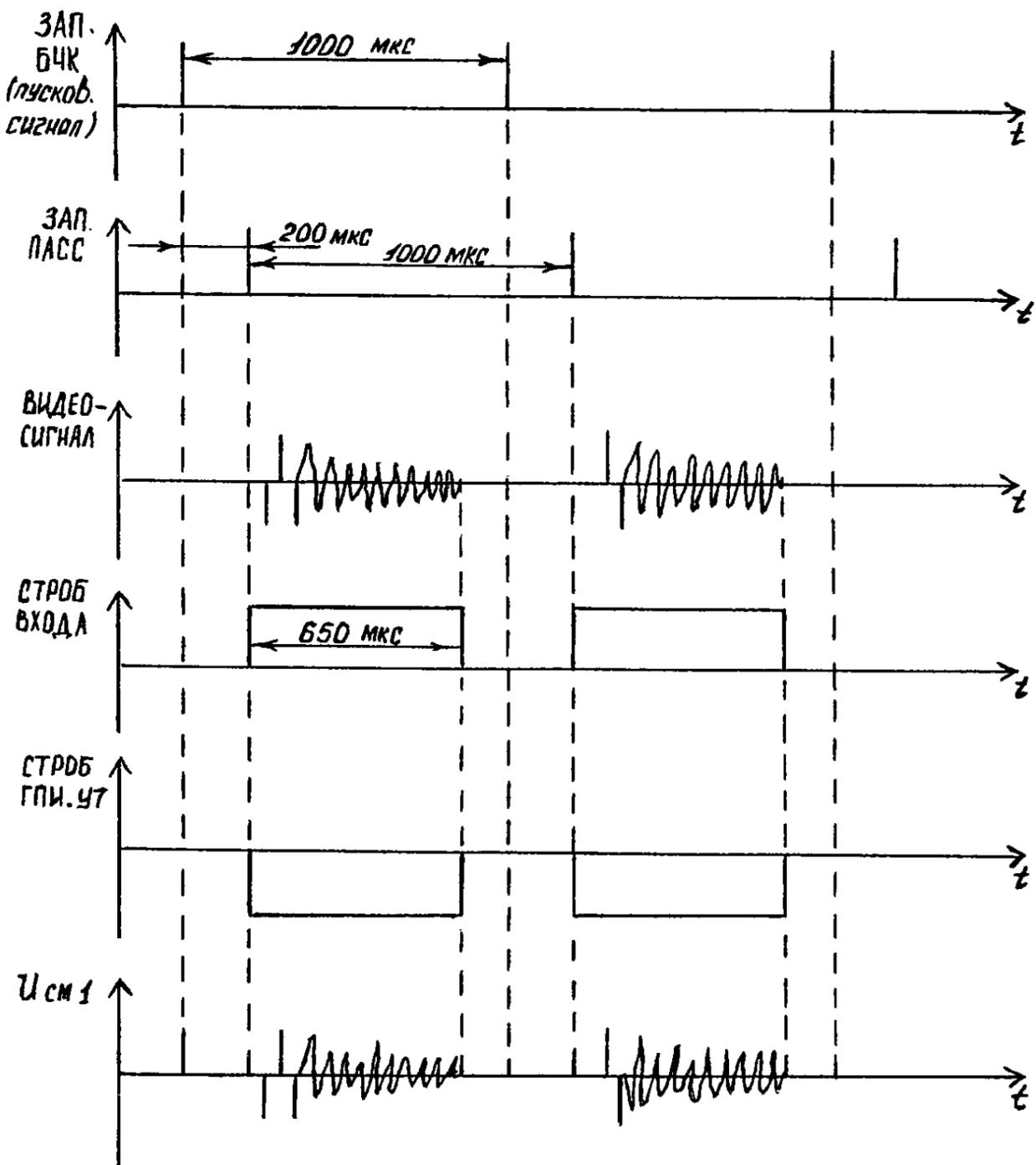


Рисунок 6.8. Временные диаграммы сигналов в БЧК-011

На выходе модулятора формируется радиосигнал, модулированный по амплитуде видеосignalами со смесителя 1, которые после усиления в усилительных каскадах У1 поступают:

- по задержанному каналу в УЛ3 на 100 мкс, а далее на усилитель задерживающего канала УЗК-1;
- по прямому каналу в усилитель прямого канала (УПК);

в) на амплитудный детектор (АД) и в виде видеосигналов прямого канала выводятся из возбудителя 1 (ВИДЕО ПК).

УЗК-1 и УПК построены по схеме многокаскадных резонансных усилителей, выходными каскадами которых являются амплитудные детекторы АД1 и АД2. Выходные фильтры АД1 и АД2 усилителей УЗК-1, УПК включены встречно, поэтому с них снимаются противоположные по полярности видеосигналы. Сигналы АД1 и АД2 разной полярности объединяются в точке соединения резисторов R10, R11. Так реализована операция взаимного вычитания не задержанного и задержанного сигналов. При этом линия задержки Л32 на 1 мкс с отводами на 0,1 мкс обеспечивает выравнивание времени задержки видеосигналов и импульсов пусковых сигналов при нестабильности параметров УЛЗ (совместно с Л31 в возбудителе 1). На выходе катодного повторителя КП2 наблюдаются сигналы движущихся целей (в том числе и контрольные сигналы движущихся целей) и не скомпенсированные остатки помех и контрольного сигнала неподвижной цели, которые поступают в БЧВ-011. Для эффективного подавления помех в БЧК коэффициенты усиления УЗК-1 и УПК регулируются сигналами от схемы АВУ, которые проходят через контакты 2, 4 и 1, 2 тумблера S2 в положении "АВУ" (должно выполняться условие $K_{УЗК} = K_{УПК}$). При этом начальные коэффициенты усиления УЗК и УПК задаются напряжениями с потенциометров R6 УСИЛЕНИЕ УЗК и R5 УСИЛЕНИЕ УПК через контакты 2, 4 тумблера S1 в положение "Компенсация".

Второй возбудитель 1 и линия задержки УЛЗ на 1000 мкс используются в составе накопителя для исключения потерь 50% полезных сигналов.

Режим формирования импульсов "Запуск БЧК"

Источником импульсной последовательности с $T_i=1000$ мкс "ЗАПУСК БЧК" является генератор пусковых импульсов ГПИ-011.

Блокинг-генератор (БГ) ГПИ имеет период собственных колебаний более 1000 мкс, поэтому работает в режиме внешней синхронизации собственными импульсами, задержанными в УЛЗ на 1000 мкс. С этой целью импульсы БГ

(пусковой сигнал) поступают на второй вход СМ1 возбудителя 1 через подстроечную линию задержки Л31 на 0,2 мкс с отводами через 0,02 мкс. Пусковые радиоимпульсы с возбудителя 1 (совместно с отраженными и контрольными сигналами (рисунок 6.8), задерживаются в УЛЗ на 1000 мкс, усиливаются в УЗК-1, детектируются и поступают через видеоусилители У4, У6 на запуск БГ ГПИ. Выходные импульсы БГ через катодный повторитель КП3 в виде последовательности "Запуск БЧК" поступают в БАК-011 и БУ-011. Чтобы исключить запуск ГПИ случайными сигналами от целей или контрольными сигналами, выход У4 на время 650 мкс шунтируется ПВ2, включаемым последовательностью СТРОБ ГПИ отрицательной полярности. В рабочем режиме для запуска схемы формирования стробирующих импульсов "Строб входа", "Строб ГПИ" из БКИ-011 (через БУ-011) через замкнутые контакты 3, 4 реле Р2 поступают импульсы "Запуск ПАСС" с периодом 1000 мкс и смешенные относительно ЗАП.БЧК на 200 мкс на усилитель У6. Эти импульсы запускают ждущий мультивибратор (МВ), длительность выходного импульса которого равна 650 мкс. Прямоугольные импульсы МВ отрицательной полярности через усилитель У7 поступают на БГ для запирания выходного каскада запуска (исключает случайный запуск от видеосигналов целей и внутренних помех). Парафазный усилитель (ПФУ) формирует усиленные импульсы МВ "Строб входа" положительной полярности и "Строб ГПИ" отрицательной полярности. Первые используются для стробирования БЧК в ПВ1, вторые – для стробирования ГПИ в ПВ2. Кроме этого, положительный дифференцированный импульс, соответствующий срезу "Строб ГПИ", через КП4 поступает в БЧВ-011.

6.2.3. Функциональная схема БЧВ-011

Блок БЧВ-011 предназначен для преобразования двухполярных импульсов БЧК-011 в однополярные, сложения незадержанных и задержанных видеоимпульсов схемы накопителя, выработки управляющих напряжений коэффициентов усиления УПК и УЗК-1 БЧК-011.

Основными элементами БЧВ-011 являются: схема АВУ, видеоусилители ВУ-011, УЗК-1, ВУ-2-011.

Функциональная схема блока БЧВ-011 приведена на рисунке 6.9. Входные сигналы "Видео от БЧК" поступают в видеоусилитель ВУ-2-011, в котором выполняется преобразование двухполярных сигналов от движущихся целей в однополярные, а также усиление не скомпенсированных остатков контрольных сигналов неподвижной цели для схемы АВУ. Необходимость приведения сигналов к одной полярности обусловлена тем, что БОСТ, БУО-Д, БИ-45 (ИКО) обрабатывают и отображают только импульсы положительной полярности. ВУ-011 включает каналы преобразования полярности и усиления не скомпенсированных остатков. Канал преобразования полярности содержит усилитель У1, паразипазный усилитель (ПФУ), двухполярный (ДП) выпрямитель, усилители У3, У4 и катодный повторитель КП1, а канал усиления не скомпенсированных остатков – У1, У2, КП2. Преобразование к одной полярности выполняется путем выделения из разнополярных выходных сигналов ПФУ сигналов только одной положительной полярности. Такая селекция достигается применением ДП выпрямителя. С КП1 усиленные однополярные сигналы поступают во второй возбудитель 1 БЧК-011, входящий в схему накопителя. Задержанные в УЛЗ на 1000 мкс радиоимпульсы усиливаются в УЗК-1, детектируются и поступают в ВУ-2-011. В сумматоре ВУ-2-011 выполняется суммирование по амплитуде сигналов прямого (с возбудителя 1) и задержанного на 1000 мкс видеоимпульсов от движущихся целей. Такое суммирование исключает потерю половины полезных сигналов из-за разности периодов повторения запускающих импульсов ИКО и передатчика. Временные диаграммы, поясняющие принцип работы ВУ-2-011, приведены на рисунке 6.10.

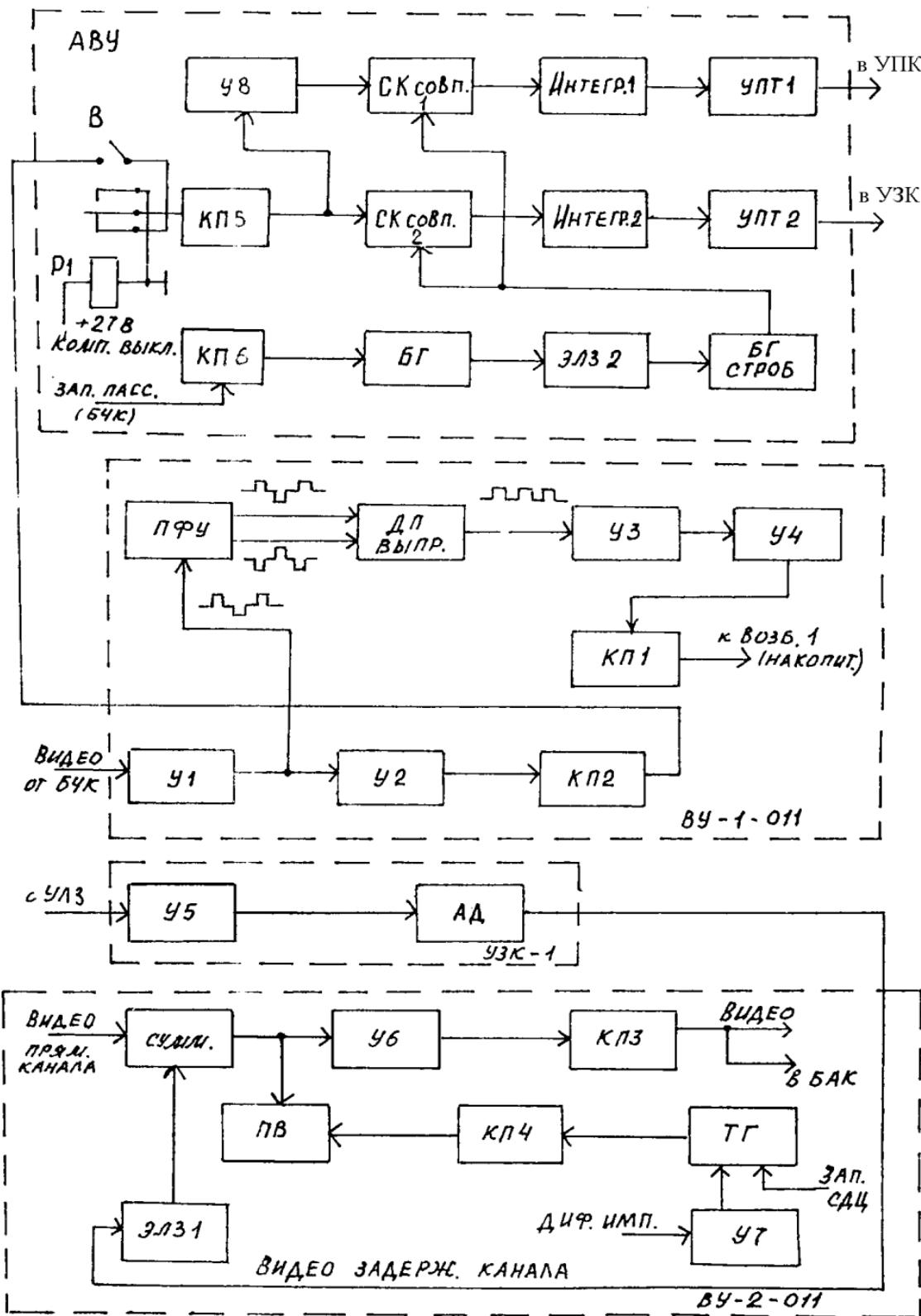


Рисунок 6.9. Функциональная схема БЧВ-011

Просуммированные видеосигналы прямого сигнала $U_{ПС}$ и задержанного на 1000 мкс $U_{ЗС}$ на выходе сумматора стробируются полупроводниковым вентилем

ПВ в течение 650 мкс. Импульс стробирования формируется следующим образом. Триггер (ТГ) запускается как и ИКО с $T_i = 2000$ мкс импульсами "Запуск СДЦ". Перевод его в нулевое состояние выполняется дифференцированным импульсом, соответствующим срезу импульса строба ГПИ-011. Импульс ТГ через КП4 запирает ПВ, исключая на 650 мкс шунтирование выходных сигналов сумматора. Поэтому его сигналы после усиления в видеоусилителе У6 будут наблюдаться на выходе КП3, которые поступают: 1) после очистки в БОСТ-011 от НИП и ХИП в аппаратуру отображения; 2) в схему автоматического контроля (САК) БАК.

На схему АВУ поступают как контрольные сигналы, так и сигналы от движущихся целей с КП2 ВУ-1-011 через переключатель "В" и контакты реле Р1. Чтобы схема АВУ формировала выходные управляющие напряжения УПК и УЗК-1 только по нескомпенсированным остаткам контрольного сигнала неподвижной цели, в стробирующих каскадах (СК) совпадения 1 и 2 выполняется временная селекция поступающих сигналов (рисунок 6.11).

Импульсы стробирования, смещённые относительно ЗАП.ПАСС на 14 мкс, формируются блокинг-генератором (БГ) стробирования. Задержка импульсов запуска БГ ЗАП. ПАСС в электрической линии задержки (ЭЛЗ) обусловлена задержкой постоянных контрольных импульсов (2-й и 3-й импульсы в любом периоде повторения) в цепях БЧК, БЧВ.

При этом на СК совпадения 1 видеосигналы поступают после инвертирования в усилителе У8. При равных коэффициентах усиления УПК и УЗК-1 нескомпенсированные остатки равны нулю, поэтому никаких изменений в работе АВУ нет. При неравенстве усиления УПК и УЗК-1 на входе АВУ будут нескомпенсированные остатки контрольных сигналов неподвижной цели, полярность которых и амплитуда пропорциональны степени различия усиления. В этом случае на выходах интеграторов будут разнополярные постоянные напряжения, пропорциональные различиям коэффициентов усиления УПК и УЗК-1.

Эти напряжения усиливаются в усилителях постоянного тока УПТ1, УПТ2, поступают для регулирования в УПК и УЗК-1 БЧК, компенсируя рассогласование в коэффициентах их усиления.

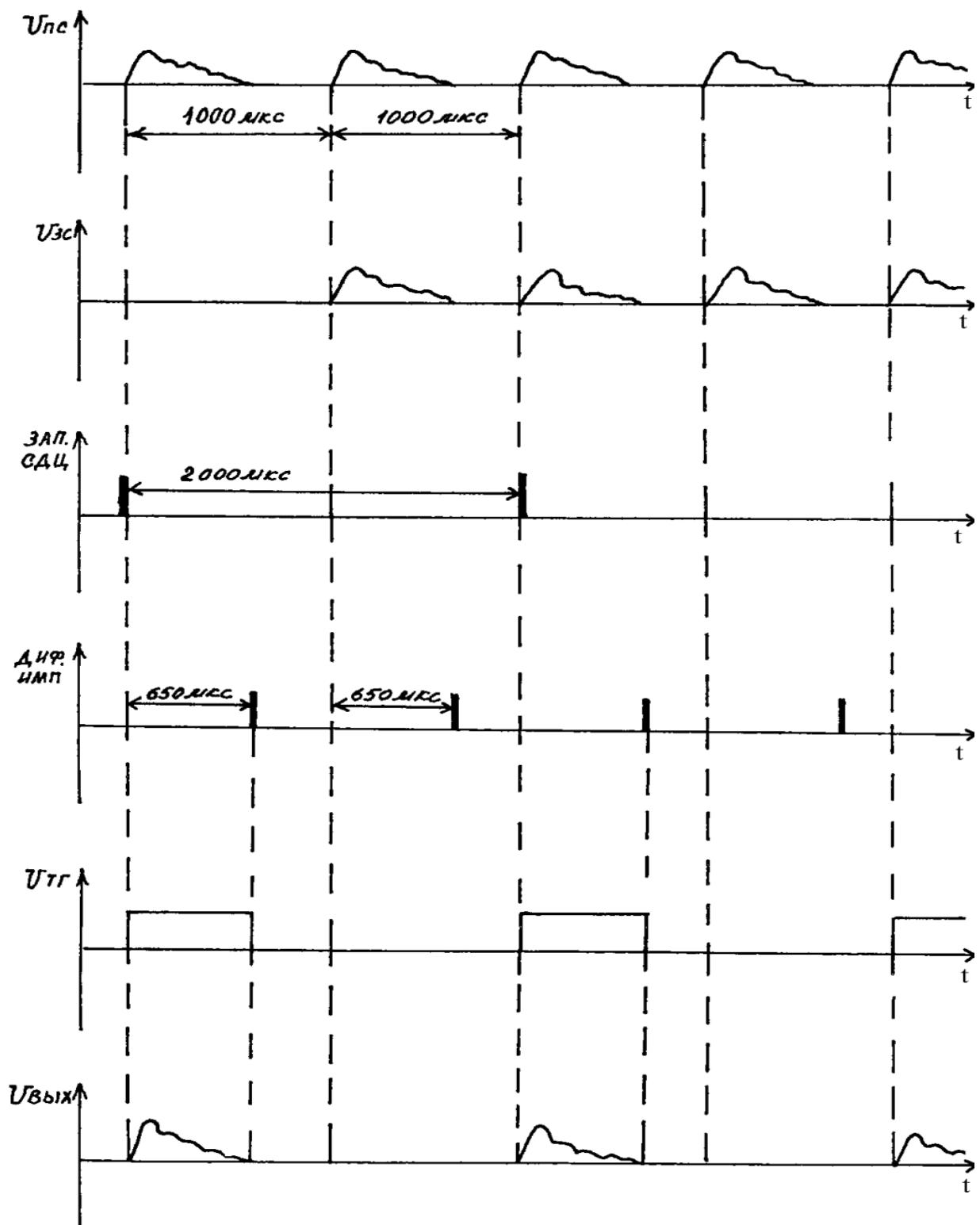


Рисунок 6.10. Временные диаграммы сигналов в ВУ-2-011

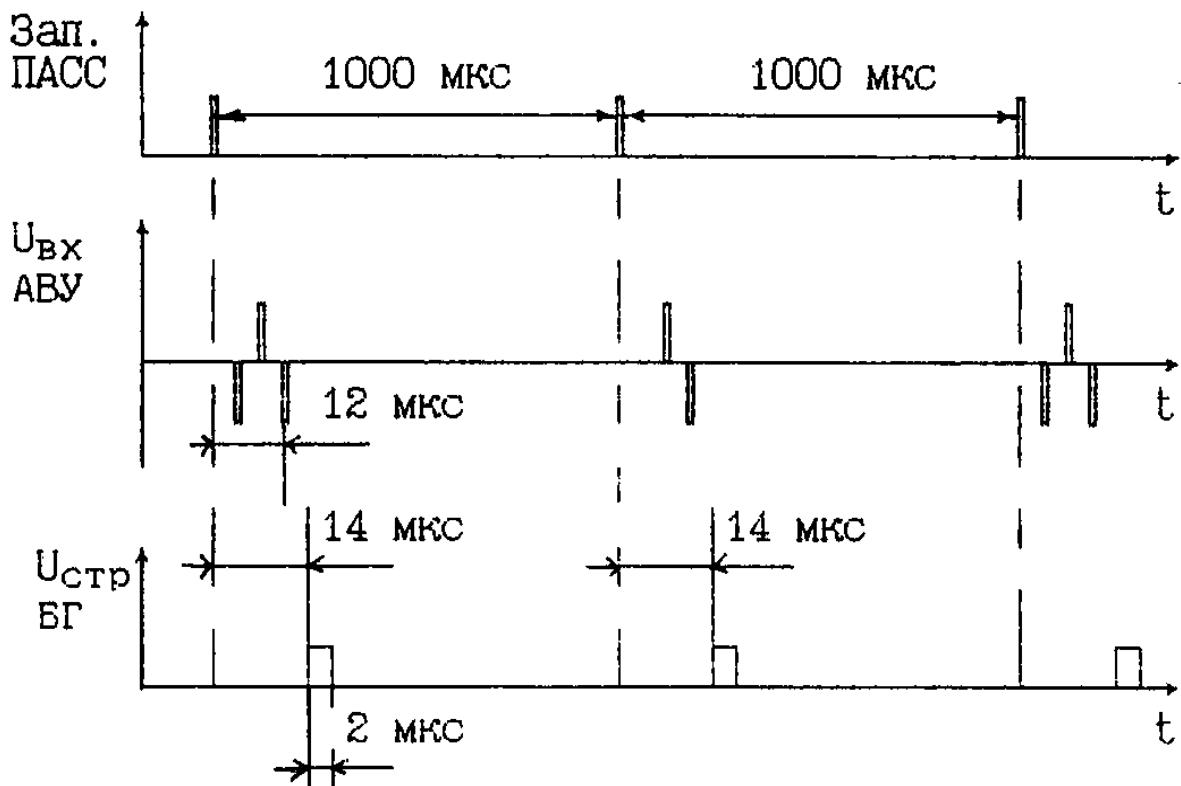


Рисунок 6.11. Временные диаграммы в АВУ

6.2.4. Функциональная схема БКИ-011

БКИ-011 предназначен для формирования последовательности импульсов запуска различных устройств ДРЛ ("Запуск ПАСС", "Запуск СДЦ", "ЗАПУСК СДЦ КОММ"), а также сигналов стробов коммутации сигналов блока БУ-011 "Строб входа", "Строб прямого канала", "Строб задерживающего канала".

Функциональная схема БКИ-011 приведена на рисунке 6.12, а временные диаграммы сигналов – на рисунке 6.13.

Импульсные управляющие сигналы и стробы формируются из двух последовательностей – "Запуск БЧК" с $T_i = 1000$ мкс из блока БЧК-011 и "Запуск УЗК" с $T_i = 1000$ мкс, но смещенных относительно "Запуск БЧК" на 200 мкс в БУ-011.

Формирование импульсов "Запуск ПАСС"

Импульсы "Запуск БЧК" поступают на БЧК-011 и после инвертирования в инверторе ИНВ.4 запускают фантастрон ФН1, который формирует импульсы

длительностью 100 мкс (рисунок 6.13 *в*). Между ФН1 и усилителем У6 имеется дифференцирующая цепь. Ее импульс, соответствующий срезу импульса ФН1, усиливается У6 и устанавливает триггер ТГ1 в единичное состояние. Вентиль ВН1 открывается импульсом ТГ1 через 100 мкс после поступления импульсов "Запуск БЧК". Импульсы "Запуск УЗК", полученные путем задержки на 200 мкс в БУ-011 (рисунок 6.13 *б*) после усиления в усилителях У1, У2 проходят ВН1, еще раз усиливаются в У3 и после инвертирования в инверторе ИНВ.1 запускают блокинг-генератор БГ1. Кроме того, выходные сигналы У3 поступают на ТГ1, устанавливая его в нулевое состояние, вентиль ВН1 запирается. Таким образом осуществляется селекция импульсов "Запуск УЗК". Случайные видеосигналы и шумы через вентиль ВН1 не пройдут. С приходом очередных импульсов "Запуск БЧК" и "Запуск УЗК" процессы повторяются. Таким образом на выходе БГ1 формируется последовательность импульсов "Запуск ПАСС" с $T_i = 1000$ мкс (рис.6.13 *д*).

Формирование импульсов "Запуск СДЦ"

Последовательность "Запуск СДЦ" имеет $T_i = 2000$ мкс, формируется из импульса "Запуск ПАСС" с выхода У3. Первый импульс "Запуск ПАСС" (рисунок 6.13 *д*) проходит открытый вентиль ВН2, усилитель У4 и через инвертор ИНВ 2 запускает БГ2. Вентиль ВН2 запирается по сигналам от мультивибратора МВ2 (рисунок 6.13 *е*), запускаемого с выхода У4 через инвертор ИНВ.5. Буферный каскад БК1 обеспечивает связь МВ2 и ВН2. Длительность импульсов МВ2 $\tau_i = 1500$ мкс, поэтому второй импульс "Запуск УЗК" через ВН2 на выход БКИ-011 не пройдет. Очевидно, что на выход блока в качестве импульсов "Запуск СДЦ" с $T_i = 2000$ мкс (рисунок 6.13 *ж*) пройдут только все нечетные импульсы "Запуск ПАСС".

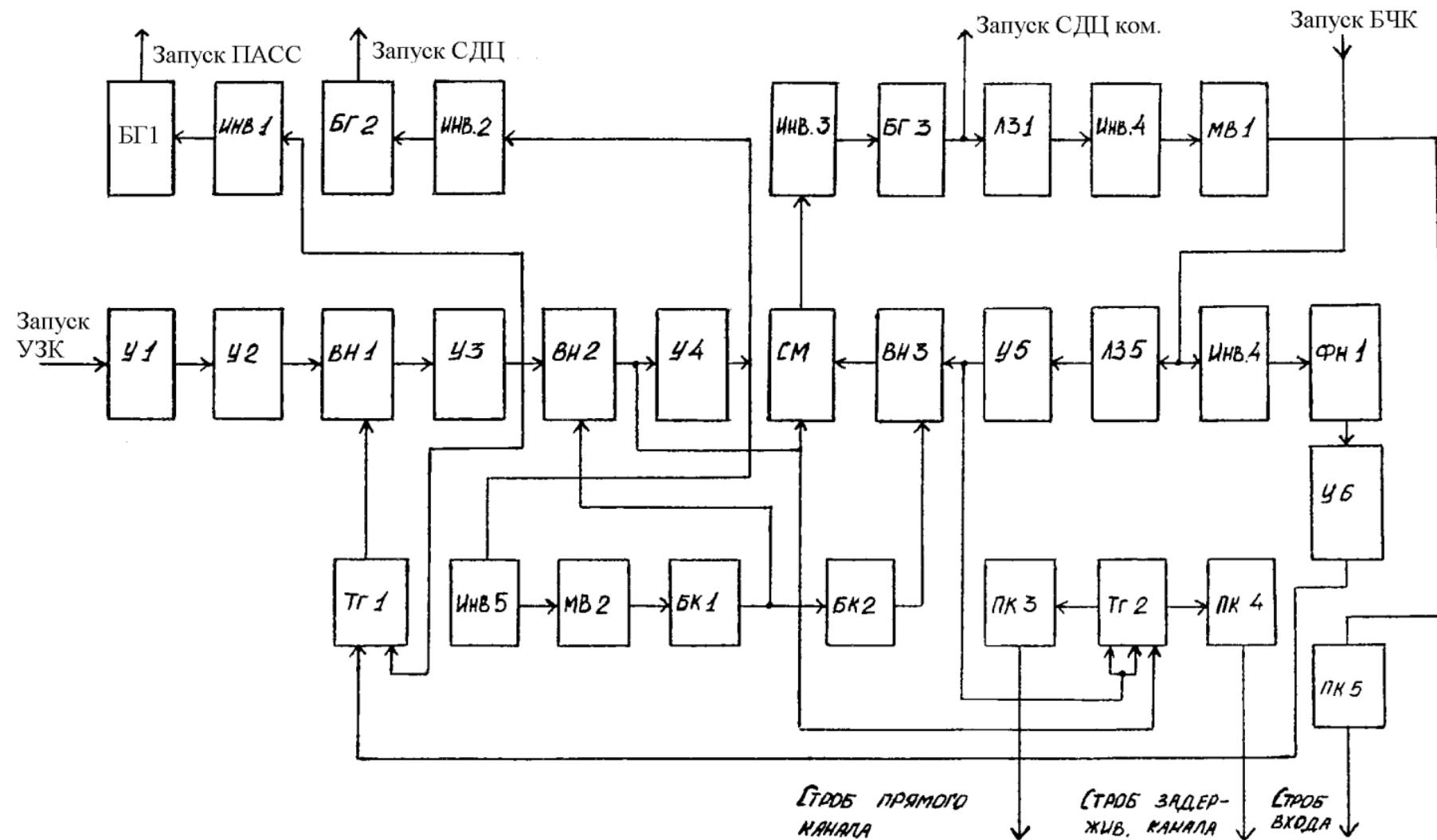


Рисунок 6.12. Функциональная схема БКИ-011

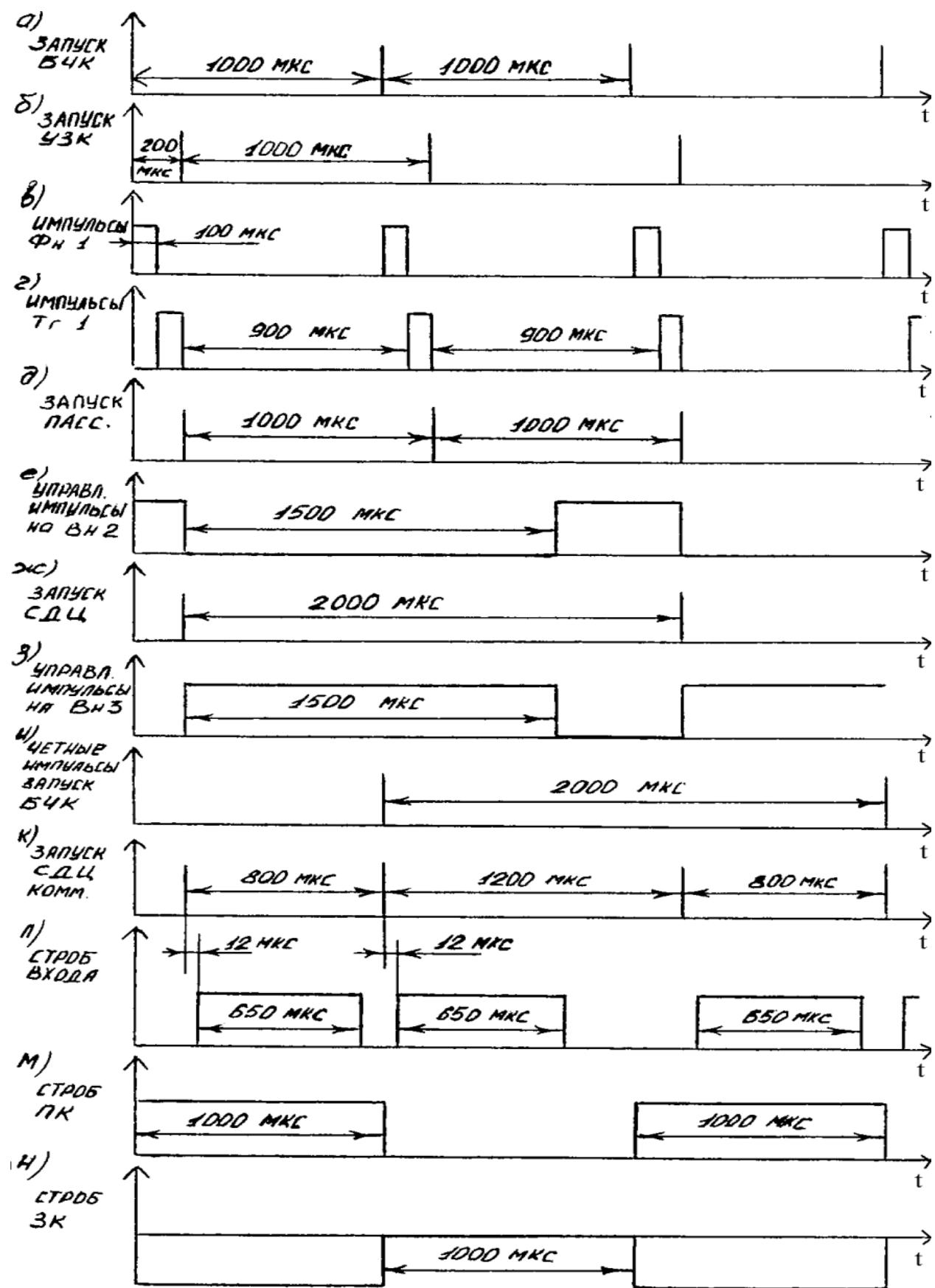


Рисунок 6.13. Временные диаграммы в БКИ-011

Формирование импульсов "Запуск СДЦ КОММ"

Последовательность "Запуск СДЦ КОММ" имеет переменный период повторения (либо 800, либо 1200 мкс), формируется из импульсов "Запуск СДЦ" и четных импульсов "Запуск БЧК" следующим образом. Первый импульс "Запуск БЧК" через линию задержки Л35 на 1 мкс, усилитель У5 поступают на вентиль ВН3. Л35 служит для согласования во времени видеоимпульсов прямого ("Запуск БЧК") и задержанного каналов ("Запуск УЗК"). В это время ВН3 находится в закрытом состоянии и никакие сигналы через него не проходят (рисунок 6.12). Через 200 мкс импульсы МВ2 длительностью 1500 мкс отпирают ВН3 и четный импульс "Запуск БЧК" пройдет на вход смесителя СМ. К моменту поступления очередного нечетного импульса "Запуск БЧК" импульс МВ2 заканчивается, ВН3 запирается, не пропуская импульс "Запуск БЧК" на вход СМ. Далее процессы повторяются. Одновременно на второй вход СМ с ВН2 поступают импульсы "Запуск СДЦ" с $T_i = 2000$ мкс. Таким образом на выходе СМ формируются в видеосигналы с переменным периодом повторения, которые через ИНВ.3 запускают БГ3, нормализуются по длительности и амплитуде и поступают на выход БКИ-011.

Формирование строб - импульсов

Для обеспечения временной селекции входных сигналов КУ-01 на время, пропорциональное рабочей дальности ДРЛ в режиме СДЦ (примерно 90 км) в БКИ-011 формируются стробирующие импульсы БУ-011 "Строб входа" длительностью 650 мкс. Эти импульсы формируются мультивибратором МВ1 (рисунок 6.12), запуск которого выполняется импульсами "Запуск СДЦ КОММ." через линию задержки Л31 и инвертор ИНВ.4. Задержка запускающих импульсов на 12 мкс обусловлена необходимостью пропускания через блоки КУ-01 контрольных сигналов из БАК до начала приема отраженных сигналов. Стробирующие сигналы "Строб прямого канала" и "Строб задерживающего канала" используются в БУ-011 для выделения прямого и задержанного на 200 мкс сиг-

налов. Эти импульсы формируются на выходе триггера ТГ2, который последовательно запускается импульсами "Запуск БЧК" с $T_i = 1000$ мкс (с выхода усилителя У5). Выходные стробы через полупроводниковые ключи ПК3 и ПК4 выводятся из БКИ-011.

6.2.5. Функциональная схема блока БАК

Блок автоматического контроля (БАК) предназначен для формирования контрольных сигналов. Функциональная схема БАК приведена на рисунке 6.14, а временные диаграммы сигналов – на рисунке 6.15.

Структурно БАК состоит из схемы формирования контрольных сигналов и схемы контроля. Первая обеспечивает формирование контрольных сигналов, а вторая вырабатывает сигнал исправного (или неисправного) состояния КУ-01.

Для формирования контрольных сигналов движущейся и неподвижной целей в БАК формируются два вида сигналов: постоянный сигнал и переменный сигнал. Переменный сигнал формируется только в периоде повторения $T_i=800$ мкс (первый импульс), а постоянный – во всех периодах повторения (второй и третий импульсы). Переменный сигнал формируется путем задержки импульсов "Запуск СДЦ" в Л34 на 4 мкс и далее поступает в сумматор СММ. Так как импульсы "Запуск СДЦ" соответствуют нечетным импульсам "Запуск СДЦ КОММ.", то на СММ сигналы движущейся цели поступают через период повторения. Постоянный сигнал (в периоде $T_i=800$ мкс) неподвижная цель формируется следующим образом. Импульсы "Запуск СДЦ КОММ." Задерживаются в Л31, Л35 на 8 мкс и запускают блокинг-генератор БГ2.

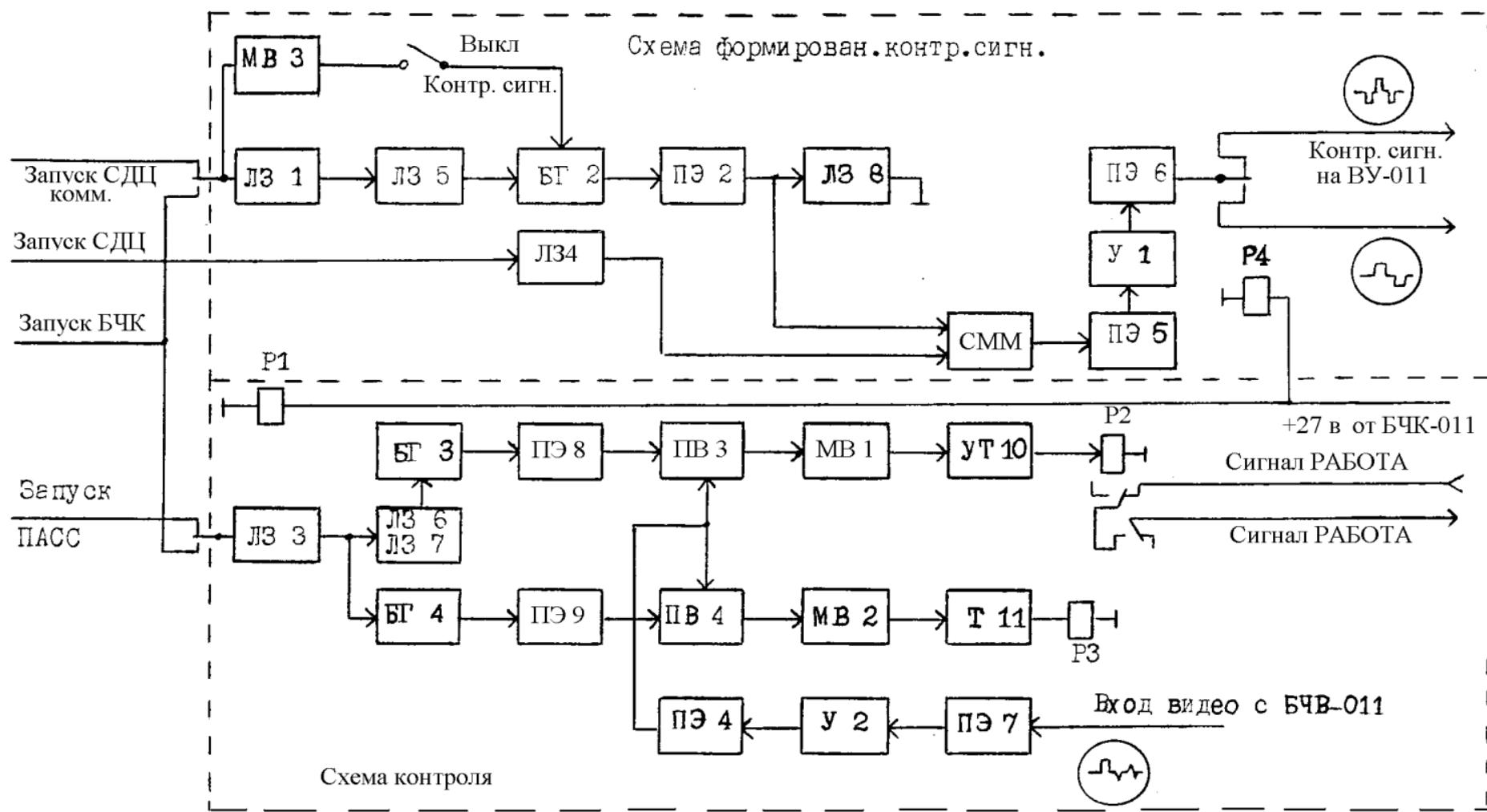


Рисунок 6.14. Функциональная схема блока БАК

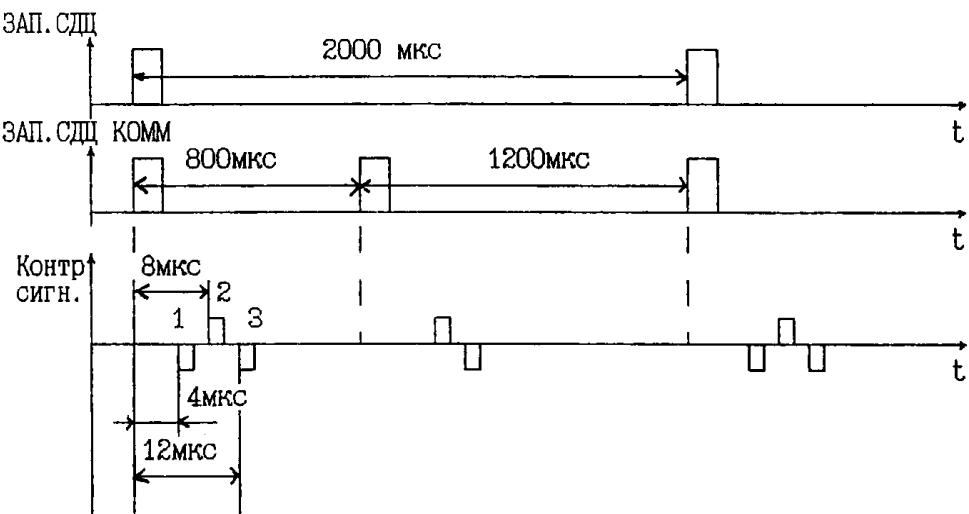


Рисунок 6.15. Временные диаграммы контрольных сигналов в БАК

Отрицательные импульсы БГ2 через эмиттерный повторитель ПЭ2 поступают на СММ и в закороченную на конце линию задержки Л38 на 2 мкс. Отраженный от конца Л38 видеосигнал, задержанный на 4 мкс, также поступает в СМ. Время его задержки относительно момента прихода импульсов "Запуск СДЦ" составляет 12 мкс. Выходные сигналы СММ (переменный и постоянный) через усилитель У1, ПЭ6, контакты реле Р4 поступают на выход БАК.

Схема контроля при полностью исправном состоянии КУ-01 формирует сигнал "Работа", который наблюдается в виде светящегося транспаранта на лицевой панели БУ-01. Для этого в КУ-01 используются как сигналы неподвижной, так и движущейся целей, которые последовательно из схемы формирования контрольных сигналов поступают в БУ-011, а далее в БЧК-011. Сигнал подвижной цели при исправном КУ-01 пройдет без подавления все блоки и поступит на вход схемы контроля (на вход эмиттерного повторителя ПЭ7). Сигнал неподвижной цели (второй и третий импульсы контрольного сигнала) должен быть полностью подавленным, либо его амплитуда (величина не скомпенсированных остатков не должна превышать 15% от максимальной амплитуды выходного сигнала КУ-01. Переменный сигнал и остатки постоянного через У2, ПЭ4 поступают на полупроводниковые вентили ПВ4, ПВ3, которые управляются по сигналам блокинг-генераторов БГ3, БГ4. БГ4 запускается импульсами

"Запуск ПАСС" с $T_i=1000$ мкс, но с задержкой на 4 мкс. Эта задержка выполняется в Л33. Отстробированные в ПВ4 импульсы движущейся цели запускают мультивибратор MB2, работающий в ждущем режиме. Импульсы MB2 поступают на ключевой каскад VT11, нагрузкой которого является реле Р3, через контакты которого проходит сигнал "Работа" в виде постоянного напряжения +27 В на лампу светового табло. БГ3 запускается с задержкой 8 мкс, что обеспечивается задержкой импульсов "Запуск ПАСС" в Л33, Л36, Л37 на 8 мкс. Импульсы БГ3 через ПЭ8 отпирают ПВ3. Если амплитуда не скомпенсированного остатка движущейся цели не превышает 15%, то MB1 не запускается, реле не срабатывает, пропуская на Р3 сигнал "Работа".

Если КУ-01 функционирует неустойчиво, не скомпенсированные остатки превышают 15%, то по сигналам MB1 сработает Р2, разорвав цепь прохождения сигнала "Работа". Транспарант светиться не будет, указывая на неисправное состояние КУ-01.

Контрольные сигналы неподвижной цели дополнительно могут формироваться при установке тумблера S1 в положение "Контрольный сигнал". Тогда БГ2 будет запускаться дважды. Вторая пара сигнала неподвижной цели будет смещена по дальности на 8 км.

6.3. Принципиальные схемы КУ-01

6.3.1. Принципиальная схема возбудителя 2

Принципиальная схема возбудителя 2 приведена на рисунке 11 в альбоме схем. Входные видеосигналы через разъем ШЗ/7 (Б) поступают через разделятельный конденсатор С27 на второй вход смесителя VL6 б. На второй вход смесителя VL6 а поступают видеосигналы "Запуск БЧК" (пусковой сигнал ГПИ) через линии задержки Л31, Л32, время задержки в каждой из которых равно 0,2 мкс, а отводы выполнены через 0,04 мкс. Время задержки задается с помощью переключателя S.

Положение исходной рабочей точки в VL6 задается с помощью делителей напряжения 150 В R23, R24 и – 105 В R25, R27.

С каждой нагрузки смесителя видеосигналы и "Запуск БЧК" поступают на модулирующий каскад – на третью сетку VL2. На управляющую сетку VL2 с кварцевого генератора на 15 МГц (VL1) поступают немодулированные синусоидальные напряжения. Положение рабочей точки VL2 и крутизна вольт-амперной характеристики задаются напряжениями на второй и третьей сетках и могут регулироваться потенциометром R52 УРОВЕНЬ НЕСУЩЕЙ. Поступающие положительные или отрицательные видеосигналы увеличивают или уменьшают крутизну вольт-амперной характеристики VL2, вызывая изменение выходного напряжения. Коэффициент модуляции каскада $m \leq 0,3 \dots 0,4$.

С целью получения полосы пропускания усиленных каскадов 4 МГц колебательные контуры ламп VL2-VL5 построены по принципу расстроенной тройки: контур L2 настроен на 17,5 МГц, контур L3 – на 12,5 МГц, контур L4 – на 15 МГц.

Предоконечный на VL3 и оконечный на VL4 и VL5 усилители с резонансной нагрузкой, положение рабочей точки в которых обеспечивается подачей соответствующих напряжений на экранные сетки и наличием цепочек автосмещения в катодных цепях. В оконечном усилителе нагрузка L4 общая для VL4, VL5 для получения заданного коэффициента усиления по мощности. Для выделения прямого сигнала с контура L4 модулированный по амплитуде сигнал подается на резонансный усилитель на VL7, а затем на двухтактный амплитудный детектор на VL8. Контуры L5, L6 настроены на 15 МГц, а полоса пропускания составляет 4 МГц. Использование двухтактного детектора позволяет уменьшить искажение огибающей амплитудно-модулированного колебания возбудителя за счет нестабильности частоты кварцевого генератора. С катодной нагрузки детектора R41, C39 видеосигналы прямого канала через катодный повторитель на VL9б с возбудителя поступают в БСК-2.

6.3.2. Принципиальная схема УЗК-1, УПК

УЗК-1 обеспечивает усиление ослабленных в УЛЗ на 1000 мкс задержанных радиосигналов, их амплитудное детектирование. УЗК-1 построен по схеме многокаскадного усилителя со средней частотой настройки 15 МГц. На рисунке 16 альбома схем VL1...VL6 – каскады усиления с нагрузками в виде полосовых фильтров в анодных цепях, VL7 – двухтактный амплитудный детектор. Полоса пропускания составляет 4 МГц. Настройка контуров: L1 – на 15 МГц, L2 – на 12,5 МГц, L3 – на 17,5 МГц – настроенная тройка, L4 – 17,5 МГц, L5 – 12,5 МГц – расстроенная двойка, L6 – 15 МГц. Выходные видеосигналы через фильтр на Dr4, C29, C30 поступают на Ш2/4 (В). Коэффициент усиления УЗК-1 регулируется двумя способами: вручную – напряжением с движка потенциометра УСИЛЕНИЕ УЗК на управляемой сетке VL2 (через Ш2/5 (А), автоматически – от схемы АВУ в каскадах VL1, VL3, VL4 по управляемой сетке (через Ш2/6 (А)).

УПК построен по аналогичной УЗК-1 схеме с той лишь разницей, что регулировка коэффициента усиления выполняется по напряжениям: вручную – с движка потенциометра R5 УСИЛЕНИЕ УПК, автоматически – также с АВУ.

6.3.3. Принципиальная схема ГПИ-011

Генератор пусковых импульсов (ГПИ) предназначен для формирования первичных синхронизирующих импульсов "Запуск БЧК" с $T_i=1000$ мкс и стробирующих импульсов БЧК-011 "СТРОБ ВХОДА" ($\tau_i=650$ мкс).

Рассмотрим последовательно работу ГПИ при формировании этих импульсов. Принципиальная схема ГПИ приведена в альбоме схем на рисунке 17. Основным элементом цели формирования импульсов "Запуск БЧК" является блокинг-генератор (БГ) с каскадом параллельного запуска на VL2. Параметры формирующей цепи R12, C6 обеспечивают период повторения собственных колебаний $T_{i\text{соб}}>1000$ мкс, поэтому при запуске с $T_i=1000$ мкс он вводится в режим внешней синхронизации собственными импульсами, задержанными в УЛЗ

(на 1000 мкс). В первоначальный момент положительные видеоимпульсы с катодной нагрузки БГ R11 в виде пускового сигнала через гнездо 8А штепсельного разъема поступают в цепь задержки на 1000 мкс (УЛЗ). Стабилитрон VL5 ограничивает амплитуду сигналов. Задержанные пусковые видеоимпульсы совместно с отраженными сигналами на УЛЗ через гнездо 1А штепсельного разъема поступают на трансформатор Тр3 полупроводникового вентиля ПВ2(VT). Вентиль управляется стробирующими импульсами ("Строб отрицат") $\tau_i = 650$ мкс с анодной нагрузки парафазного усилителя VL3б. На время прохождения контрольных и отраженных видеосигналов ПВ2 отпирается, шунтируя его выход (вторичная обмотка 1, 2 Тр3). Поэтому через ПВ2 пройдут только задержанные пусковые импульсы на вход видеоусилителя на VL1 (положительной полярности). В исходном состоянии VL1 заперта отрицательным напряжением с делителя напряжения -105 В R40, R41. Положительные видеоимпульсы с обмоток 1, 2 и 5, 6 Тр1 поступают на каскад параллельного запуска БГ VL2 a. Диод VL1 – для срезания отрицательных выбросов, C3, R4 – цепь связи. С поступлением импульсов запуска начинается формирование очередного импульса БГ с $T_i = 1000$ мкс. Положительные импульсы БГ "Запуск БЧК" с обмотки 5, 6 Тр2 через катодный повторитель VL3 a, с его нагрузки R13 поступают на вход ГПИ (гнездо 4Б). При этом, чтобы включить срыв колебаний БГ случайными сигналами, после прохождения пусковых сигналов, на его вход с усилителя VL5 поступают отрицательные стробирующие импульсы $\tau_i = 650$ мкс.

Для формирования стробирующих импульсов БЧК-011 ("Строб входа"), ПВ2 ("Строб отрицат") из БКИ-011 (на VL5 б) поступают импульсы "Запуск ПАСС" с $T_i = 1000$ мкс, но задержанные относительно "Запуск БЧК" на 200 мкс.

При контроле исправности БЧК-011 вместо "Запуск ПАСС" поступают импульсы "Запуск БЧК". VL5 б – каскад параллельного запуска ждущего мультивибратора на VL4. В исходном состоянии VL4 a открыта, VL4 б – закрыта, формирующая цепь мультивибратора – R21, R22, C13. Выходные положительные импульсы мультивибратора ($\tau_i = 650$ мкс) с анодной нагрузки VL4 a R23

поступают: 1) через видеоусилитель VL5 *a* на стробирование блокинг-генератора VL2 *a*; 2) на парафазный усилитель VL3 *b*, с которого снимаются положительные импульсы "Строб входа" (с R18) и отрицательные – "Строб отрицат" с R16. "Строб входа" в дальнейшем поступает на стробирование БЧК-011 в ПВ1, а "Строб отрицат" – на полупроводниковый вентиль VT и через дифференцирующую цепь C19, R34, R37 на катодный повторитель VL6 *a*. VL6 *a* в исходном состоянии заперта отрицательным напряжением с делителя напряжения –105 В R36, R37, поэтому ее отпирает только положительный выброс дифференцирующей цепи, соответствующий срезу импульсов "Строб отрицат". В дальнейшем эти импульсы VL6 *a* используются для управления видеоусилителем ВУ-2 блока БЧВ-011.

6.3.4. Принципиальная схема АВУ

Схема автоматического выравнивания усиления, приведенная на рисунке 24 альбома схем, обеспечивает формирование управляющих сигналов УПК УЗК-1 БЧК-011, Структурно схема включает:

канал регулирования на катодном повторителе VL1 *a*, усилителе VL1 *b*, стробирующих каскадах VL2, VL3, интеграторах VL4, УПТ VL5;

канал стробирования на катодном повторителе VL6a, блокинг-генераторах VL7, VL8.

На вход канала стробирования (VL6 *a*) поступает импульс "Запуск ПАСС" (в режиме контроля "Запуск БЧК") положительной полярности (см. временные диаграммы на рисунке 6.8). Катодный повторитель в исходном состоянии закрыт отрицательным напряжением с делителя R55...R58. С нагрузки катодного повторителя импульс положительной полярности запускает блокинг-генератор на VL7 *b*, запертый по VL7 *a* (каскад параллельного запуска), а также с делителя R55...R58. Выходные импульсы блокинг-генератора положительной полярности с R46 задерживаются в ЭЛЗ на 14 мкс и запускают второй блокинг-генератор на VL8 *b*. VL8 *a* – каскад параллельного запуска. Импульсы блокинг-генератора $\tau_i = 2$ мкс с нагрузки R54 поступают на сетки ламп VL2, VL3 стробирующих каскадов.

В исходном состоянии каскады заперты по защитным сеткам отрицательным напряжением с делителя -105 В R19, R23. На управляющие сети этих ламп поступает напряжение с делителя -105 В R10, R11, но в силу малости этого напряжения можно полагать, что по этим сеткам лампы незначительно открыты. Лампы VL2, VL3 отпираются только на время прихода стробирующих импульсов, выводя рабочую точку на середину линейного участка анодно-сеточной характеристики.

Управляющие сигналы не скомпенсированных остатков имеют разную полярность. Так, на сетку VL3 поступают с катодного повторителя VL1 *а*, а на сетку VL2 – после инвертирования в усилителе VL1 *б*. При нулевых остатках контрольных сигналов напряжения на нагрузках R13, R21 равны, импульсные напряжения на выходах интеграторов VL4 *а*, VL4 *б* равны.

Выходные напряжения УПТ и управляющие напряжения на УПК и УЗК-1 одинаковы. При подаче на вход АВУ не скомпенсированного остатка контрольного сигнала положительной полярности амплитуда импульсов на выходе VL3 увеличивается, на VL2 – уменьшается. При отрицательной полярности не скомпенсированных остатков процесс протекает наоборот.

Для симметрирования стробирующих импульсов (выравнивания токов) в катодные цепи VL2, VL3 введена регулировка БАЛАНС СТРОБОВ с помощью которой добиваются выравнивания постоянных напряжений интеграторов при отсутствии входных сигналов на АВУ. Для этого переключатель ВКЛ.АВУ устанавливается в положение "Вкл".

6.4. Конструкция КУ-01

Блоки КУ-01 конструктивно размещены в двух стойках: БЧВ-011, БКИ-011, БЧК-011, БУ-011 – в стойке компенсирующего устройства (СКУ-01), БАК и БП-127 – в стойках выпрямителей приемника (СВП-01). Размеры блоков соответствуют типовым, размещены на выдвигающихся из стоек шасси с фиксаторами. Передние панели блоков приведены на рисунках 6.16, 6.17, 6.18, 6.19,

6.20. 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 при подстройке параметров КУ-01. Например, на БЧВ-011 R39 – БАЛАНС УПТ схемы АВУ, на БЧК-011 R5 – УСИЛЕНИЕ УПК, R6 – УСИЛЕНИЕ УЗК, тумблер КОМПЕНСАЦИЯ обеспечивает включение череспериодной компенсации сигналов, на БУ-011 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-011 – тумблер АВУ, обеспечивающий включение схемы АВУ в работу. Ультразвуковые линии задержки (УЛЗ) выполнены из магниевых сплавов с рифленой поверхностью, размещаются в терmostатированных контейнерах из алюминиевого сплава. Работа термостата, выход его из строя индицируется на БУ-011 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 выполняются с помощью стрелочного прибора и галетного переключателя на передней панели блока.

БЧВ-011

● +250В

● +150В

● -100В

● ~6,3В

● Г5 Г6 ●
вых.1 вых.2

● Ø R39
Баланс УПТ

● Ø R32
устан. уровня

● Г2 Г3 ●
строб1 строб2

● Ø R16
баланс строб.
усил. усил.
УЗК ВУ-2

● Ø R5 ● Ø R1

● вых. видео ВУ-1

● вых. видео ВУ-2

● \perp



220В



0,25А

Рисунок 6.16. Блок БЧВ-011

БЧК-011

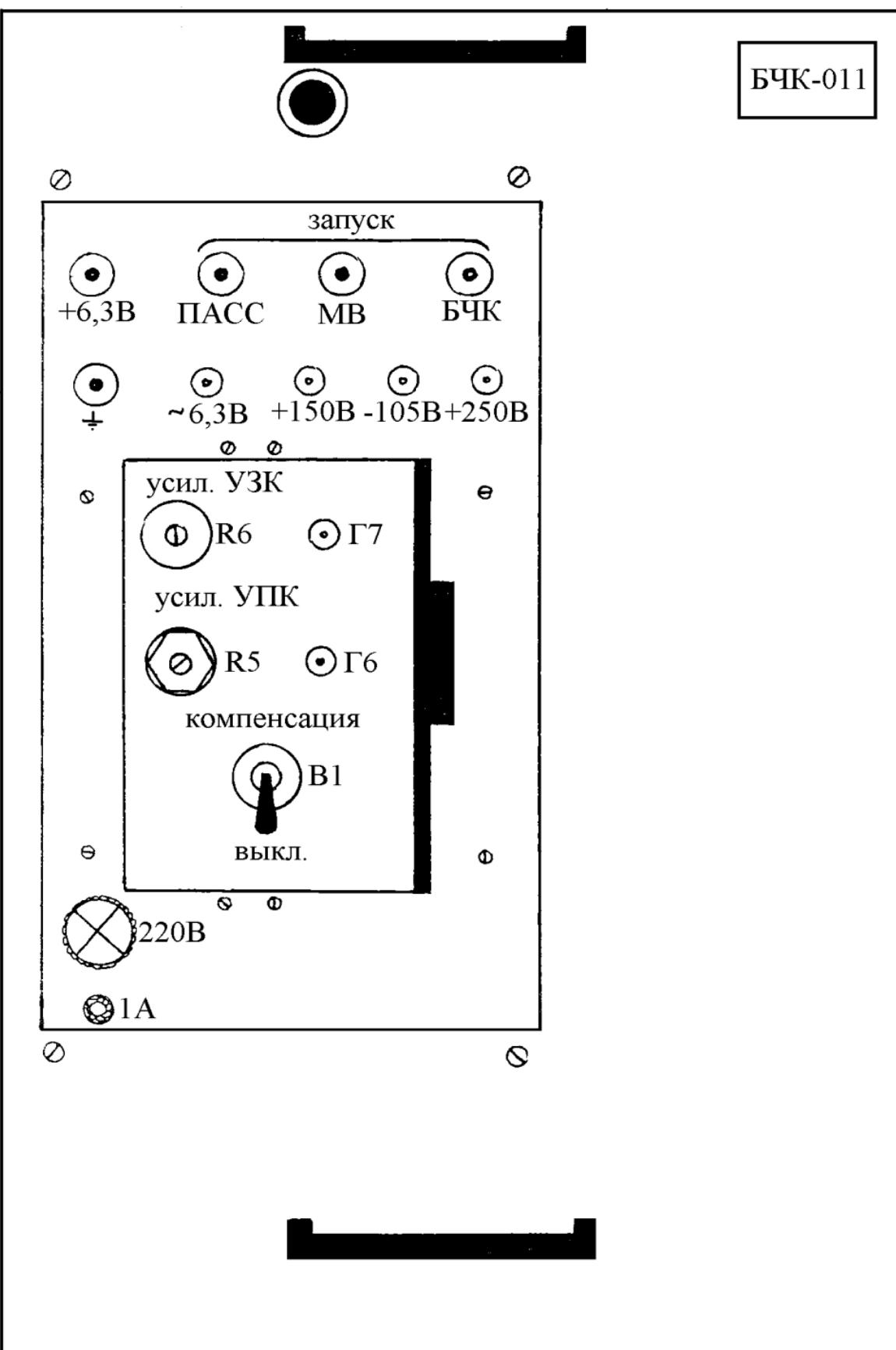


Рисунок 6.17. Блок БЧК-011

БУ-011

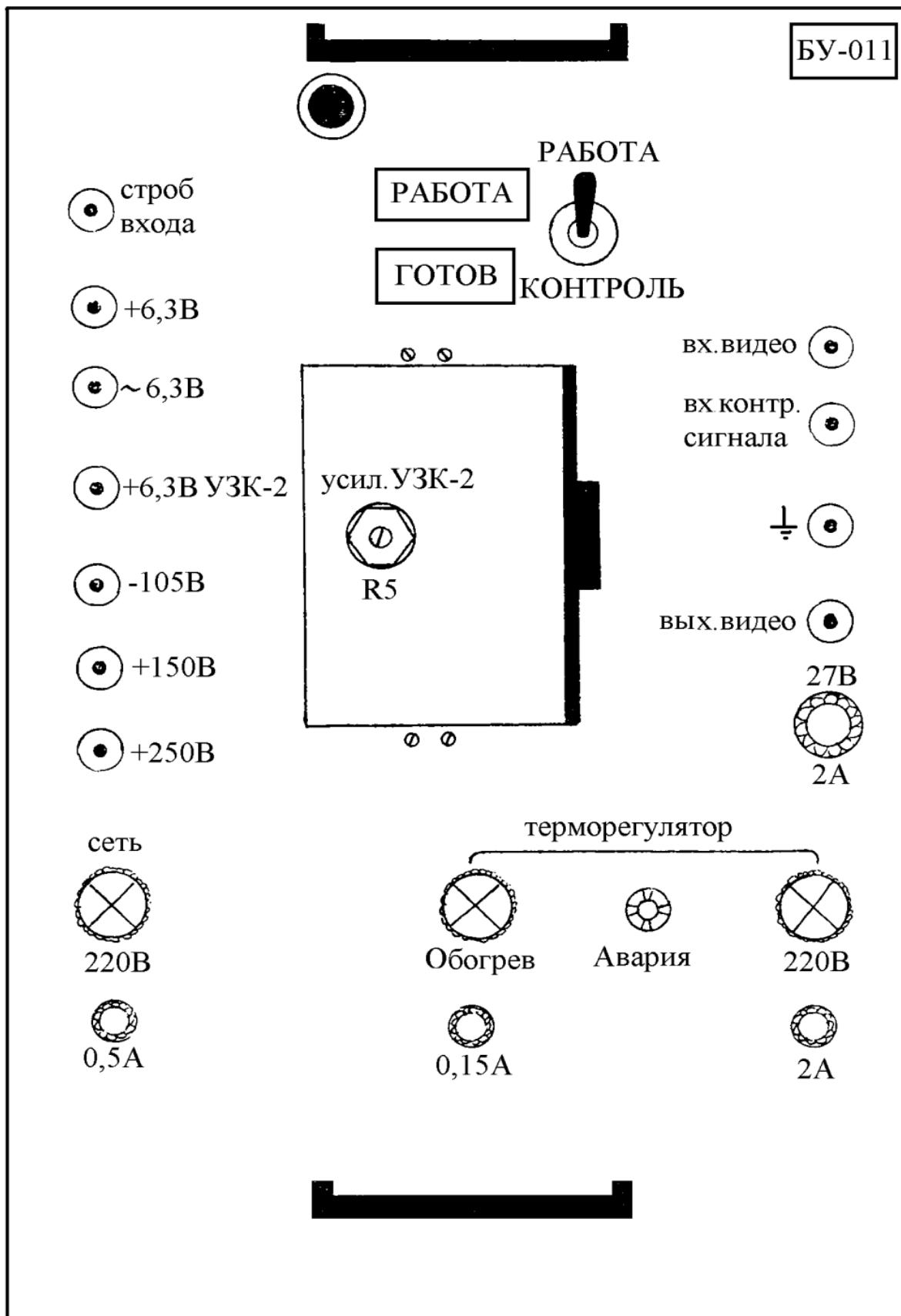


Рисунок 6.18. Блок БУ-011

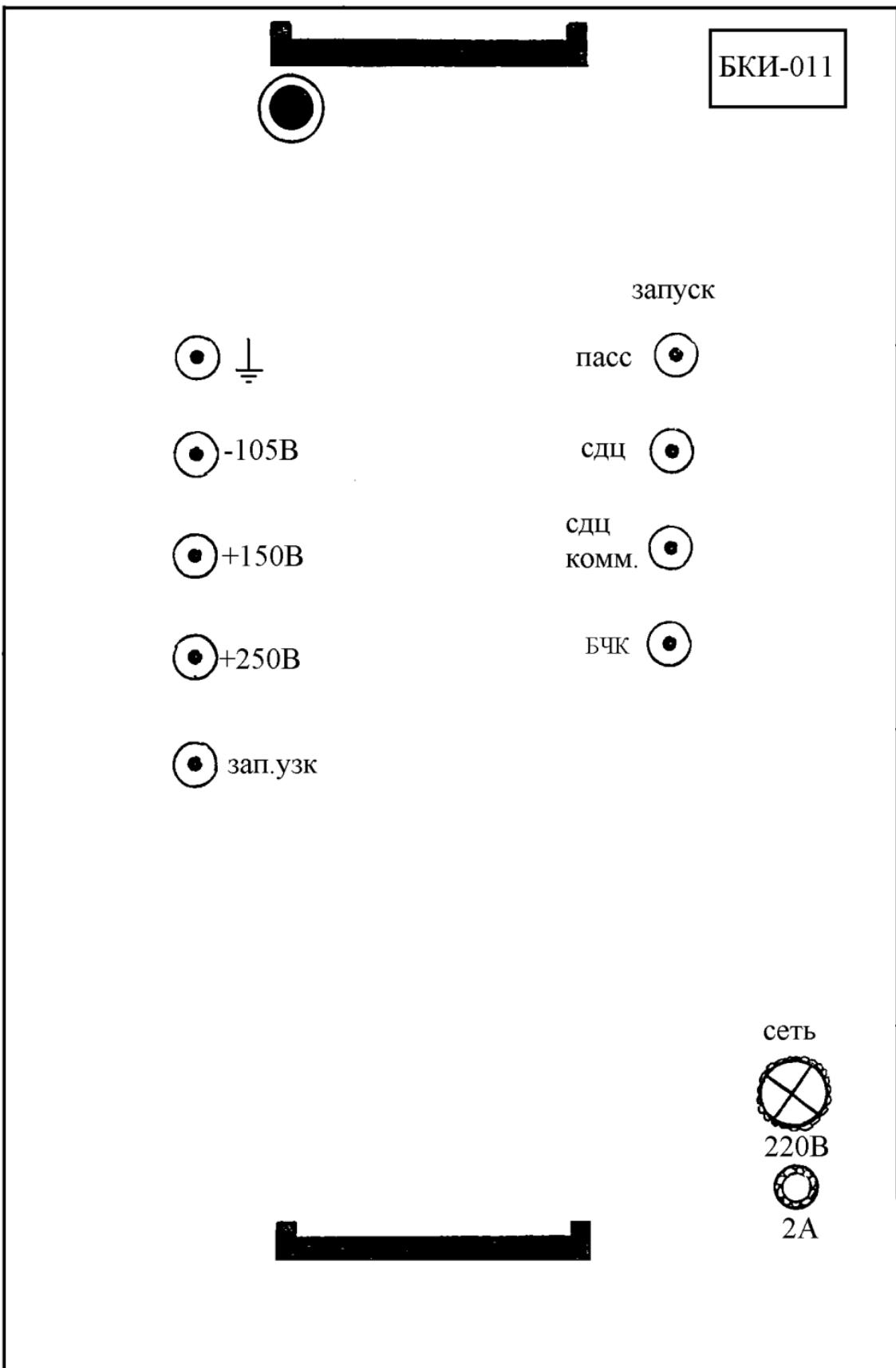


Рисунок 6.19. Блок БКИ-011

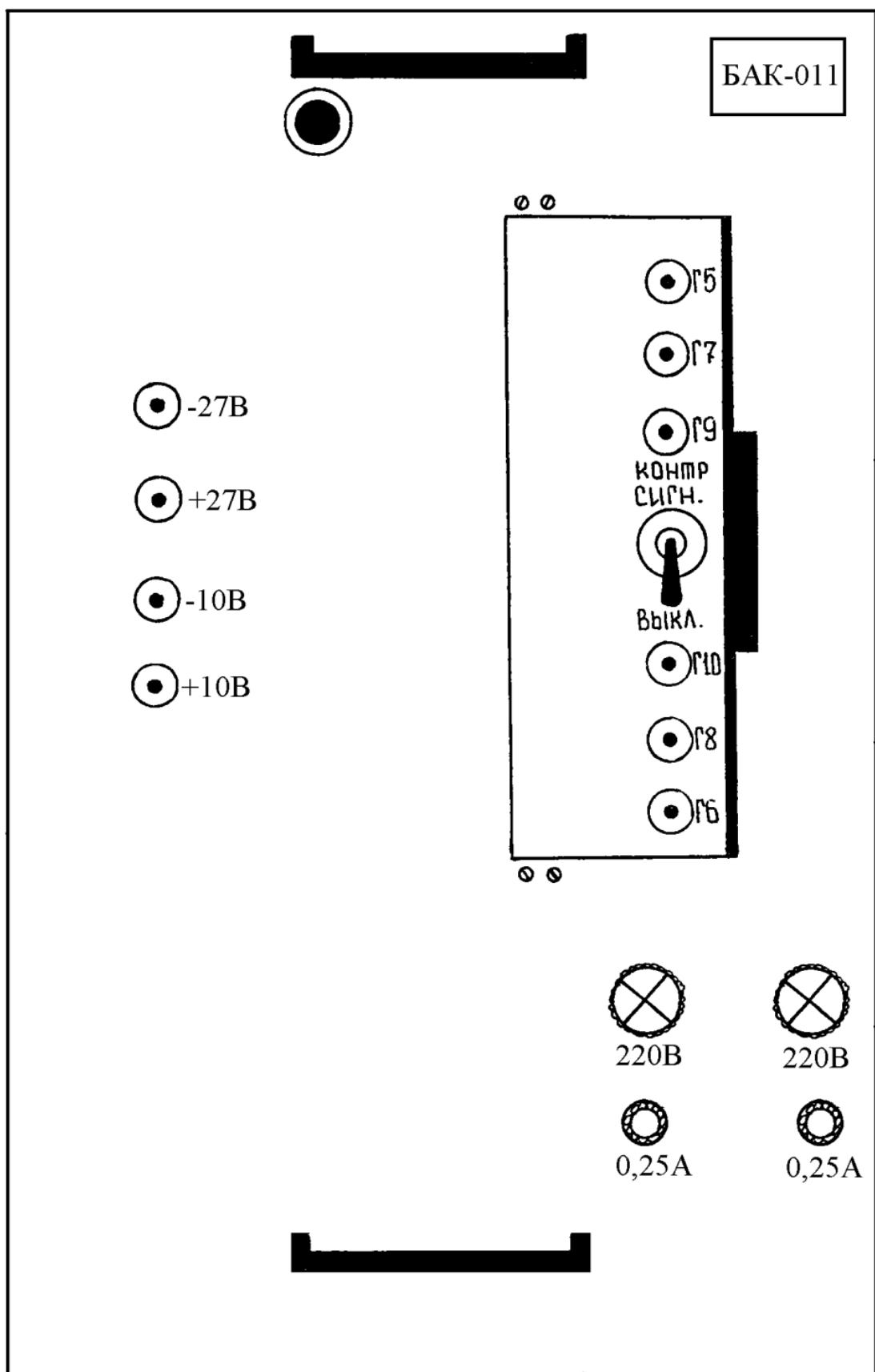


Рисунок 6.20. Блок БАК-011

Контрольные вопросы по главе 6

1. Чем обусловлена необходимость использования в ДРЛ режима СДЦ?
2. Какие схемы СДЦ могут применяться в РЛС?
3. Какие достоинства и недостатки схемы ЧПК?
4. Назовите два условия полного подавления сигналов от неподвижных целей в схеме ЧПК.
5. Как используются в КУ-01 контрольные сигналы?
7. Как в БЧК реализована схема вычитания?
8. Почему необходимо выполнять усреднение периода повторения в БУ?
9. Каково назначение ВУ-1-011 в блоке БЧВ?
10. Как ограничивается зона приема сигналов по дальности в КУ-01?
11. Как согласовать работу КУ-01 и аппаратуры отображения?
12. Как обеспечивается высокая стабильность периода повторения ГПИ в блоке БЧК?

7. Аппаратура отображения радиолокационной информации ДРЛ-6М2

7.1. Общие сведения об аппаратуре отображения ДРЛ-6М2

Аппаратура отображения (АО) ДРЛ-6М2 предназначена для обработки и отображения на совмещенном индикаторе первичной (координатно-аналоговой) и вторичной (координатно-аналоговой и знаково-цифровой) информации.

В состав АО входят следующие блоки:

- БИ-45 - индикатор кругового обзора (ИКО);
- БУО-Д - блок управления отображением;
- БОИ-М - блок обработки информации активного канала ДРЛ;
- ПУ - пульт управления;
- ДК - шаровой датчик координат;
- ПУФ - панель управления формуллярами;
- ПИ - панель измерителя;
- БРН-021 - блок развертывающих напряжений.

АО на одном из трех масштабов (M45, M90, M200) обеспечивает формирование как радиально-круговой (рисунок 7.1), так и радиально-секторной разверток в координатах дальность – азимут.

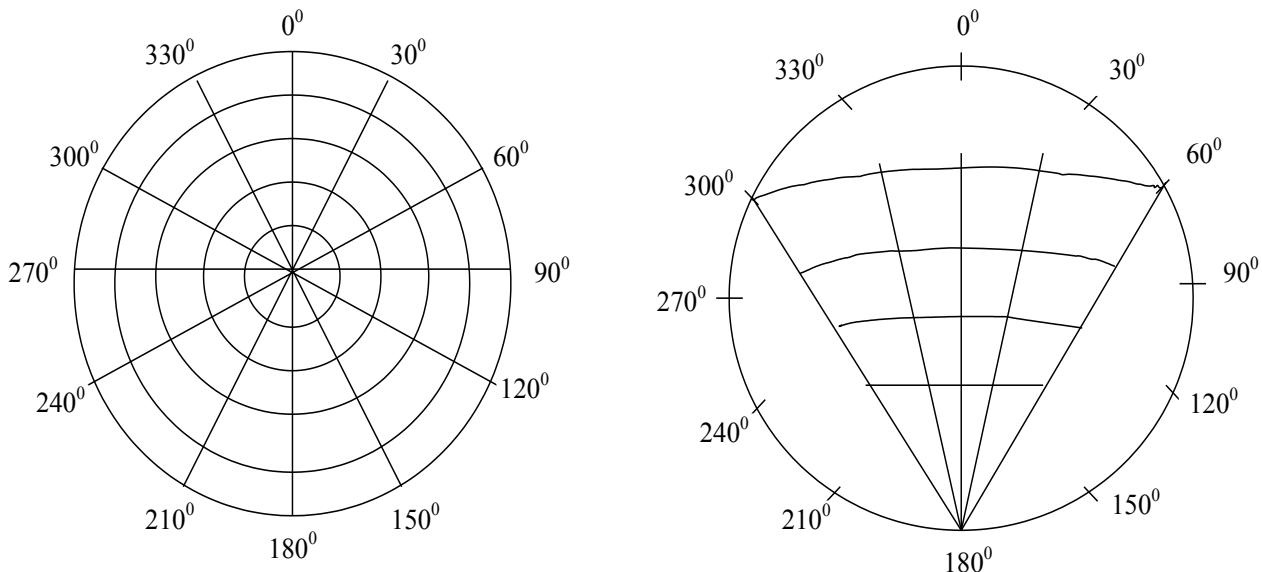


Рисунок 7.1. Вид индикатора ДРЛ-6М2

На экране ИКО обеспечивается отображение:

- азимутально-дальномерной сетки;
- аналоговой координатной информации первичного и вторичного каналов ДРЛ-6М2 в виде яркостных отметок;
- дополнительной информации (бортовой номер самолета, текущая высота полета или остаток топлива, признак высоты) в виде знаково-цифровых формуляров;
- микротабло из 6 строк по 6 цифр с бортовыми номерами (БН) самолетов, подлежащих взятию в автосопровождением БОИ-М и номерами каналов;
- графической информации (электронная карта) из 12 линий;
- линии радиопеленга;
- линии измерителя азимута- дальности между двумя любыми точками на ИКО с цифровым значением дальности.

АО ДРЛ-6М2 обеспечивает отображение знаково-цифровых формуляров с дополнительной информацией слева от соответствующих координатных отметок. Одновременно может отображаться 6 формуляров. Полный формулляр содержит 11 знаков, расположенных в 2 строки. 1-я строка из 6 знаков (5 цифр – БН и 1 цифра – номер канала автосопровождения), 2-я строка из 5 знаков – высота полета или остаток топлива. Размер знаков в формулярах оперативно регулируется в пределах от 2x3 мм до 4x6 мм (рисунок 7.2).



Рисунок 7.2. Отображение цифровой и графической информации на ИКО

Обеспечивается оперативное изменение вида формуляров (рисунок 7.3):

- 1 вид – номер канала (N_K), номер борта (N_B) , высота (H) с признаком высоты – (абсолютная "A" или относительная "_"); под абсолютной высотой понимается высота полета ВС относительно уровня Балтийского моря, под относительной – высота относительно взлетно-посадочной полосы аэродрома посадки;
- 2 вид – номер канала (N_K), номер борта (N_B), остаток топлива в процентах (T%);
- 3 вид – только номер канала (N_K).

1 вид	2 вид	3 вид			
N_B N_K H	$32456\ 1$ $A\ 1999$	N_B N_K T%	$32456\ 1$ 030	N_K	1

Рисунок 7.3. Виды формуляров в АО ДРЛ-6М2

АО ДРЛ-6М2 обеспечивает следующие виды ввода в режим сопровождения (AC):

- селективный, с использованием шарового датчика координат;
- адресный - по бортовому номеру;
- АВТОВВОД.

Вся совокупность информации на ИКО выводится за время цикла, равное полным 16 периодам запускающих импульсов ($T_{Ц}=16T_{И}$).

Для обеспечения непрерывного наблюдения человеческим глазом изображения на ИКО время послесвечения люминофора электронно-лучевой трубки выбрано равным $t_{ПС} \approx (3-4)T_{обз} = 18\dots24$ с.

Структурная схема АО приведена на рисунке 7.5.

АО ДРЛ-6М2 обеспечивает формирование радиально-круговой развертки (секторной) в координатах дальность-азимут, а также отображение координатно-аналоговой и знаково-цифровой и графической информации. Развертка формируется путем подачи на отклоняющие катушки БИ-45 "X" и "Y" (горизонтальная и вертикальная) модулированных по закону углового (азимутального) положения антенны трапецидальных импульсов напряжений U_X и U_Y . Модулирующие напряжения U_{psin} , U_{pcos} формируются из напряжения $U_{возб}$, подаваемого на датчики развертывания из БРН-011 (рисунок 7.4 а для канала

\sin). В БРН-021 происходит выделение огибающих амплитудно-модулированных напряжений U_{\sin} , U_{\cos} , которые поступают в БУО-Д, где и формируются напряжения U_y , U_x (рисунок 7.4б).

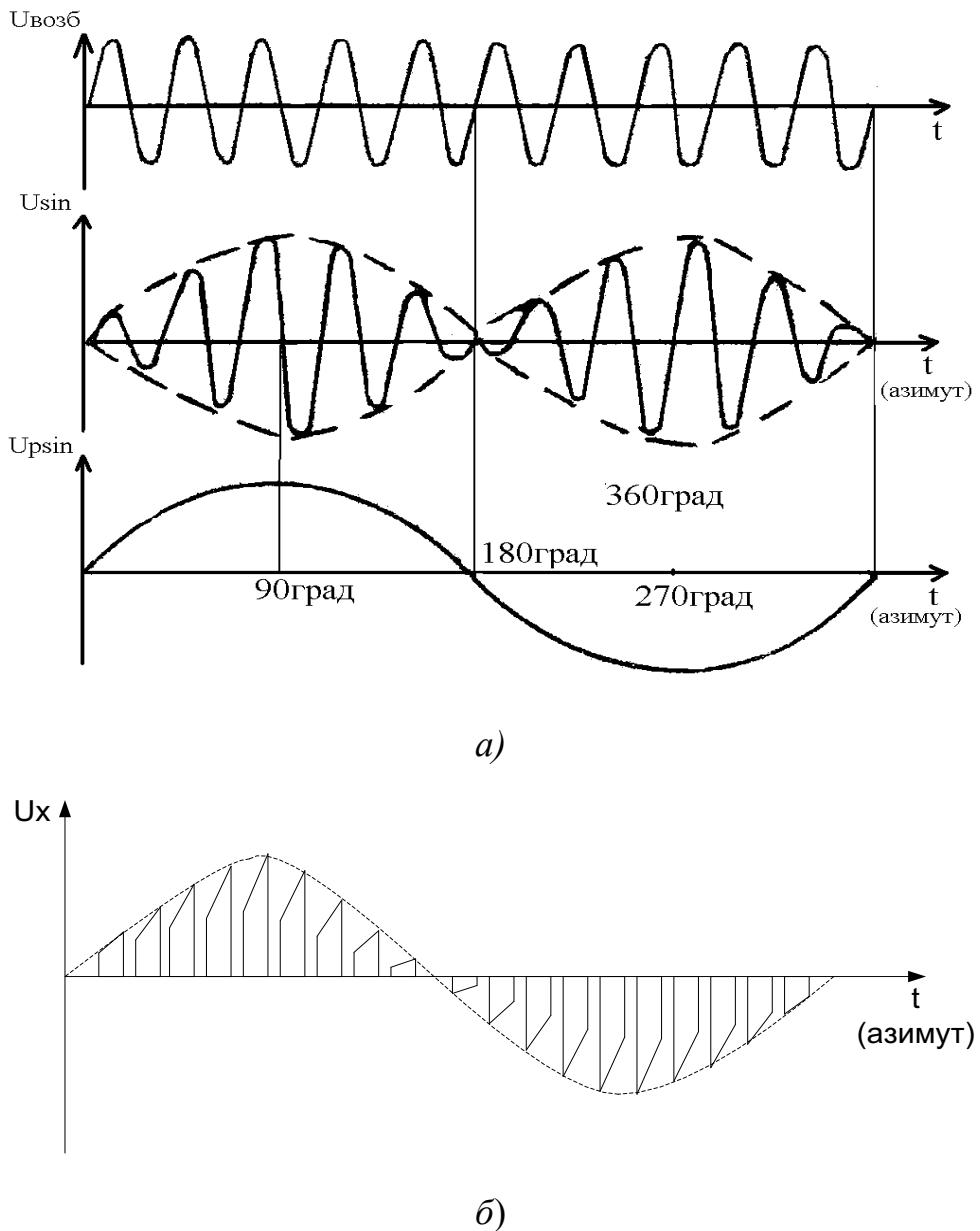


Рисунок 7.4. Временные диаграммы модулирующих напряжений и развёртки

Видеосигналы с выхода приемников первичного, вторичного каналов или КУ-01 (в зависимости от режима работы ДРЛ-6М2) поступают на БИ-45 через БУО-Д и БОИ-М. В ПУФ формируются сигналы, определяющие вид формуляра у цели, взятой на АС с ПУ БОИ (по бортовому номеру или автовородом, либо от ДК (селективно)). С помощью ПИ формируются управляющие сигналы электронного измерителя.

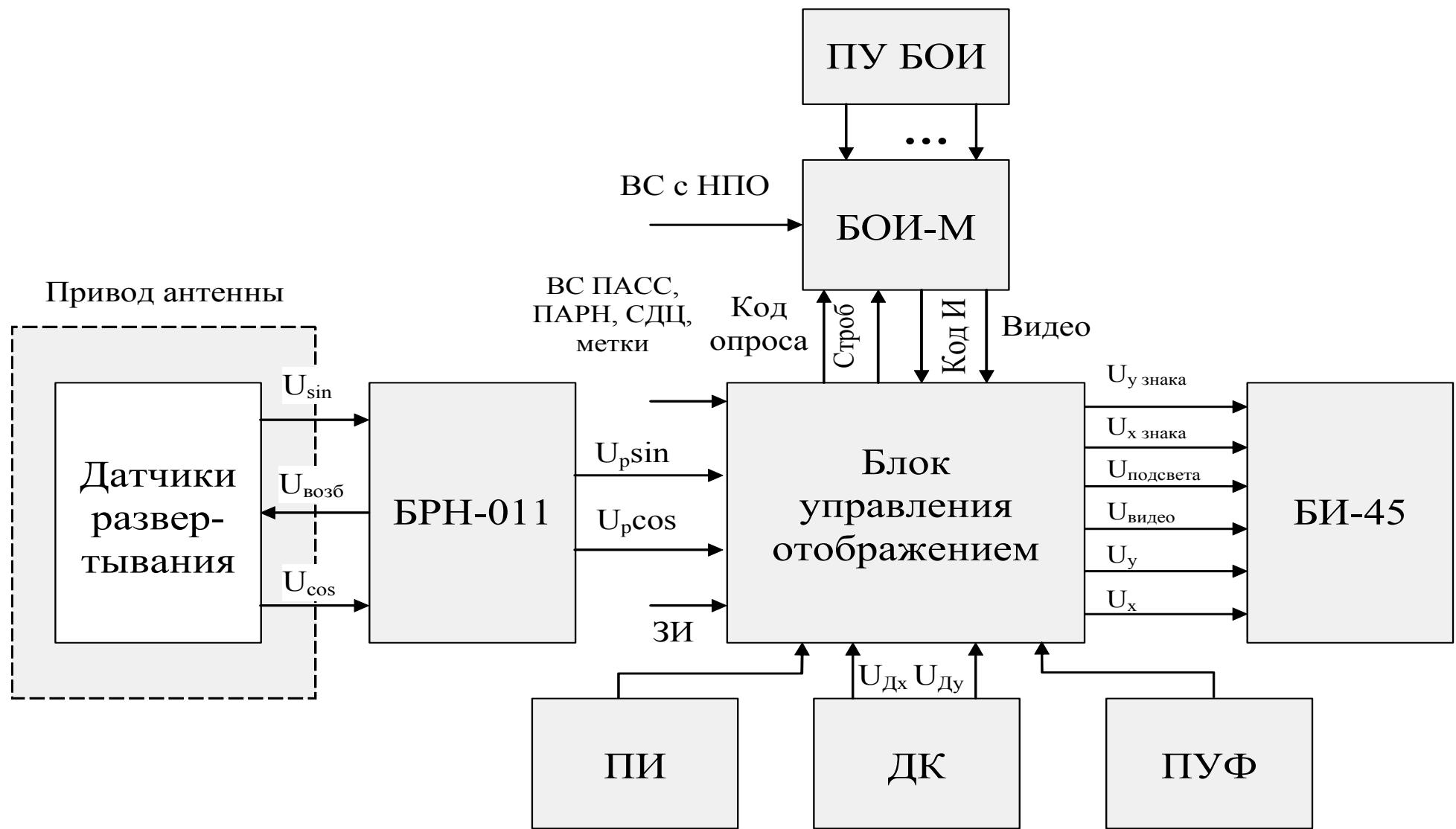


Рисунок 7.5. Структурная схема АО ДРЛ-6М2

7.2. Блок обработки информации БОИ-М

7.2.1. Общие сведения о БОИ-М

Блок обработки информации (БОИ-М) структурно входит в состав вторичного канала и обеспечивает обработку ответных сигналов от самолетных ответчиков. Под обработкой понимается декодирование, очистка от несинхронных (хаотических) импульсных помех, отслеживание информации от бортовых ответчиков самолетов, взятых на автосопровождение оператором, а также представление к виду, используемому в блоке управления отображением.

Структура запросных и ответных сигналов приведена на рисунках 7.7, 7.8, 7.9. Декодированные ответные сигналы "Координатный код" (КК), "Опознавание" (ОП), "Бедствие" (БД) на экране индикатора кругового обзора (ИКО) наблюдаются в виде яркостных отметок, причем последние два – утолщенными.

Указанные выше сигналы присутствуют и в полных ответных сигналах (ПОС) (в начале посылок). По этим отметкам на экране индикатора можно в АКТ режиме диспетчерского радиолокатора оценить дальность и азимут воздушного судна (ВС), поэтому их еще называют координатными кодами. Кроме этого, в состав ПОС входит ключевой код и два идентичных информационных слова по 20 разрядов в каждом. Эти коды называют информационными. При этом каждый разряд цифровой информации "1" или "0" передается на двух позициях каждый (позиционное кодирование или режим передачи с активной паузой), как показано на рисунках 7.8, 7.9.

Четыре соседних разряда образуют декаду, а первые пять декад образуют первое информационное слово, вторые пять – второе.

Самолетные ответчики формируют ответные сигналы с "прореживанием". Суть ее заключается в следующем. Самолетный ответчик формирует ответные сигналы (ОС) на каждый запросный сигнал в режимах запроса "Бортовой номер" (БН) или "Текущая информация" (ТИ). При этом ПОС в ответном коде формируются не на каждый запрос, а через (8...10)Ти. Это разгружает передатчик самолетного ответчика и уменьшает количество внесистемных помех. Структура

ответных сигналов от одного из самолетных ответчиков приведена на рисунке 7.6. В интервале прореживания $(8\dots10)T_i$ между парами ПОС БН и ТИ следует только координатный код.

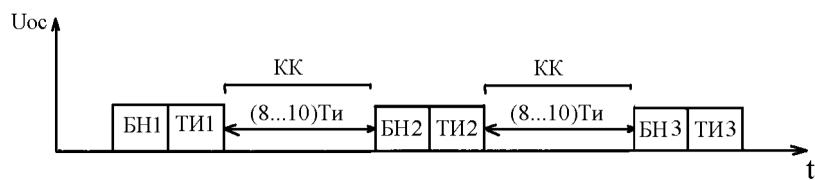


Рисунок 7.6. Принцип "прореживания" ответных сигналов.

Как следует из рисунка 7.6, уменьшение длительности ОС (при переходе к КК) позволяет повысить важную характеристику радиолокатора – разрешающую способность по дальности. Полная длительность ПОС в режимах БН или ТИ составляет около 370 мкс, что соответствует разрешению по дальности около 55 км. В случае наложения ПОС от нескольких ЛА возможны искажения передаваемой информации.

Состав передаваемой информации в декадах и разрядах приведен в таблице 7.1 и на рисунках 7.8, 7.9.

Из сопоставления рисунков 7.7, 7.8, 7.9 и таблицы 7.1 видно, что сигнал "Бедствие" может передаваться как обычным кодом, так и в составе цифровой информации (16-й разряд в цикле ТИ). Разряды и декады цифровой информации передаются, начиная с младшего разряда младшей декады, то есть после ключевого кода следует 1-й разряд младшей декады.

Использование двух позиций для передачи одного разряда информации, двух идентичных слов в циклах БН и ТИ позволяют обнаруживать и исправлять однократные ошибки и обнаруживать двукратные ошибки, возникшие в ответных сигналах из-за действия различного рода помех.

Таблица 7.1

Цикл	Номер Декады	Передаваемая информация	Примечание
БН	1	1-я (младшая) цифра БН	В каждой декаде передаются цифры 0, 1, ..., 9
	2	2-я цифра БН	
	3	3-я цифра БН	
	4	4-я цифра БН	
	5	5-я (старшая) цифра БН	
ТИ	1	Цифра десятков метров высоты	13р и 14р передают цифры 0, 1, 2, 3
	2	Цифра сотен метров высоты	
	3	Цифра тысяч метров высоты	
	4	13р и 14р – цифра десятков тысяч метров высоты 15р – признак высоты 16р – бедствие	
	5	информационное значение остатка топлива в %	

Важное достоинство БОИ-М – отслеживание параметров ответных сигналов, предполагающее возможность выделять из совокупности всех ответных сигналов сигналы нескольких самолетов, удерживать их в памяти, обновлять информацию о них, выводить декодированную информацию через БУО-Д на ИКО ДРЛ. Эти функции выполняются БОИ-М при взятии оператором выбранных отметок самолетов на автосопровождение. Информация с самолетных ответчиков, взятых на автосопровождение, выводится на ИКО в виде формуляров. При взятии на автосопровождение в БОИ-М отслеживаются бортовой номер, высота полета, дальность, азимут. Последние два параметра отслеживаются с низкой точностью, поэтому не используются ГРП для управления самолетами.

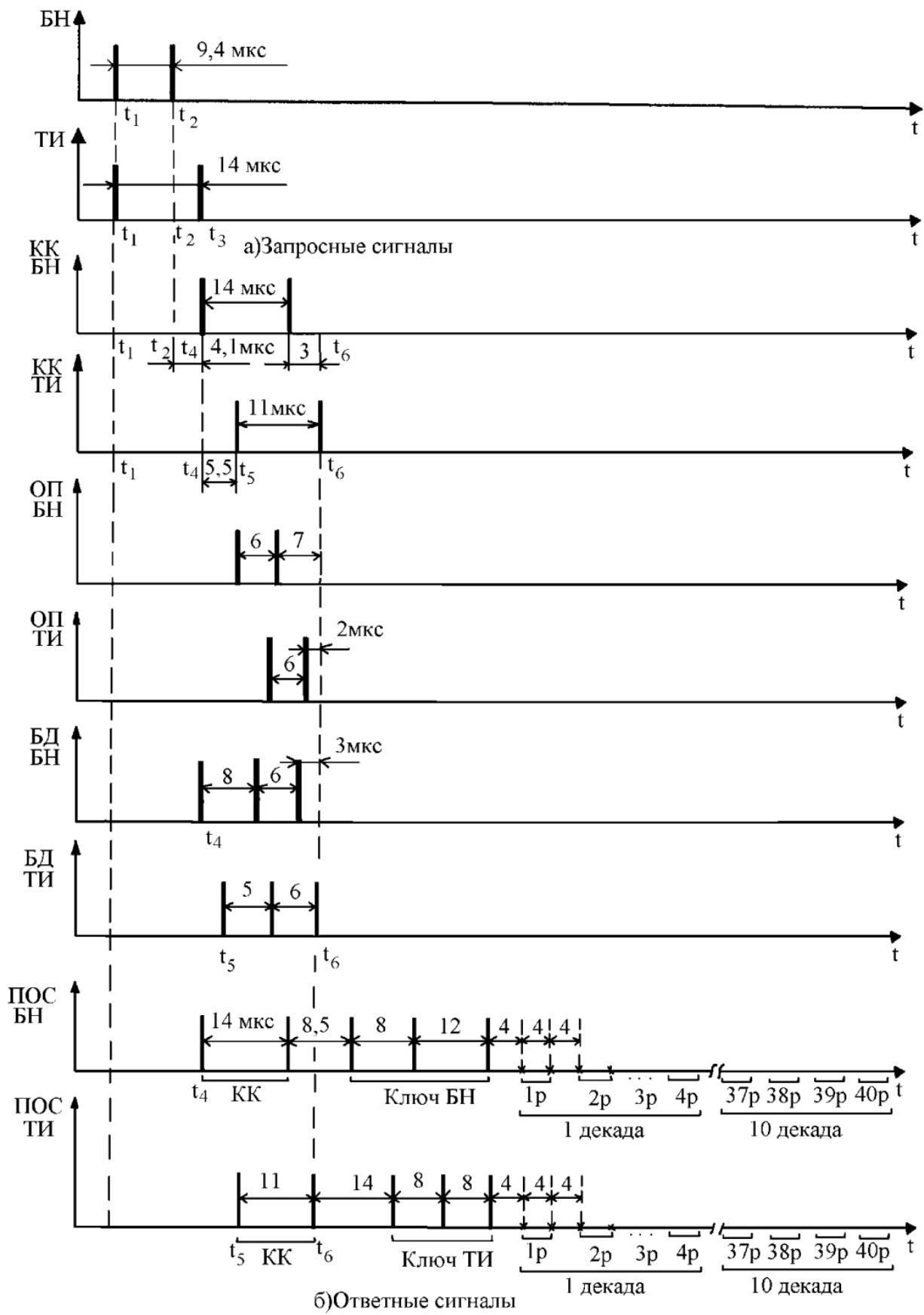


Рисунок 7.7. Временные диаграммы запросных и ответных сигналов



Рисунок 7.8. Структура полного ответного сигнала БН

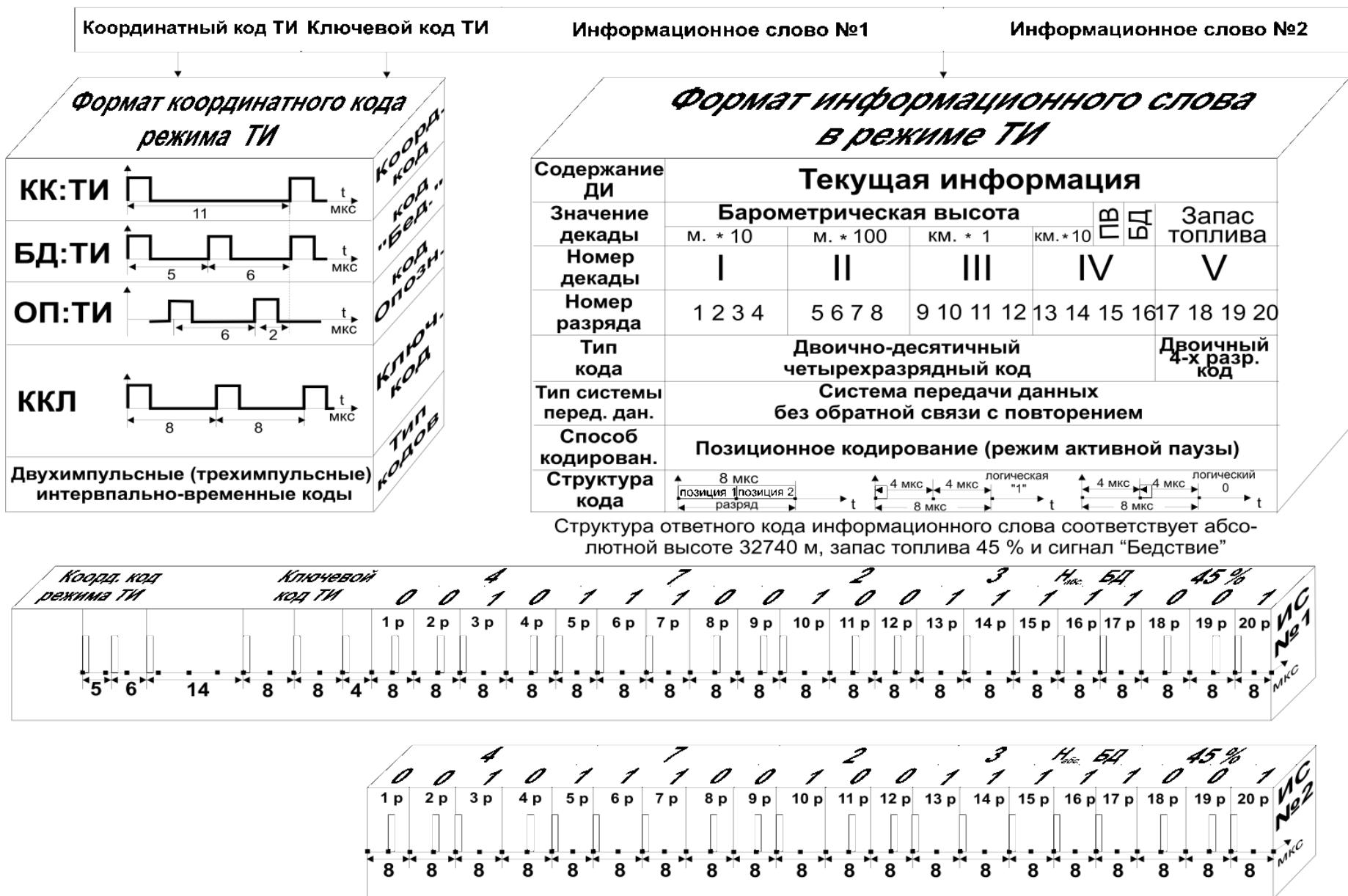


Рисунок 7.9. Структура полного ответного сигнала ТИ

7.2.2. Структурная схема БОИ-М

Структурная схема БОИ-М приведена на рисунке 7.11. Принцип работы блока состоит в следующем. Кодированные сигналы бортовых ответчиков с выхода приемных устройств ДРЛ (НПО) поступают на устройство дешифрации (УД) по цепи ВС НПО (видеосигнал НПО). Кроме того, с аппаратуры БОСТ-011 на вход УД поступают сигналы ЗИ и ПЗК (признак запросного кода). Импульсы ЗИ имеют период повторения 2000 мкс. Импульсы ПЗК имеют вид типа "меандр" (рисунок 7.10). Из рисунка 7.10 видно, что переключение запросных кодов осуществляется через 1489 мкс после ЗИ, соответствующих так называемой "нулевой дальности". Термин "нулевая дальность" употребляется в связи с тем, что моменты следования ЗИ соответствуют времени запуска развертки в ИКО (на рисунках 7.6 и рис.7.10 момент времени t_6). Так как обработка всей ответной посылки длится примерно 370 мкс, то максимальная допустимая задержка сигнала (при однозначном измерении дальности) равняется $1489 - 370 = 1119$ мкс, что соответствует радиолокационной дальности 165 км.

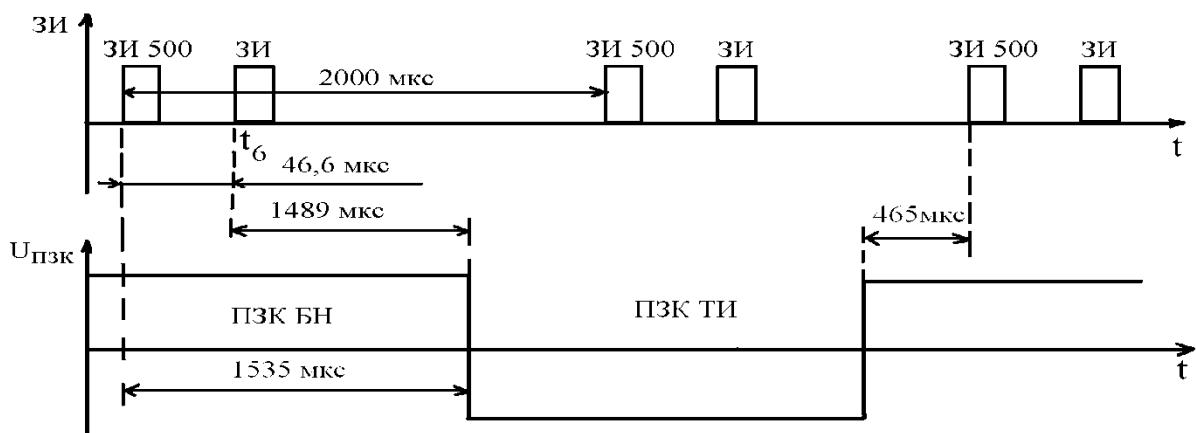


Рисунок 7.10. Структура входных синхроимпульсов в БОИ-М

В соответствии с режимом запроса (БН, ТИ), определяемым импульсами ПЗК, работает устройство дешифрации. Оно декодирует все виды ответных сигналов: координатный код БН, координатный код ТИ, бедствие, опознавание, координатный код самолетного ответчика дальности (СОД-57), полный

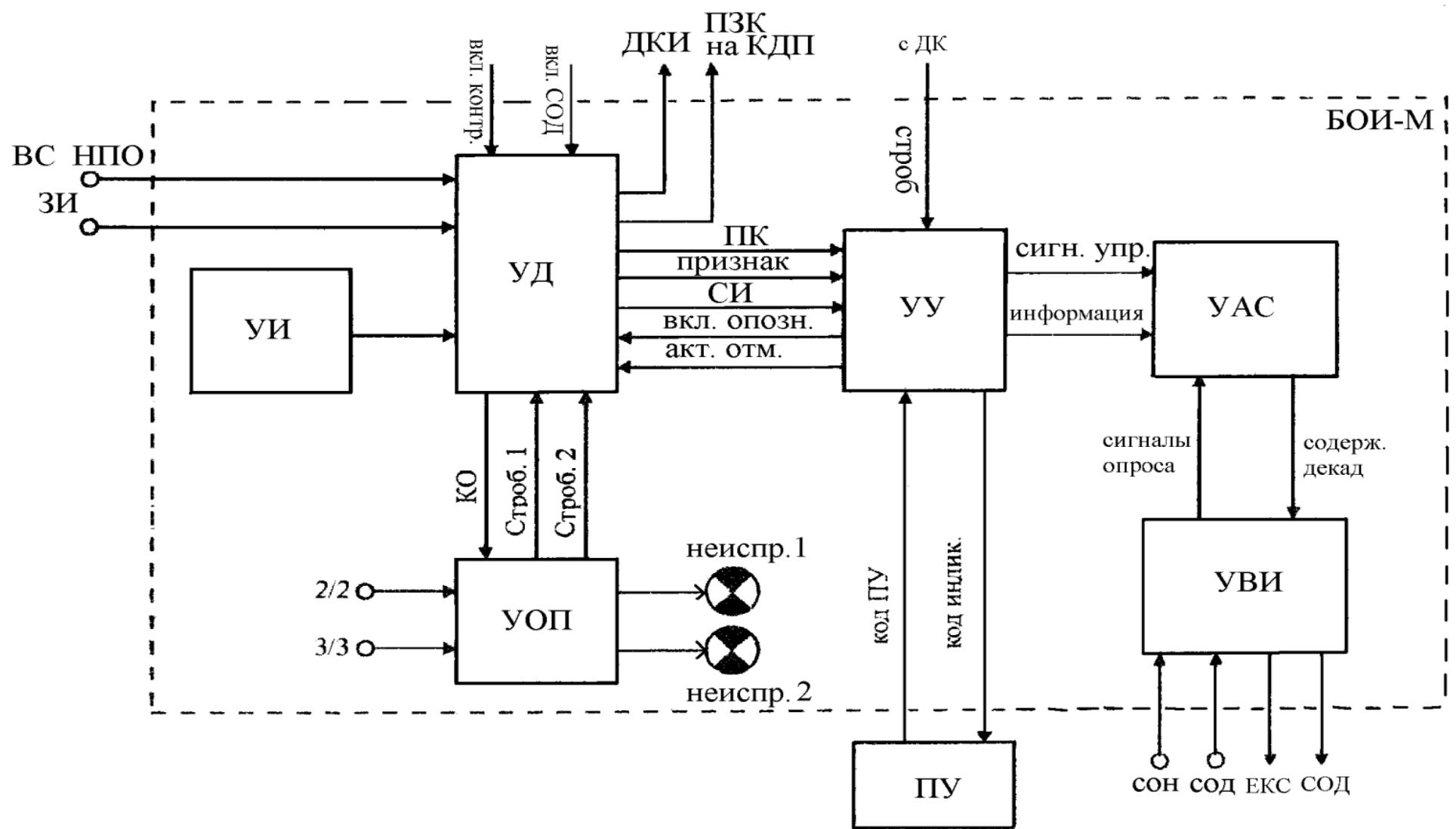


Рисунок 7.11. Структурная схема БОИ - М

ответный сигнал. При этом формируется сигнал "Координата общая" (КО), который поступает в устройство очистки от помех (УОП). УОП обеспечивает очистку сигнала КО от несинхронных, хаотических импульсных помех (НИП, ХИП) по критериям 2/2 или 3/3, которые задаются тумблерами на передней панели БОИ-М. Задержанный на период повторения сигнал КО, преобразуется в сигнал "Строб 1", а задержанный на два периода повторения – в "Строб 2". В устройстве дешифрации в зависимости от включенной логики очистки (2/2 или 3/3) проверяется совпадение сигналов "Строб 1", "Строб 2", КО. Очищенный от НИП сигнал КО в виде декодированного координатного импульса (ДКИ) поступает на выход УД и на индикатор кругового обзора.

При включении тумблера АКТ ОТМ на пульте управления, а также при дешифрации кодов "Опознавание" и "Бедствие", импульсы АКТ увеличиваются по длительности от 2 мс до 10 мкс.

УОП охвачено автоматическим контролем с индикацией исправности лампочками НЕИСПР.1 и НЕИСПР.2. При наличии одной неисправности УОП (несправна 1 линия задержки) автоматически начинает работать по критерию 2/2, двух неисправностей (отказали обе линии задержки) – УОП отключается и на индикатор поступают неочищенные от помех сигналы ДКИ.

В УД выполняются не только декодирование сигналов, но также анализ цифровой информации в полном ответном сигнале (в первом и втором информационных словах) с целью поиска и исправления однократных ошибок и выделения разрядов с двукратными ошибками. Обработанная таким образом цифровая информация представляет собой последовательный код (ПК), который поступает через устройство управления (УУ) в устройство автоматического сопровождения (УАС). В УД формируются также тактовые синхроимпульсы (СИ). При включении на передней панели БОИ-М тумблера ВКЛ. КОНТР. к УД подключается устройство имитации (УИ), а при включении тумблера ВКЛ. СОД формируется команда разрешения обработки в декодирующем устройстве ответных сигналов СОД-57. Устройство имитации позволяет имитировать ответные сигналы бортовых ответчиков с целью проверки работоспособности блока БОИ-М, пульта управления. При этом имитируемые ответные коды могут

содержать однократные и двукратные ошибки, на которые блок БОИ-М должен реагировать соответствующим образом. В качестве имитирующих сигналов формируются координатные коды, ключевые коды и цифровая информация без прореживания, то есть в каждом периоде повторения РЛС.

Устройство управления (УУ) обеспечивает обмен сигналами с ПУ по цепям КОД ПУ и КОД ИНД. С ПУ обеспечивается подача команд на ввод самолетов в автоматическое сопровождение по известному бортовому номеру или автоворводом, сброс с автосопровождения. Кроме того, на ПУ обеспечивается индикация сигналов "Бедствие", "Потеря радиосвязи", "Нападение".

Устройство автоматического сопровождения (УАС) содержит шесть каналов, каждый из которых осуществляет захват и сопровождение одной из целей по бортовому номеру, высоте полета, азимуту, дальности (последние два параметра с низкой точностью). Устройство выдачи информации (УВИ) по сигналам опроса номера (СОН) и опроса декад (СОД) из блока управления отображением (БУО-Д) формирует сигнал опроса каналов автосопровождения УАС. В ответ УАС выдает в УВИ содержание декад регистров бортового номера, сигналы содержания декад (ССД) текущей информации, а также единый координатный сигнал (ЕКС). С УВИ содержание декад и ЕКС поступает в БУО-Д.

БОИ-М выполнен на следующих платах:

Устройство дешифрации:

1. Плата входных сигналов (ПВС).
2. Плата анализатора (ПА).
3. Плата синхронизации (ПС).
4. Плата дешифратора (ПД).
5. Плата выходных целей (ПВЦ).

Устройство имитатора:

1. Плата имитатора дальности (ПИД).
2. Плата имитатора информации (ПИИ).

Устройство управления:

1. Плата счетчика дальности (ПСД).

2. Плата регистра управления (ПРУ).
3. Плата регистра занятости (ПРЗ).
4. Плата аварийных сигналов (ПАС).

Устройство автоматического сопровождения:

1. Плата регистра дальности (ПРД).
2. Плата бортового номера (ПБН).
3. Плата текущей информации (ПТИ).

Устройство выдачи информации:

1. Плата опросных сигналов (ПОС).
2. Плата коммутации информации (ПКИ).

7.2.3 Функциональные схемы плат БОИ-М

Плата дешифратора

Плата дешифратора (ПД) (рисунок 7.13) является одной из основных из пяти плат УД, структурная схема взаимодействия между которыми приведена на рисунке 7.12. Она обеспечивает декодирование всех видов ответных сигналов.

В качестве источников тактовых импульсов в БОИ-М используется генератор на 8 МГц в плате дешифратора. При этом он могут использоваться как с частотой 8 МГц, так и с частотой 4 МГц после прореживания в делителе на 2. Формирователями Ф1 и Ф2 обеспечивают формирование тактовых импульсов по длительности и амплитуде. Контакты ТЕСТ К1 и ТЕСТ К2 – технологические, для выполнения контроля работы генератора. Управление ПД выполняется импульсами "Запуск" и "Запуск дешифратора". Схема привязки обеспечивает привязку поступающих на декодирование с приемника НПО-65 ответных видеосигналов (ВС КОММУТ.) к тактовым импульсам 4 МГц. Формирователь длительности нормализует импульсы по длительности до 1 мкс. При этом их нормализация по амплитуде ранее была выполнена в плате входных сигналов. В качестве линии задержки с отводами используется 100 – разрядный сдвигающий регистр. Максимальное время задержки в регистре – 25 мкс. Этой задержки достаточно для декодирования всех возможных координатных и ключевых

кодов. Для декодирования ключевых кодов дополнительно используется видеосигнал декодированной координаты (ДК), очищенный от несинхронных импульсных помех ОДКЗ – очищенная декодированная координата задержанная с платы синхронизации. Для того, чтобы дешифрировать коды, соответствующие данному режиму запроса в плату дешифратора подаются стробы БН и ТИ, коммутируемые в соответствии с признаком запросного кода. Дешифрирующие сборки цифровых символов информационных слов "1" и "0" выполняют кроме декодирования выравнивание во времени цифровой информации в циклах БН и ТИ. Дешифраторы кодов "Опознавание" и "СОД" включаются в работу по сигналам от кнопки ОПОЗНАВАНИЕ на ПКУ (на ручке пульта оперативного управления антенн) и включения тумблера ВКЛ. СОД на передней панели БОИ-М.

Декодированные координатные импульсы объединяются на схеме ИЛИ и поступают в виде сигнала "Координата общая" (КО) на плату очистки от НИП. Общая задержка этих координатных кодов в цепях дешифрации такова, что сигнал КО во всех случаях совпадает с моментом импульса "Нулевая дальность", то есть импульсом запуска развертки. Кроме того, каждый из декодированных сигналов по раздельным цепям поступает на плату синхронизации.

Декодированные ключевые импульсы, как и координатные коды, приведены к единому времени за счет соответствующих задержек в ПД.

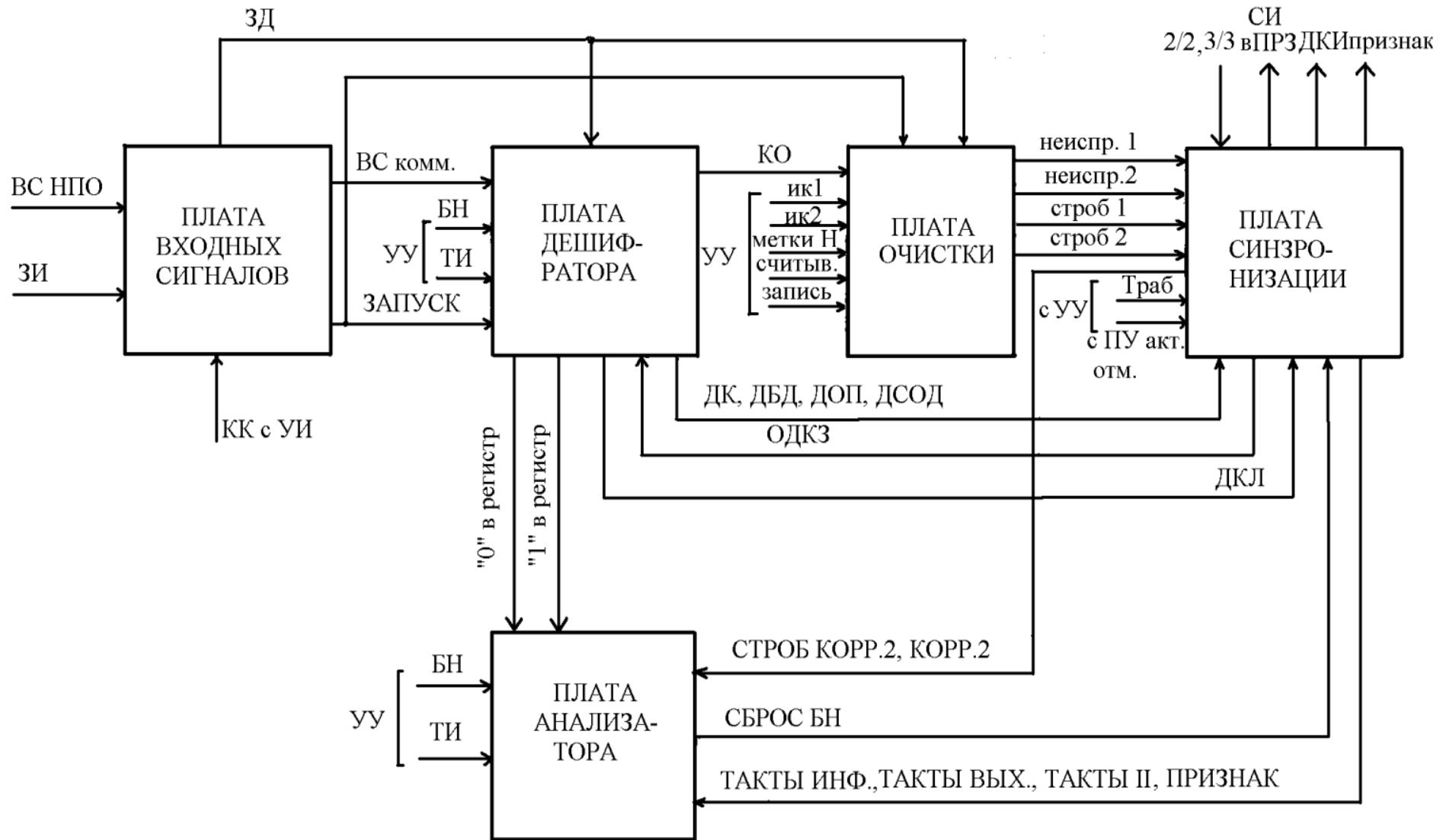


Рисунок 7.12. Структурная схема устройства дешифратора

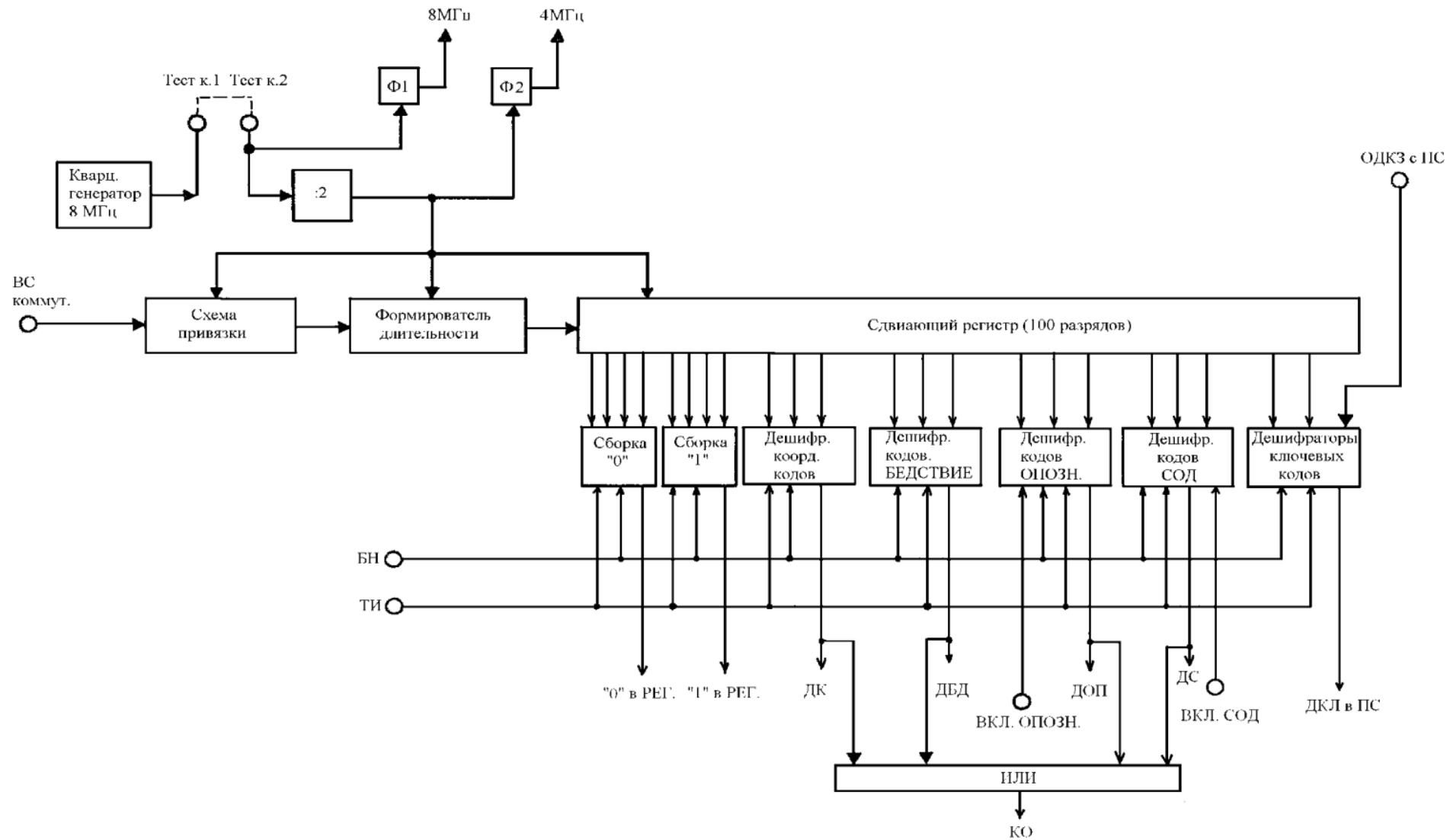


Рисунок 7.13. Функциональная схема платы дешифратора

Плата очистки

Функциональная схема платы очистки (ПО) приведена на рисунке 7.14, а временные диаграммы, поясняющие принцип работы – на рисунке 7.15. Плата обеспечивает работу схемы очистки от НИП и ХИП. При этом устройства задержки импульсных сигналов на T_i или $2T_i$ находятся в ПО, а схема логического перемножения в соответствии с логиками 2/2 или 3/3 – в плате синхронизации. Такие помехи создаются как постановщиками помех, так и самолетными ответчиками, когда они отвечают на запрос одной РЛС, а сигналы принимаются другой РЛС, работающей с другой частотой повторения. Задержка сигналов выполняется в двух матрицах накопителей в интегральном исполнении. Точность запоминания временного положения импульсов составляет 2 мкс и определяется частотой повторения последовательности МЕТКИ Н, равной 500 кГц. То есть вся дальность действия ДРЛ разбивается на временные дискреты (кванты дальности) равные 2 мкс (это соответствует дальности $\Delta D=300$ м). Количество временных дискретов – 768, что соответствует временному интервалу $768 \times 2 = 1536$ мкс.

Сигнал КО с платы ПД поступает на схему привязки к импульсам начала считывания (НС). При логике очистки 3/3 сигналы в матрице накопителя 1 задерживаются на T_i , в матрице накопителя 2 – еще на T_i . При этом схема задержки на 1 разряд обеспечивает возможность использования одного и того же счетчика адреса для первой и второй матриц накопителя. Импульсы начала считывания следуют с периодом 2 мкс. В следующем периоде повторения по сигналам "Запись" в матрицу 1 поступят новые импульсы, а информация предыдущего зондирования перепишется в матрицу 2 через схему задержки на 1 разряд. Одновременно сигналом "Считывание" формируется сигнал "Строб 1", являющийся аналогом задержанного на T_i импульсного сигнала КО. В следующем периоде повторения вышеперечисленные процессы повторяются, при этом аналогом задержанного на $2T_i$ импульса КО будет сигнал "Строб 2".

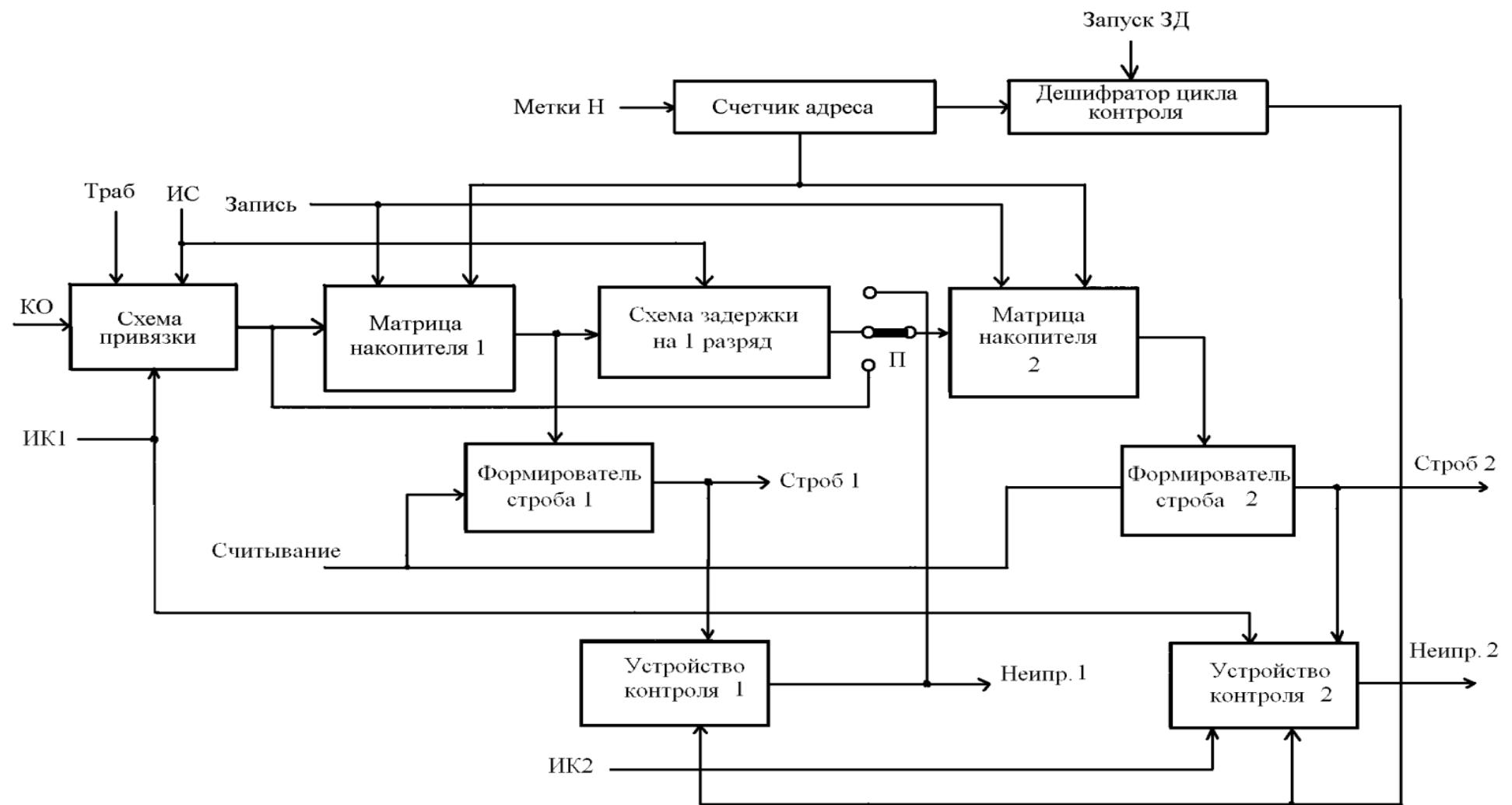


Рисунок 7.14. Функциональная схема платы очистки

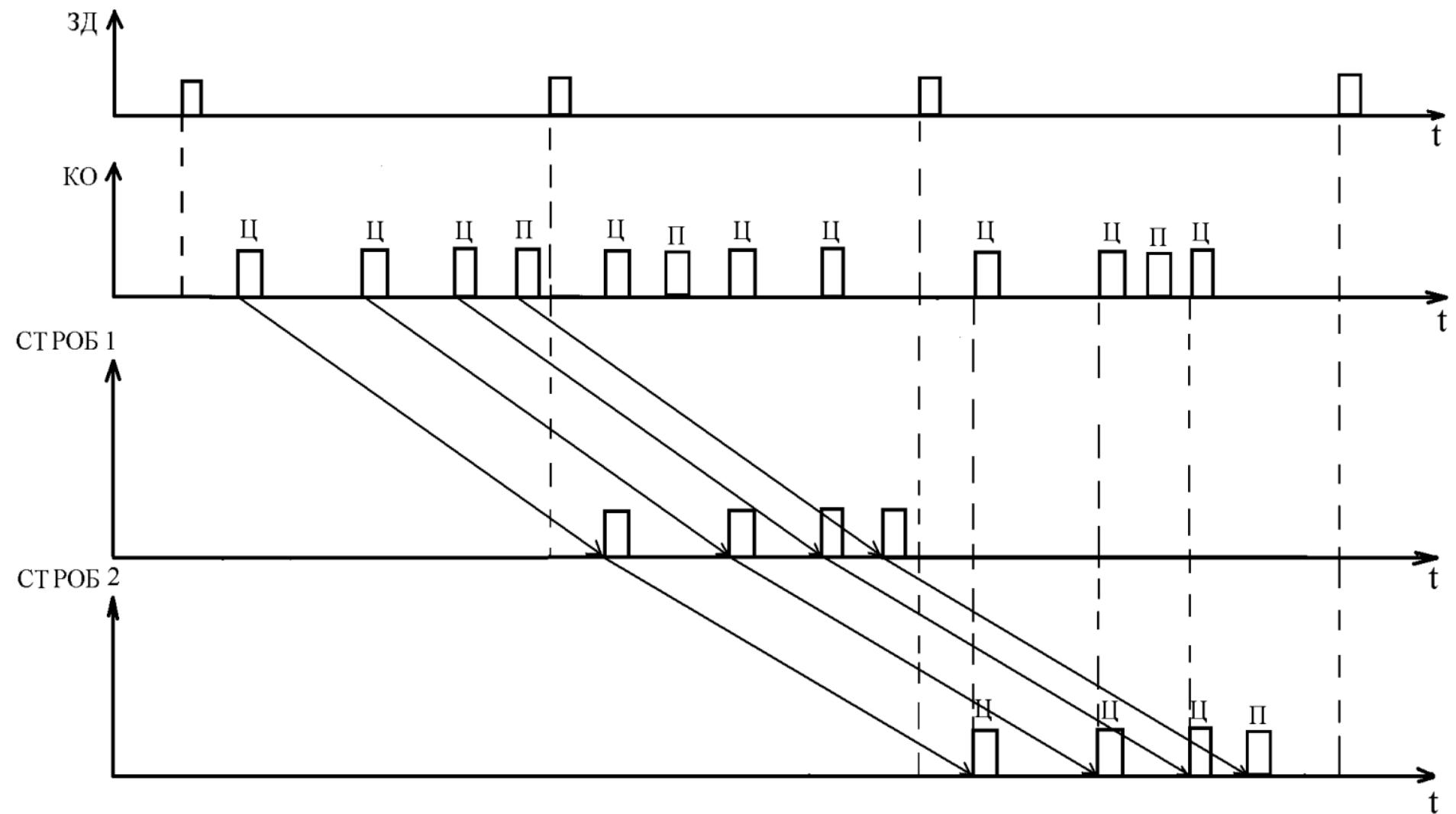


Рисунок 7.15. Временные диаграммы в ПО

В ПО организован встроенный автоматический контроль исправности матриц накопителей. С этой целью в ПО поступают импульсы контроля ИК1 и ИК2. С помощью сигнала $T_{РАБ}$, длительностью 6...7 мкс, в схеме привязки осуществляется коммутация сигналов КО и ИК1, то есть вместо сигнала КО после излучения зондирующего импульса используется ИК1. Устройство контроля 1 проверяет правильность записи ИК1, задержки на T_i в матрице накопителя 1 и совпадения его в первом и втором периодах зондирования. При этом ИК2 не должен совпадать с сигналом ИК1. Устройство контроля 2 проверяет совпадение ИК1 в первом и третьем зондированиях, а также несовпадение ИК1 и ИК2.

Таким образом, после каждого зондирующего импульса, на интервале дальности примерно до 1 км сигналы КО в плате ПО не очищаются от НИП. Сигналы "Неисправность 1" или "Неисправность 2" указывают, что неправильно функционирует накопитель 1 или накопитель 2. Если неисправен накопитель 2, то в плате синхронизации ПС будут использоваться только сигналы "Строб 1", если накопитель 1, то выходные сигналы со схемы привязки поступают через переключатель П (устанавливается по команде НЕИСПРАВНОСТЬ 1 в нижнее положение) на матрицу 2, в плате ПС будет использоваться только "Строб 2". Если неисправны оба накопителя, то по сигналам "Неисправность 1" и "Неисправность 2" плата ПС начинает пропускать сигналы КО без очистки.

Плата синхронизации

Функциональная схема платы синхронизации (ПС) приведена на рисунке 7.16. На устройство выбора критерия очистки от НИП поступают команды ВКЛ. 2/2 или ВКЛ. 3/3, а также сигналы неисправности платы очистки НЕИСПР.1 и НЕИСПР.2. В соответствии с этими сигналами и командами устройства выбора критерия коммутирует сигналы ПО "Строб 1" и "Строб 2". При этом устройство выбора критерия дополнительно стробируется импульсами $T_{РАБ}$. С целью подавления контрольных импульсов ПО на формирователь длительности поступают сигналы декодированных координат с ПД и строб очистки.

Последний формируется из импульсов либо "Строб 1" (критерий 2/2), либо "Строб 1" (критерий 3/3).

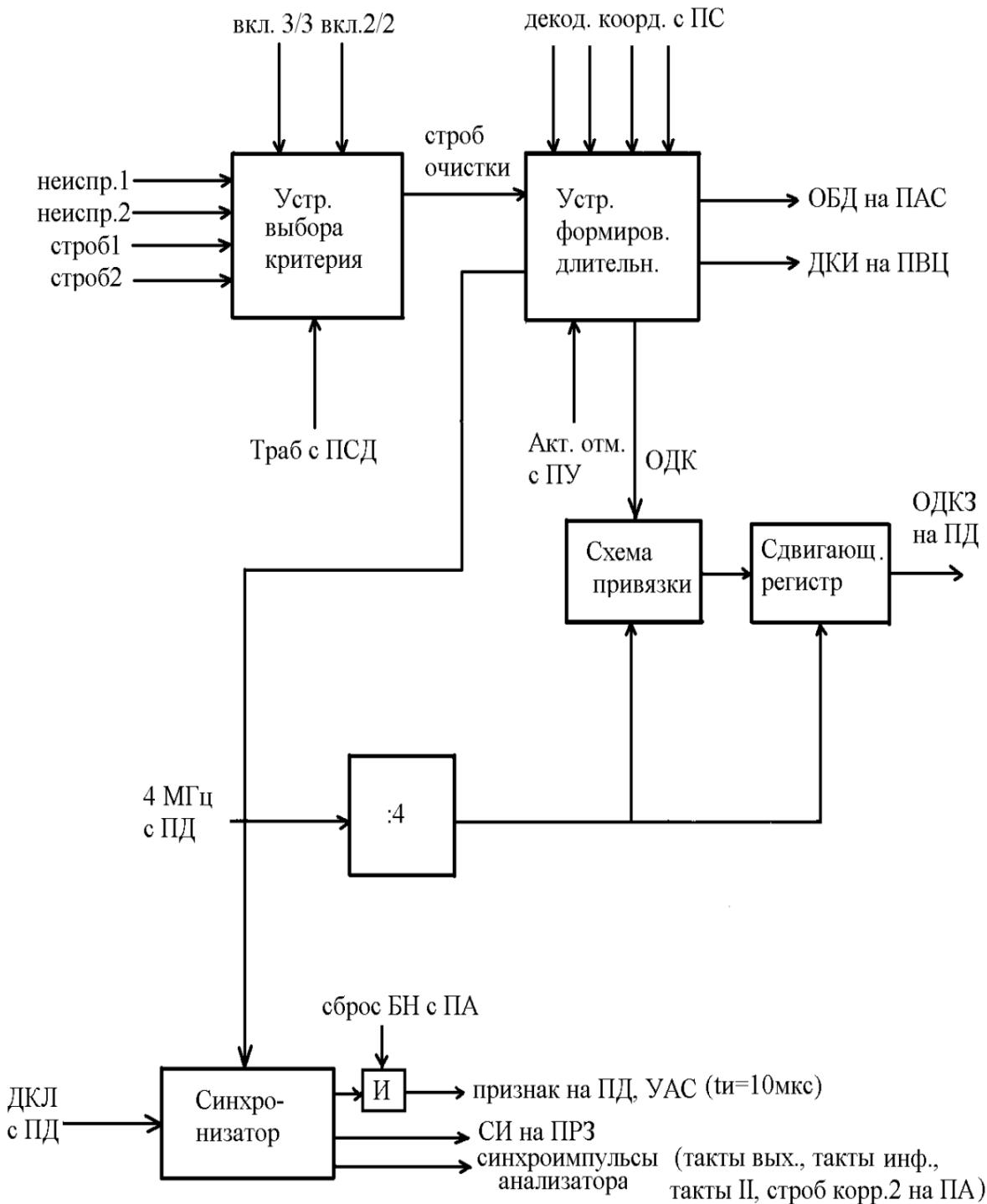


Рисунок 7.16. Функциональная схема платы синхронизации

При поступлении одновременно сигналов "Неиспр.1" и команды 2/2 прохождение сигнала "Строб 1" запрещается и разрешается прохождение сигнала "Строб 2". То есть при возникновении одной неисправности устройство очистки продолжает работать по критерию 2/2.

Выходные сигналы устройства формирования длительности – очищенное бедствие (ОБД) и декодированная координата (ДКИ) поступают на ИКО. Кроме того, очищенная декодированная координата (ОДК) через схему привязки к тактовым импульсам и сдвигающий регистр в виде ОДКЗ (ОДК задержанная) поступает на ПД.

Длительность отметки ОБД больше, чем ДКИ. Длительность ДКИ и ОБД выравниваются при включении тумблера (на ПУ БОИ-М) АКТ ОТМ.

Необходимо отметить, что как ОБД, так и ДКИ при очистке по критерию 2/2 задерживаются на T_i , а по критерию 3/3 – на $2T_i$, внося незначительную ошибку в оценку измерения угловых координат.

Частота тактовых импульсов выбрана максимальной и составляет 1 МГц. Синхронизатор запускается декодированными ключевыми импульсами (ДКЛ), то есть в моменты начала поступления цифровой информации. С выходов синхронизатора снимаются импульсы: "Такты инф", "Такты вых", "Такты II", "Такты корр 2", поступающие в плату анализа. Сигналы "Признак" и синхроимпульсы информации (СИ) используются в БОИ-М для обработки цифровой информации.

Плата анализатора

Функциональная схема платы анализатора (ПА) приведена на рисунке 7.17. Плата анализатора обеспечивает поиск (обнаружение) ошибок, которые возникают при передаче цифровой информации, автоматическое исправление простейших из них.

На сдвигающие регистры "0" и "1" поступают цифровые "0" и "1" из ПД. При этом временное совпадение цифровой информации в циклах БН и ТИ обеспечивается в ПД.

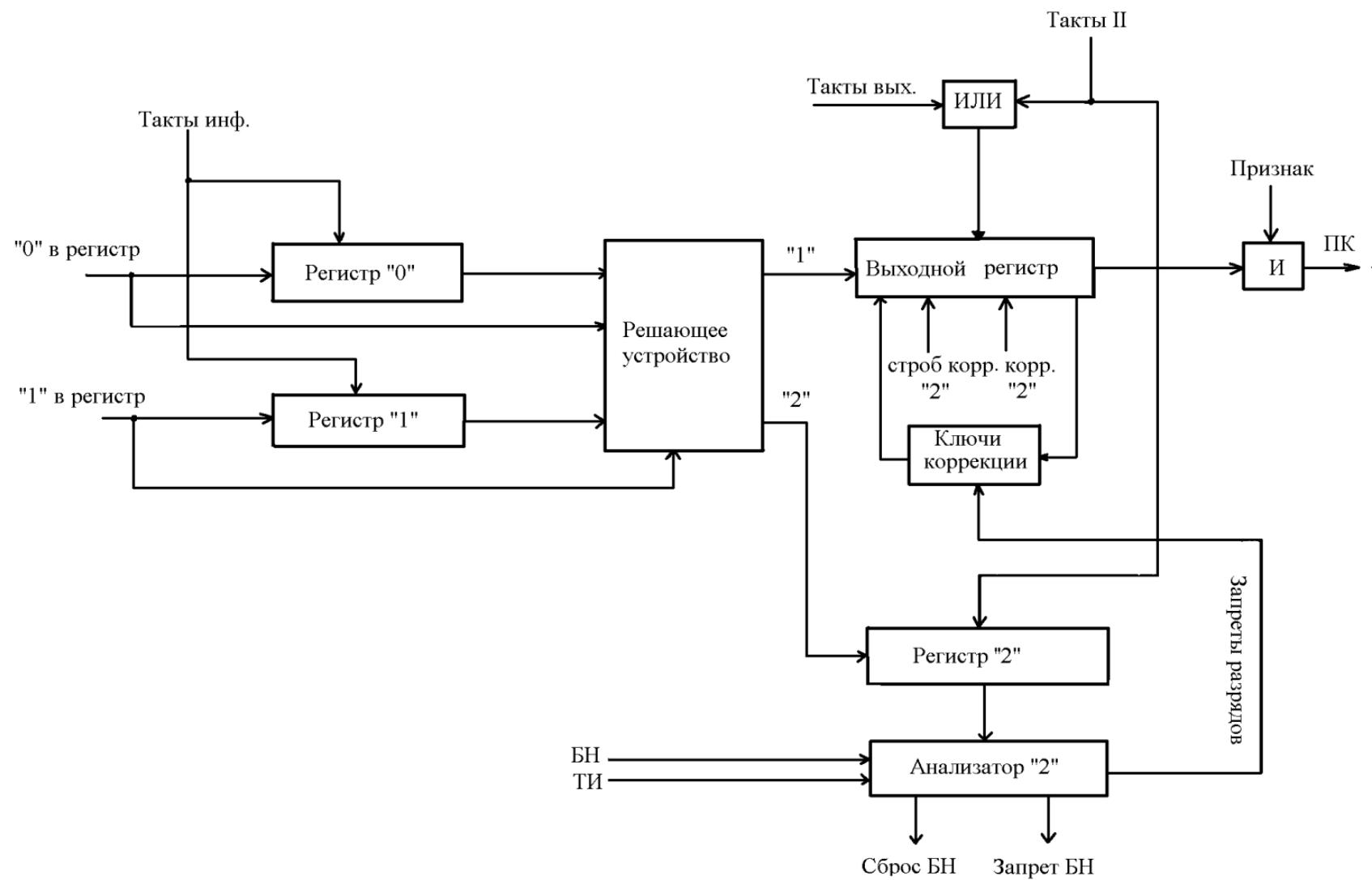


Рисунок 7.17. Функциональная схема платы анализатора

Сигнал "Такты инф", поступающие с ПС, продвигает информацию "0" и "1" по регистрам. Количество разрядов в регистрах равно 21, поэтому первый разряд первого слова появляется на выходе (в 21-м разряде регистра), когда первый разряд второго слова поступил на вход (в первый разряд).

С момента поступления первого разряда второго слова цифровой информации на решающее устройство поступают сведения о заполнении обеих позиций (0 и 1) каждого разряда в обоих словах. Анализируя две позиции разряда первого слова и две позиции второго слова, решающее устройство принимает решение, какой же сигнал имеется (0 или 1) в данном разряде. В таблице 7.2 приведены все возможные варианты входных сигналов и отклики решающего устройства на них. Решающее устройство обеспечивает обнаружение и исправление однократных и только обнаружение двукратных ошибок. Истинные комбинации таблицы 7.2 №№ 6 и 11. Однократная ошибка – это пропуск одного из входных импульсов или появление одного лишнего импульса на позиции. Такую ошибку решающее устройство легко обнаруживает и исправляет (2, 3, 5, 9, 12, 14 и 15 строчки таблицы 7.2). Выходные сигналы появляются на выходе "1". Двукратная ошибка – пропадание двух импульсов или появление двух лишних импульсов, а также одновременное пропадание одного импульса и появление другого. Такую ошибку можно обнаружить, но исправить ее нельзя. В этом случае выходные сигналы формируются на выходе "2" для данного разряда информации (1, 4, 7, 8, 10, 13 и 16-я строчки таблицы 7.2). Выход "1" решающего устройства подключен к выходному регистру, который запоминает все 20 разрядов цифровой информации. Выходной последовательный код (ПК) цифровой информации через схему "И" поступает в устройство автоматического сопровождения. В регистр "2" (регистр двукратных ошибок) поступает информация с выхода решающего устройства "2". Этот регистр запоминает в каких разрядах информационного слова имеются двукратные ошибки. Запись информации в выходной регистр и регистр "2" начинается по командам ТАКТЫ П, а заканчиваются в момент поступления на вход ПА 20-го разряда второго информационного слова.

Таблица 7.2

№ п/п	Входные сигналы решающего устройства				Сигнал на вы- ходе "1"	Сигнал на вы- ходе "2"		
	1 информационное слово (ИС1)		2 информационное слово (ИС2)					
	"0" первого слова	"1" первого слова	"0" второго слова	"1" второго слова				
1	0	0	0	0	0	1		
2	0	0	0	1	1	0		
3	0	0	1	0	1	0		
4	0	0	1	1	0	1		
5	0	1	0	0	1	0		
6	0	1	0	1	1	0		
7	0	1	1	0	0	1		
8	1	1	1	1	0	1		
9	1	0	0	0	1	0		
10	1	0	0	1	0	1		
11	1	0	1	0	1	0		
12	1	0	1	1	1	0		
13	1	1	0	0	0	1		
14	1	1	0	1	1	0		
15	1	1	1	0	1	0		
16	1	1	1	1	0	1		

После этого проводится анализ двукратных ошибок и коррекция содержимого выходного регистра в следующем порядке. Если двойная ошибка (далее используем символ "2") получена в режиме БН, то необходимо знать, в каком она разряде. Если "2" получена в разрядах старших двух цифр бортового номера, то есть в двух последних декадах, то информация проходит на выход ПА. Формируется сигнал "Запрет БН", запрещающий ввод данного БН в режим автосопровождения, но не препятствующий сравнению данного бортового номера по трем младшим цифрам (если цель ранее была уже взята на автосопровождение). Если же "2" принадлежит младшим трем цифрам бортового номера, то есть находится в первых трех декадах, то формируется сигнал "Сброс БН", запрещающий появление сигнала "Признак" на выходе платы синхронизации.

При этом не формируется сигнал "Такты вых" и информация выходного регистра на выход платы ПА не поступает.

Если "2" получена в режиме ТИ, то анализатор принимает следующие решения:

1. Ошибка в первой декаде (1...4-й разряды), которая несет информацию о десятках метрах высоты. В этом случае цифра десятков метров обнуляется.

2. Ошибка в 5...15-м разрядах, где передается информация о сотнях, тысячах, десятках тысяч метров высоты. В этом случае все цифры высоты обнуляются.

3. Ошибка в 15-м разряде, где передается признак относительной, абсолютной высоты. В этом случае значения высоты также обнуляются.

4. Ошибка в 16-м разряде, в котором передается информация "Бедствие".

В этом случае принимается решение, что сигнал "Бедствие" отсутствует.

5. Ошибка в 17...20-м разрядах, которые передают информацию остатка топлива. В этом случае информация об остатке топлива обнуляется.

По сигналу "Сброс корр 2" выходной регистр переводится в режим коррекции, а по сигналу "Корр 2" выполняется коррекция цифровой информации (обнуление соответствующих разрядов). Как и ранее, скорректированная информация через схему И последовательным кодом выводится в устройство автоматического сопровождения. Управление выходным регистром в этом случае выполняется импульсами "Такты вых" Важно отметить, что обработка (анализ) цифровой информации в ПА ведется 320 мкс, а перепись ее ПК выполняется всего 10 мкс.

Устройство автоматического сопровождения

Устройство автоматического сопровождения (УАС) предназначено для автоматического сопровождения ответных сигналов по координатам (дальности, азимуту) и высоте от шести самолетов. Ввод УАС в режим автосопровождения выполняется оператором одним из трех способов:

1. Набором на клавиатуре пульта ПУ известного бортового номера (БН) самолета.

2. С помощью шарового датчика координат.

3. Автовводом.

Устройство УАС содержит шесть идентичных каналов, каждый из которых предназначен для автоматического сопровождения информации от одного самолета. Функциональная схема одного из шести каналов сопровождения приведена на рисунке 7.18.

Канал АС состоит из трех плат: платы бортового номера (ПБН), платы регистра дальности (ПРД), платы текущей информации (ПТИ).

Рассмотрим функционирование канала АС при вводе цели в автосопровождение набором известного БН. Работу канала АС можно представить совокупностью процессов обработки информации (сигналов).

Функционирование канала АС можно описать совокупностью пяти процессов (П) обработки сигналов в платах канала АС в приведенном ниже виде.

Обозначение **P** – **P1.**

Название **P1** – ЦЕЛЕУКАЗАНИЕ.

Назначение **P1** – обеспечить постановку задачи на поиск цели с данным (с ПУ) бортовым номером (БНпу).

Начало **P1:** Набор оператором на пульте управления БОИ-М пятизначного бортового номера цели, дополнительную информацию о которой необходимо получить (предварительно нажимается клавиша N).

Содержание **P1:** 1. Ввод цифрового кода БНпу в регистр номера (PN) платы бортового номера.

2. Отображение БНпу на ИКО в первой строке формулера автосопровождения цели (БН из PN через УВИ поступает на ИКО).

Конец **P1:** набор оператором последней (пятой) цифры БНпу.

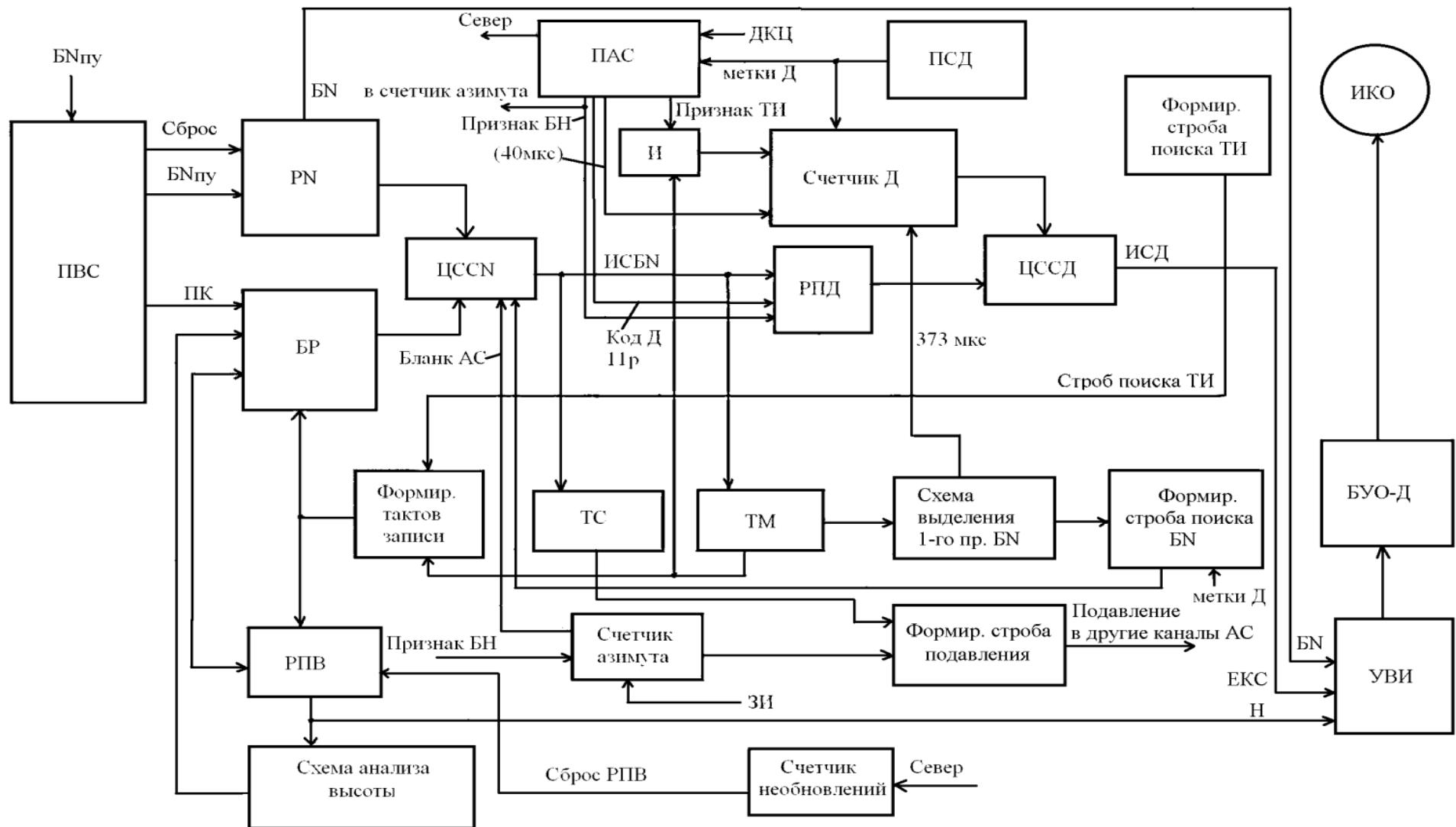


Рисунок 7.18. Функциональная схема платы УАС

Обозначение P	–	P2.
Название P2	–	ПОИСК ЦЕЛИ.
Назначение P2	–	поиск цели с заданным БНпу.
Условие осуществления P2	–	наличие в просматриваемой зоне обзора диспетчерского радиолокатора цели с заданным БНпу и передача им ответных сигналов.
Начало P2	–	набор последней цифры БНпу на ПУ.
Содержание P2:	1.	Запись в буферный регистр (БР) последовательным кодом (ПК) бортовых номеров воздушных судов, попавших в зону обзора и отвечающих на запрос ДРЛ.
	2.	Сравнение БНпу, записанного в регистр номера (РН) с поступающими в составе ответных сигналов бортовыми номерами целей (БНц). БНц поступают из буферного регистра, а сравнение номеров осуществляется на цифровой схеме сравнения номера (ЦССН).
	3.	"Захват цели" (установление факта совпадения номеров) как результат появления на выходе ЦССН импульса сравнения бортового номера (ИСБН).
Протекающие процессы в УАС отобразим на ИКО (рисунке 7.19.)		
Конец P2:		Запись в регистр памяти дальности (РПД) дальности обнаруженной цели. Импульс ИСБН обеспечивает фиксацию состояния РПД, а значит и запоминание дальности до выбранной цели. 11-й разрядный код дальности поступает на РПД со счетчика разрядов дальности платы ПАС.
Обозначение P	–	P3.
Название P3	–	сопровождение цели (маркирование).
Назначение P3	–	считывание текущей информации соответствующей цели, взятой на сопровождение.

Начало Р3: Захват цели на автосопровождение, то есть появление ИСБН с приходом из ПАС ПРИЗНАК БН. Последний формируется в момент прихода из ДУ ДКЦ.

Содержание Р3:

1. Срабатывает триггер сопровождения (ТС), что свидетельствует о наличии цели с заданным БНц в зоне обзора, и одновременно запрещается запись его в другие каналы автосопровождения (вырабатывается сигнал ПОДАВЛЕНИЕ в формирователе стробов подавления).
2. Запускается стартстопный счетчик азимута, который просчитывает ЗИ, поступающие из платы ПАС (после прихода сигнала ПРИЗНАК БН).
3. Взводится триггер маркирования (ТМ), который закрывает путь прохождению тактовых импульсов в БР (сигналом "Режим М" через формирователь тактов записи). Тем самым исключается запись информации от других ВС в течение времени прихода от самолетного ответчика ответных сигналов. Это время соответствует 32 периодам повторения зондирующих сигналов ДРЛ. Сброс триггера ТМ произойдет через 32 зондирования по сигналу счетчика азимута. Счетчик азимута задает время работы ЦССН в течение 32 зондирований.
4. Формируется "Строб поиска ТИ". Для чего:
 - а) в счетчик дальности записывается опережение в 15 мкс по разрешающему сигналу ТМ и импульсу "Признак ТИ2". Это обеспечивает срабатывание схемы сравнения дальности ЦССД и появление импульса сравнения дальности (ИСД) за 15 мкс до появления импульса "Признак ТИ" цели;
 - б) формирователь строба поиска ТИ по ИСД сформирует "Строб поиска ТИ" (длительностью 10 мкс).

5. Разрешается запись ТИ цели в БР и перепись ее в регистр памяти высоты (РПВ) стробом поиска ТИ.

Выдается информация о высоте цели через устройство выдачи информации (УВИ) на ИКО во вторую строку формулляра (по запросам блока управления отображением).

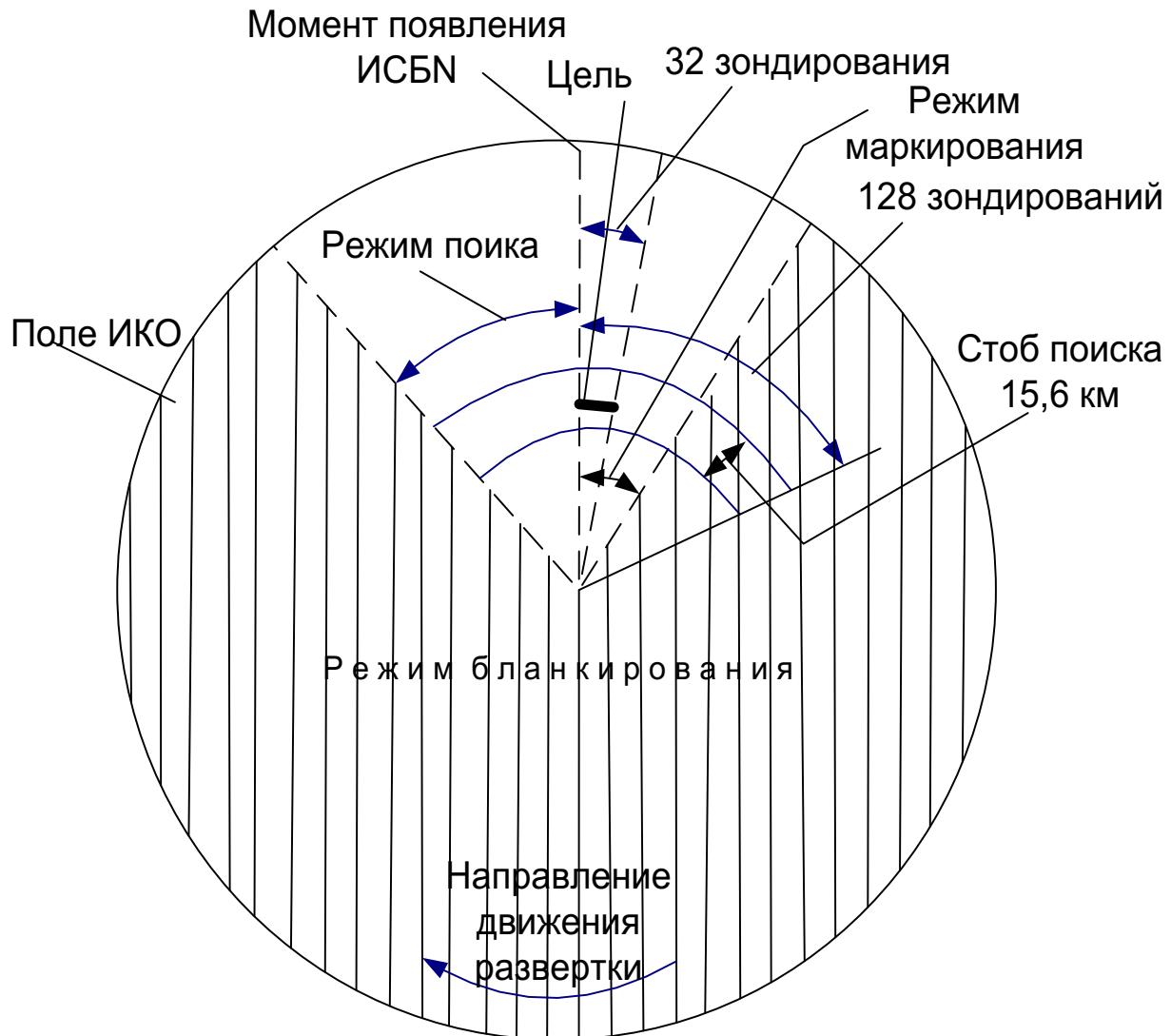


Рисунок 7.19. Графические пояснения к процессам в плате УАС.

Таким образом первый съем текущей информации закончен и в формулляр на ИКО записаны высота цели и остаток топлива.

6. В следующем зондировании, при котором будет получен ответ на запрос БН, срабатывает по разрешающему потенциалу ТМ схема выделения “Первого признака БН”.

7. В счетчик дальности записывается упреждение в 373 мкс, что необходимо для привязки импульса ИСД к импульсу ДК предыдущего зондирования, а значит, и получения единого сигнала (ЕКС).

8. Срабатывает схема ЦССД в момент времени соответствующий импульсу ДК предыдущего зондирования (режима БН) и выделяется ЕКС.

Этой операцией заканчивается съем ТИ в первом обзоре ДРЛ.

9. Счетчик азимута (через 32 зондирования) сбросит триггер ТМ (через схему ЦССН), который разрешит запись новой информации в БР данного канала.

Конец Р3: Счетчик азимута формирует сигнал "Бланк АС" для запирания схемы ЦССН. Длительность бланка на $10-20^0$ меньше по азимуту зоны обзора ДРЛ (равна 340^0-350^0).

Закономерности первого периода обзора ДРЛ (времени реализации процессов Р1, Р2, Р3):

1. В зоне обзора ДРЛ обнаружена цель, бортовой номер которой совпадает с номером, выбранным оператором на ПУ.
2. Дальность до этой цели записана в РПД.
3. Высота цели и остаток топлива записаны в РПВ и выданы в формуляр сопровождения на ИКО ДРЛ.
4. Получен единый координатный сигнал цели и выдан на ИКО.
5. Закрыт данный канал авtosопровождения до следующего обзора (для исключения его срабатывания по сигналам боковых лепестков A_O).

Далее следуют процессы второго периода обзора ДРЛ.

Обозначение П – Р4.

Название Р4 – поиск цели на известной дальности.

Назначение Р4 – обнаружить цель с известным БН на известной дальности.

Сущность Р4: Создать "движущееся окно" (движущийся "Строб поиска БН"). Размеры "окна" по азимуту должны быть равны ширине диаграммы направленности антенны ДРЛ, а по дальности – 15,6 км (начало за 6 км до цели и конец – за 9,6 км от цели).

Начало Р4 – появление сигнала конца "Бланка АС", что обеспечивает открывание ЦССН для выработки ИСБН.

Содержание Р4: 1. Счетчик дальности устанавливается с упреждением в 40 мкс по сигналу "Признак БН" с ПАС.

2. Формируется "Строб поиска БН" в счетчике дальности. Длительность строба поиска 64 мкс, выбрана таким образом, чтобы при всех возможных скоростях движения самолет не мог выйти за его пределы в течение одного обзора ДРЛ.

3. Даётся разрешение ЦССН на анализ поступающих БН в "движущемся окне".

Конец Р4 – захват цели (появление ИСБН на выходе ЦССН).

Особенности Р4:

1. Если нового захвата не произошло, то поиск цели продолжается весь период обзора.

2. Если цель не обнаружена в течение трех периодов обзора ДРЛ, то:

а) счетчик необновлений, просчитывающий импульсы "Север" (поступают из платы ПАС), разрешит поиск цели на всей дальности и обнуляет РПВ (стирается информация о высоте в формуляре ИКО);

б) работа канала автосопровождения начинается сначала.

- Обозначение P – P5.**
- Название P5** – сопровождение цели в следующем обзоре (маркирование).
- Назначение P5** – обновить информацию о дальности и высоте полета во втором обзоре (при нормальном, без потери цели, сопровождении).
- Начало P5** – “захват цели” с заданным БНпу (по аналогии с первым обзором).
- Содержание P5** – аналогично процессу Р3 первого обзора, за исключением следующих отличий:
1. С появлением ИСБН формируется "Строб подавления" вокруг отметки цели длительностью 80 мкс по дальности, который служит для исключения возможности ввода одной и той же цели одновременно в несколько каналов автосопровождения. Строб подавления представляет собой импульс, появляющийся в каждом зондировании с момента начала процесса "Поиск" (Р2), заканчивается 128-м зондированием. Строб подавления запрещает ввод информации в другие каналы АС.
 2. Высота в РПВ обновляется после сравнения с предыдущей (записанной в предыдущем обзоре) в том случае, если разность высот не превышает 800 м. Тем самым осуществляется дополнительная селекция целей по высоте схемой анализа высоты.
- Конец P5:**
1. Обновляется информация в РПД и в РПВ с их выдачей на ИКО в формуляр цели.
 2. Включается режим бланкирования канала АС до следующего режима "Поиск".
- Закономерности Р4 и Р5:**

1. Процессы поиска цели на уже известной дальности и захват цели повторяются в каждом новом обзоре, обновляя информацию о цели (рисунок 7.19).
2. Прекращение автосопровождения цели осуществляется по желанию оператора нажатием клавиши номера сопровождающего канала (I, ..., VI) на ПУ.

В режиме ввода БОИ в режим автосопровождения от шарового датчика или автовводом, работа канала отличается только тем, что БН в регистр номера записывается не в пять приемов по одной цифре, а в один прием из ПВС.

Устройство выдачи информации

Функциональная схема устройства УВИ представлена на рисунке 7.20.

Устройство УВИ предназначено для расшифровки кодов опроса, поступающих с блока БУО-Д, осуществления сбора информации с каналов устройства автоматического сопровождения и выдачи информации в соответствии с кодами опроса в блок БУО-Д.

Основными узлами УВИ являются:

- дешифраторы каналов;
- дешифратор декад;
- коммутаторы каналов;
- шифратор ЕКС;
- ключи формирования импульса разрешения отображения (ИРО).

С блока БУО-Д поступают следующие сигналы опроса:

- 1) сигналы номера опрашиваемого канала "Опрос канала 1р" – "Опрос канала 3р", представляющие собой трехразрядные параллельные коды;
- 2) сигналы номера опрашиваемой декады "Опрос декад 1р" – "Опрос декад 4р", представляющие собой четырехразрядные параллельные двоичные коды.

Содержание информации опрашиваемой сигналами "Опрос декад 1р" – "Опрос декад 4р", представлено в таблице 7.3.

В соответствии с этими сигналами опроса в цепи выдачи информации "ССД 1р" – "ССД 4р" обеспечивается подключение опрашиваемой декады опрашиваемого канала. Дешифратор каналов имеет шесть выходных цепей, каждая из которых соответствует сигналу опроса одного из каналов. Дешифратор декад имеет десять выходных цепей, каждая из которых соответствует сигналу опроса одной из декад. В соответствии с выходными сигналами дешифраторов декад и каналов, коммутатор каналов распределяет сигналы опроса в 6 цепей, каждая из которых соответствует опросу определенной декады определенного канала. Для сбора информации о декадах с регистров БН и ТИ всех каналов в устройстве УВИ применены схемы ИЛИ, то есть осуществляется способ объединения сигналов на общем соединительном проводе. На каждой из восьми цепей объединяются выходы соответствующего разряда опрашиваемой декады БН и ТИ трех каналов. Объединение заканчивается на двухходовых схемах ИЛИ. С их выходов снимаются сигналы содержания разрядов декады "ССД-1р" – "ССД-4р", поступающие на блок БУО-Д.

Для работы блока БУО-Д необходимо также формировать сигналы "ИРО" и "ЕКС". Сигнал "ИРО" формируется для всех занятых каналов опроса любой декады. Для этого все импульсы в ответ на импульс опроса декад с выхода дешифратора декад объединяются по ИЛИ1 в сигнал синхронизатора "СС".

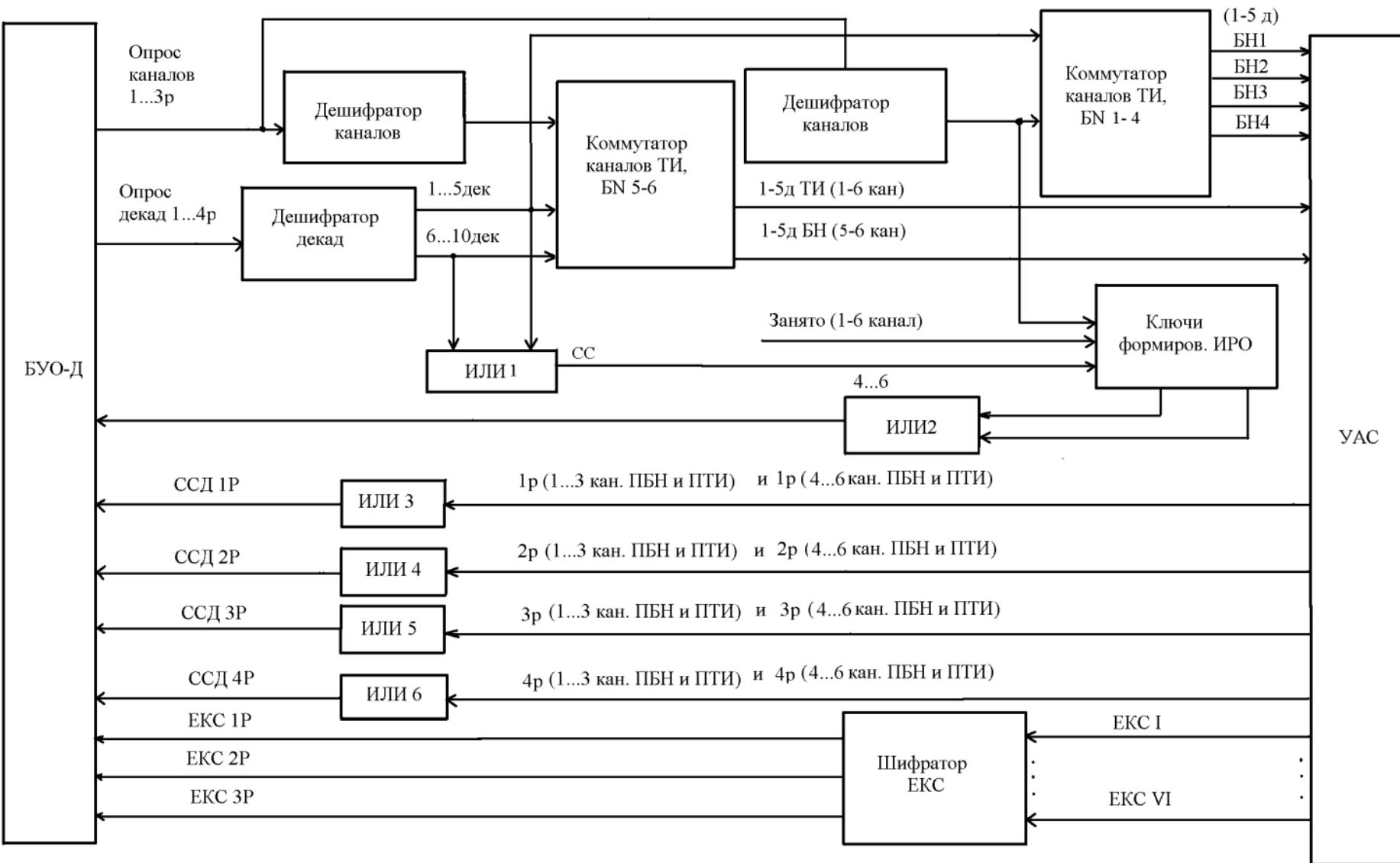


Рисунок 7.20. Функциональная схема УВИ

Таблица 7.3

Содержание разрядов "Опрос дек.1р"–"Опрос дек.4р"				Номер опрашив. де- кады	Содержание опрашивающей информации	Примеча- ние
1р	2р	3р	4р			
0	0	1	1	1 дек. БН	1-я мл. цифра БН	
0	1	0	0	2 дек. БН	2-я цифра БН	
0	1	0	1	3 дек. БН	3-я цифра БН	
0	1	1	0	4 дек. БН	4-я цифра БН	
0	0	1	1	5 дек. БН	5-я (старшая) цифра БН	
1	0	0	0	4-я дек. ТИ	13...14 – 1 разряды цифра десятков метров высоты, 15-й разряд – признак высоты	
1	0	0	1	3 дек. ТИ	Цифра тысяч	
1	0	1	0	2 дек. ТИ	Цифра сотен метров высоты	
1	0	1	1	1 дек. ТИ	Цифра десятков метров высоты	
1	1	0	0	5 дек. ТИ	Остаток топлива	Спецкод

Через ключи формирования сигнала "ИРО", на которых проверяются занятость данного канала, через сборку ИЛИ2 сигналы "СС" поступают в цепь формирования "ИРО".

Сигнал "ЕКС" поступает на УАС. В шифраторе ЕКС осуществляется кодирование сигналов шести каналов "ЕКС-I" – "ЕКС-VI" в сигналы "ЕКС-1р"- "ЕКС-3р". Кодирование осуществляется двоичным кодом с целью уменьшения количества связей между блоками БОИ-М и БУО -Д.

Пульт управления

Пульт управления (ПУ) обеспечивает управление блоком БОИ-М и его взаимодействие с другими блоками ДРЛ. Лицевая панель ПУ приведена на рисунок 7.21.

С ПУ в БОИ-М поступают следующие команды:

1. АВТОВВОД – команда на переход УАС в режим автосопровождения (клавиша ВВОД).

2. Включение режима автосопровождения по бортовому номеру (клавиша N).
3. Клавиша ОПОЗН. – вывод на ИКО ответных сигналов ОПОЗН.
4. Сброс любого из шести каналов автосопровождения (клавиши I – VI).
5. Включение АКТ. ОТМ. (отметка от цели расширяется в 2 раза).

Клавиши А и В в РСП-6М2 не задействованы (международные режимы).

Кроме того, при использовании отечественных кодов на ПУ высвечивается прохождение сигналов "Бедствие" ("Потеря радиосвязи" и "Нападение" не используются).

Функциональная схема ПУ приведена на рисунке 7.22. Информация на ПУ и с ПУ передается последовательным кодом пакетами. Используется временное уплотнение сигналов, поступающих в БОИ-М. Для временной синхронизации устройств передачи такой информации в ПУ введены устройство выделения начала пакета, распределитель разрядов, управляющих сигналами "Такты С" и "Такты Р".

Сигналы с клавиш цифронаборника "0", ..., "9", "A", "B", "N" поступают на шифратор кода цифр, который кодирует цифры в четырехразрядный двоичный код. Через схему ИЛИ1 запускается устройство устранения дребезга контактов, которое формирует бездребезговый импульс команды. Этот импульс разрешает формирователю одиночного кода выдать одиночный код, привязанный во времени к тактовым импульсам ТАКТЫ С. Через ключи-формирователи одиночный код команды поступает в первые четыре разряда кода ПУ. Регистр команд обеспечивает привязку во времени начала и конца команд с клавиш ВВОД, ОПОЗН, I...VI и тумблера АКТ ОТМ к тактовым импульсам ТАКТЫ С. На ключах-формирователях выходные сигналы с регистра команд привязываются к соответствующим разрядам кода ПУ. Приемный регистр индикации обеспечивает хранение пакета информации КОД ИНДИКАЦИИ. По командам с распределителя разрядов соответствующие выходы приемного регистра подключаются к светодиодам БЕДСТВИЕ, I...VI, обеспечивая на ПУ световую индикацию поступивших сигналов.

БЕДСТВИЕ ПОТЕРЯ РАДИОСВЯЗИ НАПАДЕНИЕ АКТИВН. ОТМ



РЕЖИМЫ

ОТКЛ.

ОПОЗН.

A B

ВВОД



I II III IV V VI

1 2 3 4 5

N

6 7 8 9 0

Рисунок 7.21. Пульт управления БОИ-М

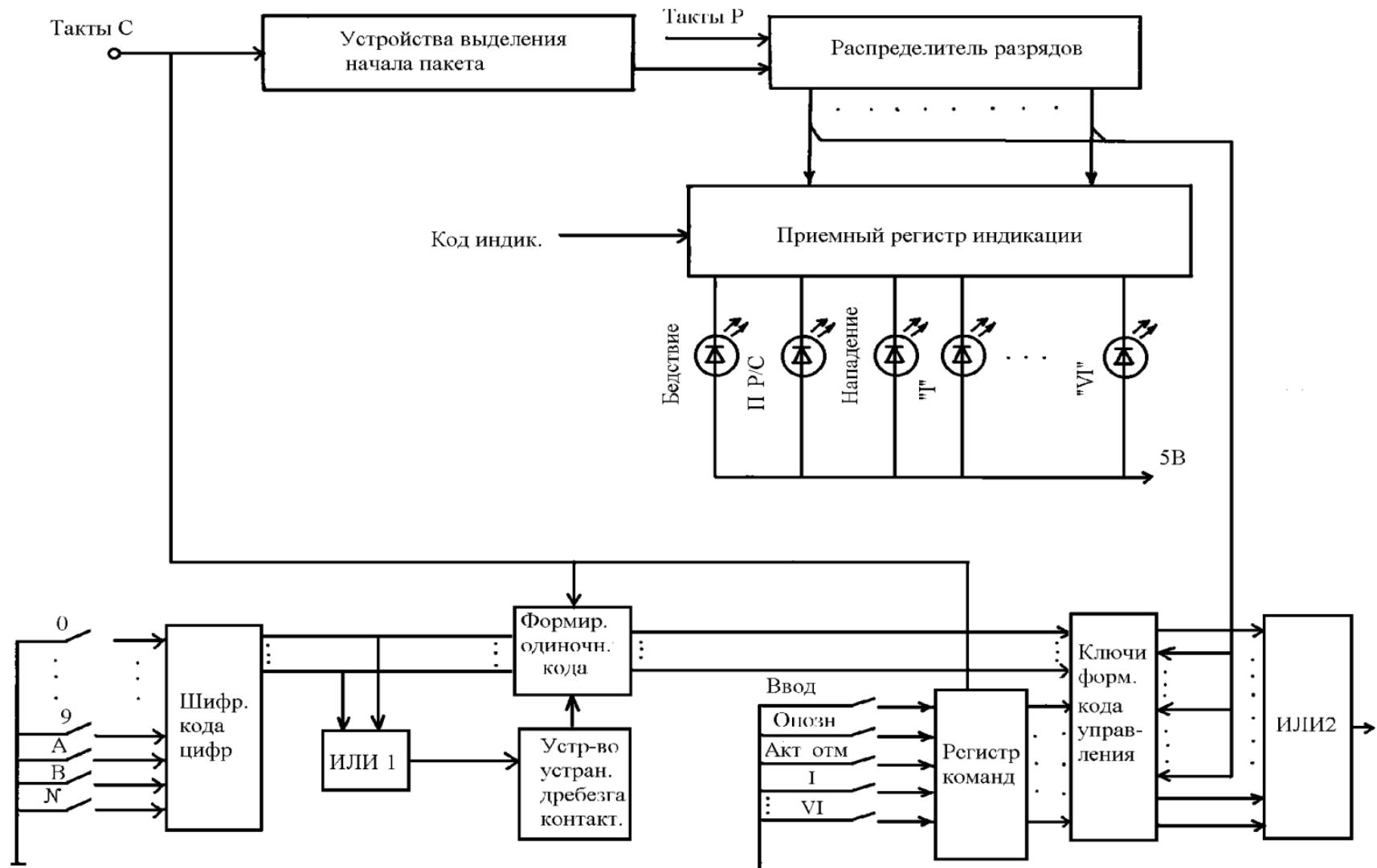


Рисунок 7.22. Функциональная схема пульта управления БОИ

7.2.4. Конструкция БОИ-М

Блок БОИ-М имеет габаритные размеры 360x690x380 мм. Лицевая панель блока приведена на рисунке 7.23. На нее вынесены органы управления: тумблеры включения питания блока, выбора логики очистки от НИП (2/2, 3/3), обработки сигналов от СОД-57М. Весь блок выполнен на базе типовых печатных плат, извлекаемых специальным ключом. Схема реализована на микросхемах преимущественно 133-й серии. Для управления имитатором ответных сигналов на лицевую панель выведено 4 кнопки выбора контрольных программ. За время рабочего хода развертки на ИКО можно имитировать не более трех ответных посылок. При этом имитатор формирует ответные посылки без разрядки (только ПОС во всех периодах повторения). Таким образом, три ответные посылки в четырех программах являются 12 тестами, по которым проверяется БОИ-М. Ввод БОИ-М в режим автосопровождения по имитируемым сигналам аналогичен тому, как обрабатываются реальные сигналы: АВТОВВОД, по бортовому номеру, селективно – с помощью шарового датчика координат. Тип формуляра на ИКО выбирается с помощью ПУФ, номер занятого канала (N) может быть любым (от I до VI).

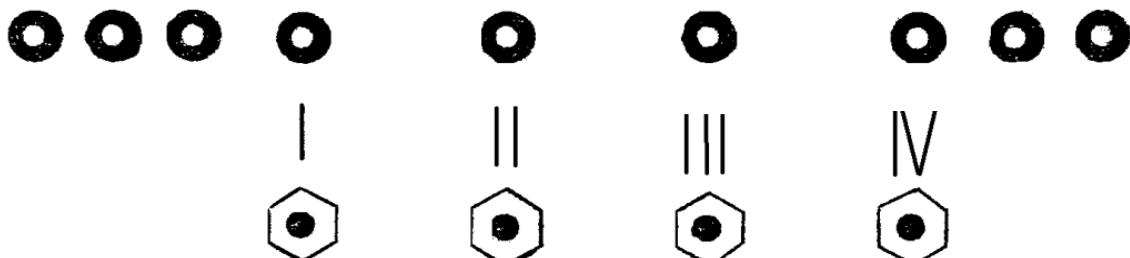
ВНИМАНИЕ!

Категорически запрещается смена
печатных плат без снятия с них питающих
напряжений

неисправность
очистка РКК

контрольные программы

+27В -27В



Д Е Л Ь	66666 02666 030 ДК - 3,5 БЕДСТВИЕ ПУ	66666 02666 030 ДК-7,5 РАСШИР. ДК	66666 02666 030 ДК-12,5 ВКЛ 3,5	ДК 3,5
	66666 A0000 030 ДК-80	66666 02666 030 ДК-80	66666 02766 000 ДК-80	ВКЛ. ОПОЗН.
	99999 A1999 045 ДК-158	99999 A0000 045 ДК-158	99999 ДК-158	ВКЛ. СОД

КОНТРОЛЬ

СОД

3/3

2/2



ОТКЛ

Рисунок 7.23. Блок БОИ-М

7.3. Функциональные схемы блоков аппаратуры отображения

7.3.1. Функциональная схема БУО-Д

Функциональная схема БУО-Д приведена на рисунке 7.24.

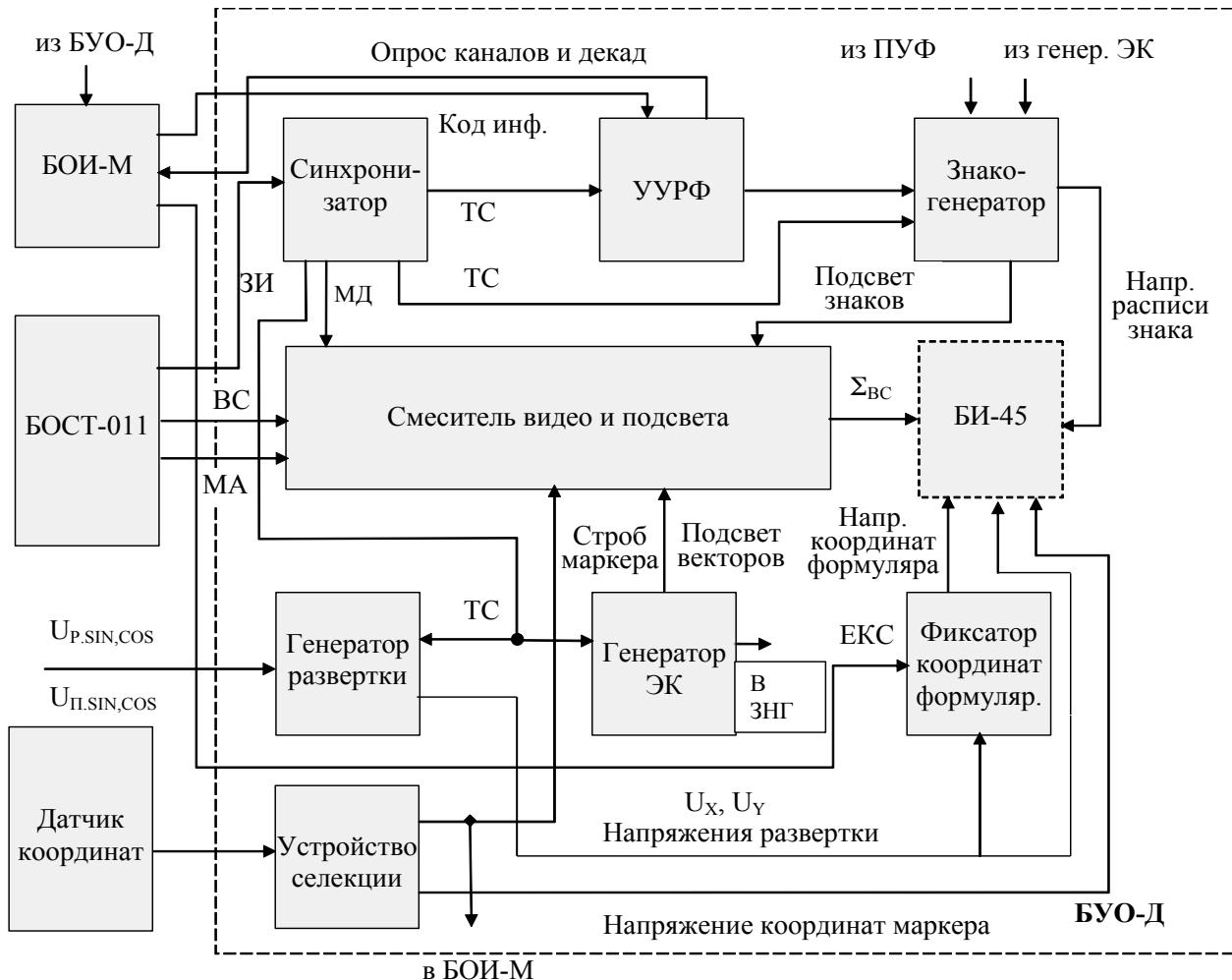


Рисунок 7.24. Функциональная схема БУО-Д

С приходом импульса запуска (ЗИ) с блока БОСТ-011 синхронизатор (С) вырабатывает тактовые сигналы (ТС), которые поступают на генератор развертки (ГР), устройство управления росписью формулляра (УУРФ) и на знакогенератор (ЗГ). Кроме этого, синхронизатор формирует набор меток дальности (МД), которые через смеситель видео и подсвета поступают на ИКО (БИ-45). В интервалах $t_p \equiv T_i$ на смеситель поступают метки азимута (МА) и видеосигналы (ВС) с выхода блока БОСТ-011. Величина интервала t_p задается синхронизато-

ром в зависимости от выбранного масштаба дальности. При формировании линии пеленга на синхронизатор поступают сигналы "Вызов пеленга" и "Наличие пеленга" с блока управления радиосвязью. При этом вместо развертывающих напряжений $U_{P.sin},cos$ с БРН-021 к генератору развертки подключаются напряжения пеленга $U_{\Pi.sin},cos$.

Генератор развертки формирует трапециoidalные импульсы развертывающего напряжения U_X, U_Y , амплитуды которых пропорциональны входным напряжениям $U_{P.cos}, U_{P.sin}$ или $U_{\Pi.cos}, U_{\Pi.sin}$ во время формирования линии пеленга.

Вне рабочего интервала t_P развертки синхронизатор вырабатывает набор тактовых сигналов (ТС) для устройства управления росписью формуляров, необходимых для формирования кода опроса соответствующих каналов и декад блока БОИ-М. УУРФ вырабатывает опросные кодовые сигналы блока БОИ-М и управляет работой знакогенератора. Знакогенератор на основе преобразованной УУРФ информации БОИ-М вырабатывает напряжение росписи знака (напряжение для отклоняющих катушек) и сигналы подсвета индикатора БИ-45. Вид отображаемого формуляра задаётся с ПУФ.

Фиксатор координат формуляров (ФКФ) с приходом единого координатного сигнала (ЕКС) от БОИ-М (в момент декодирования ответных сигналов, соответствующий времени запаздывания) вырабатывает напряжения координат формуляров на основе фиксации амплитуд огибающих U_X, U_Y (их амплитуды несут информацию об азимуте цели). Эти напряжения используются для привязки формуляра к отметке сопровождаемой цели.

Генератор электронной карты (ГЭК), используя тактовые импульсы синхронизатора, вырабатывает развертывающее напряжение луча и импульсы подсвета для росписи векторов электронной карты. ГЭК формирует также линию вектора-измерителя. Код дальности вектора-измерителя поступает на знакогенератор и после окончания росписи вектора электронной карты в знакогенераторе (ЗНГ) формируется цифровое значение (в километрах) дальности, которое отображается на экране индикатора в конце вектора измерителя.

Устройство селекции (УС) формирует стробирующий импульс селекции цели в интересах ее ввода в автосопровождение блоком БОИ-М по заданным шаровым датчиком координатам цели. Такой строб вырабатывается на основе напряжений U_{DX} и U_{DY} шарового датчика координат.

Смеситель видеинформации суммирует видеосигналы целей, метки дальности и азимута, сигналы ГЭК, УС, ЗНГ и импульсы подсвета. Эти суммарные сигналы подаются на ЭЛТ ИКО. Таким образом достигается совмещенное отображение координатной, навигационной и графической информации на экране ЭЛТ.

7.3.2. Функциональная схема БИ-45

Блок индикатора БИ-45 предназначен для преобразования координатной, знаково-цифровой и вспомогательной информации, поступающей на вход индикатора в виде электрических импульсов в визуально наблюдаемую информацию на экране ЭЛТ.

Блок индикатора БИ-45 выполнен на ЭЛТ типа 45ЛМ5В с диаметром рабочей части экрана 400 мм, диаметр пятна 1 мм. Управление лучом комбинированное: фокусировка электростатическая, а отклонение электромагнитное. Время отклонения электрического луча на расстояние 200 мм не превышает 25 мкс. При этом средняя мощность отклонения луча от центра экрана к краю не более 60 Вт. Максимальный ток отклонения луча от центра экрана к краю не более 9 А.

Блок индикатора БИ-45 работоспособен в диапазоне температур от -40°C до $+50^{\circ}\text{C}$. Все электрические схемы индикатора выполнены на интегральных микросхемах и полупроводниковых приборах. Питающее напряжение блока БИ-45 $+27$ В.

В состав блока БИ-45 входят следующие функциональные элементы:

- ЭЛТ 45ЛМ5В с отклоняющей катушкой и элементами управления лучом;
- платы предварительных координатных усилителей (ПКУ);
- мощные выходные каскады координатных усилителей;

- плата видеоусилителя и подсвета (ПВП) с относящимися к ней регулировками;
- схема управления и контроля;
- стабилизаторы напряжения СН-211 (+250 В), СН-208 (+14 кВ), СН-622 (+80 В, -80 В), стабилизатор канала;
- схема защиты индикатора от высоковольтных пробоев ЭЛТ.

Из функциональной схемы БИ-45 (рисунок 7.25) следует, что отклоняющие напряжения по координатам "Х" и "У" ЭЛТ ($U_{P.X}$, $U_{P.Y}$) подаются на входы предварительных координатных усилителей (платы ПКУ), мощные каскады которых работают на отклоняющие катушки горизонтального и вертикального отклонения луча ЭЛТ. Входные цепи РАЗМЕР Х, РАЗМЕР У обеспечивают регулировку размера изображения на ИКО по координатам "Х" и "У".

На выходы усилителей ПКУ подаются также напряжения перемещения пятна по вертикали и горизонтали ЦЕНТР Х, ЦЕНТР У с целью установки его в центр экрана при первоначальной настройке блока индикатора.

Видеосигналы целей и меток подаются на вход видеоусилителя платы ПВП. Видеоусилитель суммирует видеосигналы трех входов ВИДЕО 1 (потенциометр на лицевой панели БИ-45), ВИДЕО 2, ВИДЕО 3 (потенциометры на верхней панели БИ-45) от цепи регулировки амплитуд видеосигналов и усиливает их до величины, обеспечивающей нормальную модуляцию луча ЭЛТ при подаче их на катод.

Канал подсвета ПВП формирует импульсы подсвета аналоговой, графической, цифровой информации. Для управления яркостью луча используется регулировка ЯРКОСТЬ на лицевой панели БИ-45.

Для питания цепи электрической фокусировки и первого анода ЭЛТ используется напряжение +450 В, а высоковольтный выпрямитель питает второй анод трубы напряжением +14 кВ.

Питание канала трубы осуществляется стабилизированным напряжением +6,3 В. Для предотвращения прогорания экрана используется схема управления и контроля.

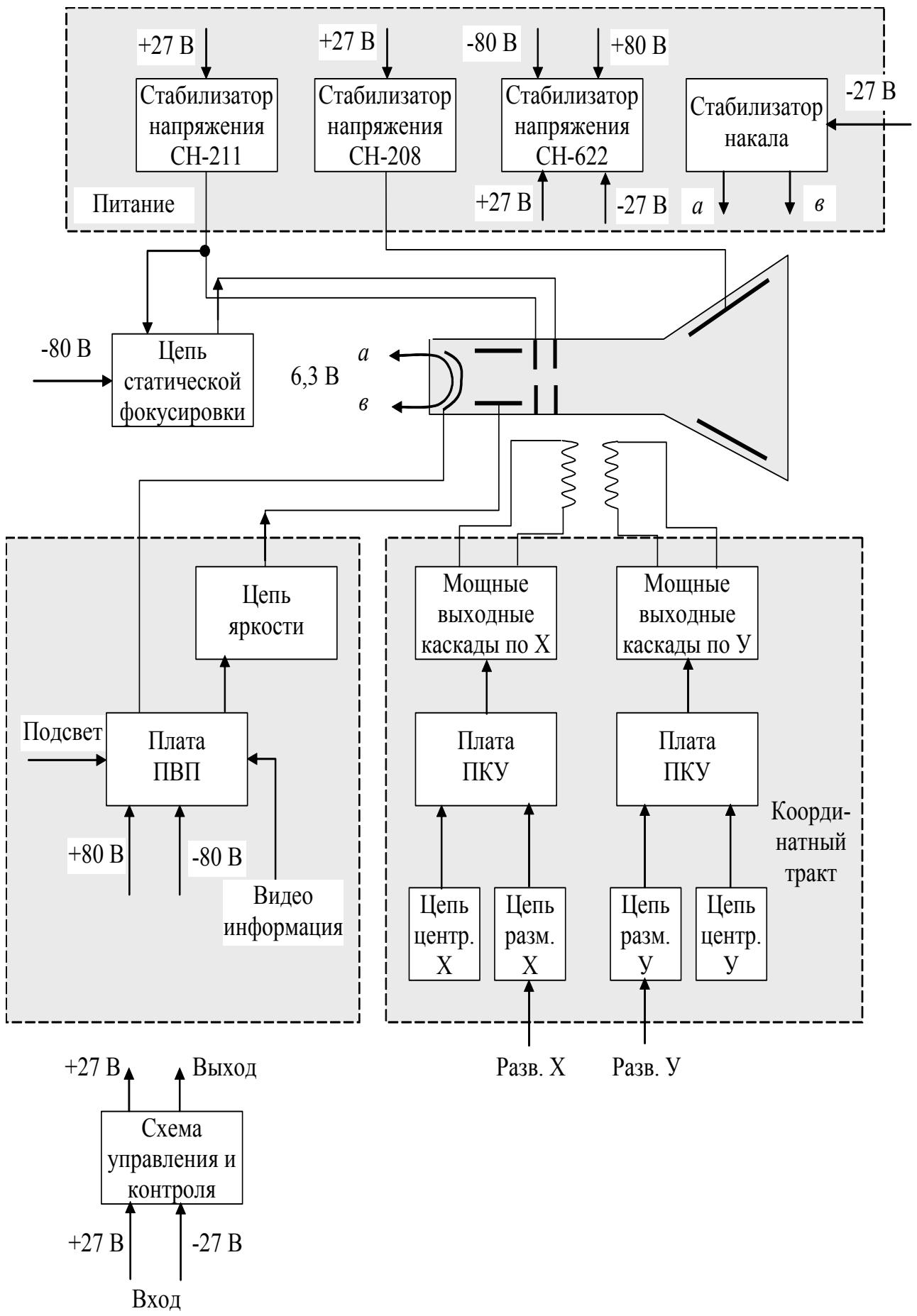


Рисунок 7.25. Функциональная схема блока БИ-45

Эта схема обеспечивает необходимую очередь включения напряжения на блоке БИ-45 и, кроме того, отключает высоковольтное напряжение при пропадании накала и напряжения -80 В, которое используется в цепи смещения.

7.3.3. Функциональная схема блока БРН-011

Функциональная схема блока БРН-011 приведена на рисунке 7.26.

Из функциональной схемы видно, что блок БРН-011 состоит из двух идентичных каналов развертывающих напряжений. Рассмотрим работу одного из них.

Канал включает в себя генератор синусоидальных колебаний, катодный повторитель, трансформатор несущей частоты, вращающийся трансформатор, фазовые детекторы, а также выходные катодные повторители напряжений развертывания по вертикали и горизонтали.

Напряжение несущей частоты $U_{ВОЗБ}$ (3500 Гц) (рисунок 7.4 *a*) с генератора синусоидальных колебаний поступает через катодный повторитель на обмотку ротора вращающегося трансформатора, а также на трансформатор, а с его выходных обмоток на ФД в качестве коммутаторного (опорного) напряжения.

Так как ротор ВТМ-6М жестко связан с валом привода антенны ДРЛ, то вращающийся трансформатор ВТМ-6М обеспечивает амплитудную модуляцию гармонических колебаний. Амплитуда напряжения изменяется пропорционально синусу $U_{P.sin}$ и косинусу $U_{P.cos}$ угла поворота антенны α по координате азимута.

Со статорных обмоток ВТМ-6М квадратурные напряжения, пропорциональные по амплитуде синусу и косинусу угла поворота антенны ДРЛ, подаются через катодные повторители на входы фазовых детекторов, на вторые входы которых поступают опорные немодулированные синусоидальные колебания с трансформатора.

Образующиеся на выходе ФД напряжения, изменяющиеся по законам синуса $U_{P.sin}$ (рисунок 7.4 *a*) и косинуса $U_{P.cos}$ угла поворота антенны, через выходные катодные повторители и контакты реле включения резерва поступают на

блок БУО-Д ИКО, а также через кабельный ввод КВП-З транслируются на аппаратуру КДП ВИСП-75. Второй канал построен по аналогичной схеме.

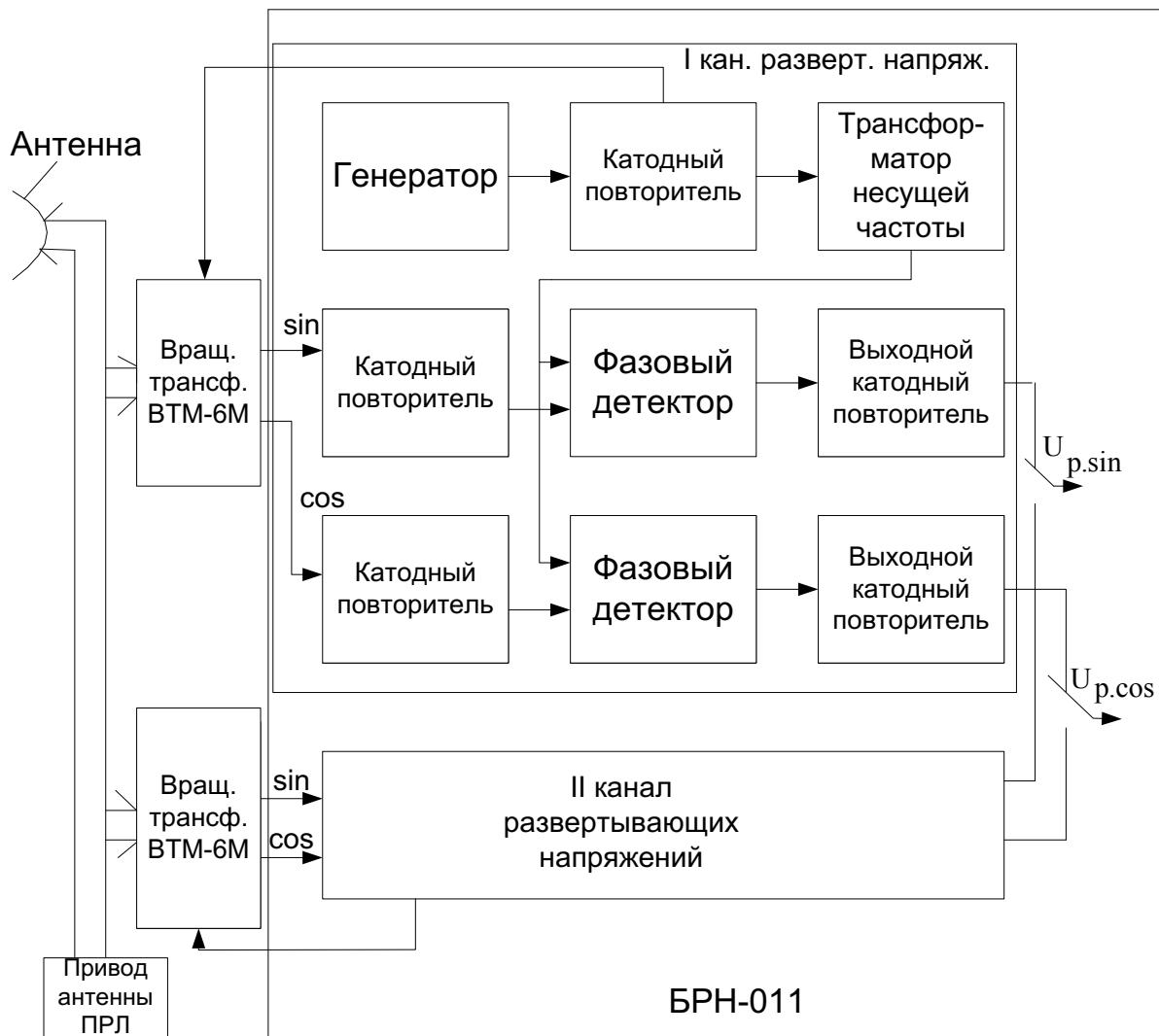


Рисунок 7.26. Функциональная схема блока БРН-011

7.4. Блок технического управления

Блок технического управления (БТУ) РСП-6М2 обеспечивает управление посадочным и диспетчерским радиолокаторами. Управление выполняется с помощью 3-х клавишного устройства переключения и нескольких тумблеров (рисунок 7.35). Включение того или иного тумблера индицируется сигнальной лампой. Включение необходимого режима РЛС выполняется подачей напряжений +27 В постоянного тока или 220 В 400 Гц.

Так как ПРЛ и ДРЛ являются независимыми РЛС, поэтому рассмотрим управление ими раздельно.

Управление ДРЛ

Выбор варианта включения основного (двухканального) или аварийного (одноканального) выполняется установкой тумблера ППД-I+ППД-II в одно из трех положений: ППД-I + ППД-II (основной режим), левое – ППД-I (аварийный), правое – ППД-II (аварийный). При этом схема управления разрешает в двухканальном варианте выбор парного режима работы ППД-I, пассивного или СДЦ режима работы ППД-II, и в каждом одноканальном варианте включения выбор одного из режимов: АКТ, ПАСС, СДЦ.

Выбор режимов работы ДРЛ осуществляется нажатием одной из клавиш: АКТ, ПАСС, СДЦ. При этом схема управления в двухканальном варианте включения обеспечивает запреты на пассивный режим и СДЦ режимы ППД-I и активный ППД-II. Выбор в работу комплекта резервируемой аппаратуры (БОСТ, БРН) осуществляется установкой соответствующего тумблера в положение 1 или 2.

Включение вращения антенны ИКО выполняется тумблером АНТЕННА.

Выключение фазирования когерентного гетеродина выполняется установкой тумблера ФАЗИР–ВЫКЛ в положение ВЫКЛ.

Управление ПРЛ

Органы управления ПРЛ на БТУ обеспечивают работу РЛС в одном из двух вариантов: основном или аварийном и выбор в любом варианте включения одного из режимов работы – активного (АКТ), пассивного (ПАСС) или СДЦ.

Основной вариант включается установкой тумблера ППП-II в положение ПОДАВЛ. Формируются команды управления на волноводный переключатель передатчиков для установки его в соответствующее положение.

Аварийный вариант включения приемопередающей аппаратуры ПРЛ осуществляется установкой тумблера ППП-II в положение СЕКТ ОБЗОР.

При наличии сигнала включения вентиляции в работу включается ПРД и приемник канала подавления с установкой волноводных переключателей в соответствующие положения.

Выбор режима работы ПРЛ в любом варианте включения осуществляется нажатием одной из кнопок: АКТ, ПАСС, СДЦ.

Как и в ДРЛ, выбор в работу комплекта резервируемой аппаратуры (БСФ, БРН) осуществляется установкой соответствующего тумблера БТУ в положение 1 или 2.

Выбор варианта включения, режима работы, комплекта аппаратуры сопровождается световой индикацией на БТУ.

Включение сканирования антенн выполняется тумблером АНТЕННА ВЫКЛ. При этом из БТУ в течение 20 секунд подается питание на сирену, а затем формируется команда на включение привода антенных систем.

Выключение фазирования когерентного гетеродина выполняется тумблером ФАЗИР–ВЫКЛ.

При работе оператора посадки с КДП тумблер ОПЕР УПР устанавливается в положение ДИСТ.

7.5. Панель управления формуллярами

Панель управления формуллярами (ПУФ) предназначена для выбора вида формулляров, отображаемых на экране индикатора, а также для отбrosa любого из шести формулляров вверх или вниз на 5-7 мм (рисунок 7.27). ПУФ включает в себя 14 делителей напряжения и 7 тумблеров. Выходные сигналы с ПУФнимаются в виде потенциалов, соответствующих выходным уровням напряжений микросхем серии 133.

Вид отображаемых формулляров определяется положением тумблера В1. В верхнем положении В1 в состав формулляра входят номер канала, номер борта и высота с точностью до десятков метров.

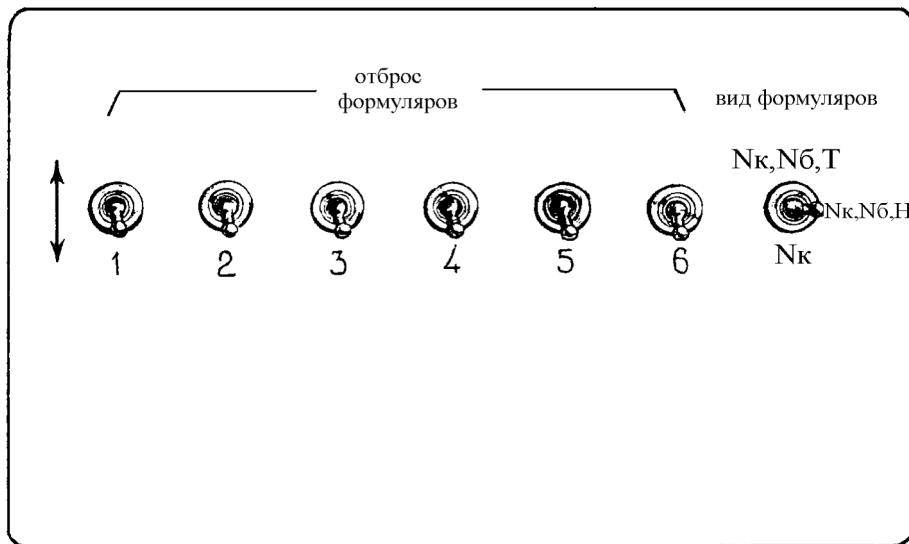


Рисунок 7.27. Панель управления формуллярами

В верхнем положении тумблера В1 формуляр состоит из номера канала, номера борта и числа, показывающего запас топлива в процентах. В нижнем положении тумблера В1 формуляр состоит только из номера канала. Отброс любого из шести формуляров верх или вниз осуществляется переводом тумблеров В2-В7 ($\uparrow\downarrow$) в соответствующее положение.

7.6. Датчик координат

Датчик координат (ДК) совместно с платой анализа знака обеспечивает преобразование углового перемещения шаровой ручки управления (рисунок 7.28) по составляющим прямоугольных координат (X,Y) в последовательность импульсов, несущих информацию о величине угла поворота и направлении вращения шара.

При вращении шара с ДК выдаются: импульсы правого и левого вращения по координатам "Х" и "У" положительной полярности амплитудой не менее 2,4 В и длительностью 50-30 мкс; импульсы счета по координатам "Х" и "У" положительной полярности амплитудой не менее 2,4 В и длительностью не менее 10 мкс. Функциональная схема ДК представлена на рисунке 7.29.

Ручка управления в виде шара связана с двумя взаимно перпендикулярными валиками, на которых укреплены кодовые диски, имеющие зубцы и прорези (рисунок 7.30).

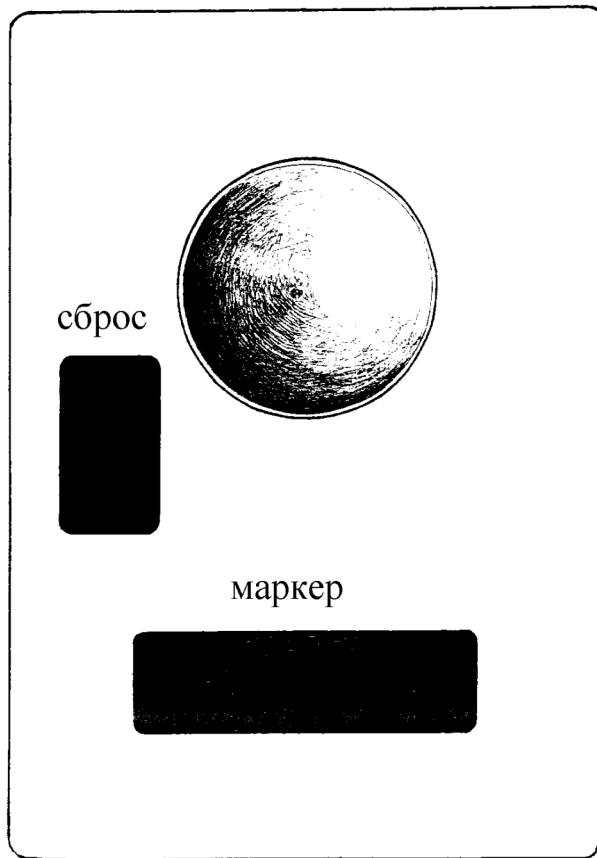


Рисунок 7.28. Датчик координат

В корпусе ДК размещены также два блока магнитных головок (МГ) с трансформаторным съемом сигнала. В каждом блоке имеются три магнитные головки. Каждая МГ представляет собой кольцевой феррит с зазором 0,5 мм, на котором размещены три обмотки: опорная, выходная и компенсационная. Выходная обмотка расположена по обе стороны зазора ферритового кольца. Каждый диск помещен в зазор кольца. При вращении диска в момент прохождения прорези при подаче импульса тока в опросную обмотку с выходной обмотки снимается импульс. Если же в зазоре ферритового кольца находится зубец диска, то магнитное поле, пересекающее витки выходной обмотки, компенсируется токами Фуко, наводимыми в диске, и сигнал на выходе МГ отсутствует. Паразитный импульс помехи, возникающий при этом из-за неполной

компенсации магнитного поля, ослабляется компенсационной обмоткой, включенной встречно выходной обмотке.

Магнитные головки располагаются относительно диска таким образом, что в то время как прорезь диска входит в зазор одной головки, зазоры двух других МГ перекрываются зубцами.

Рассмотрим принцип работы ДК совместно с платой анализа знака по функциональной схеме канала "X" (рисунок 7.31) и временным диаграммам на рисунке 7.32 .

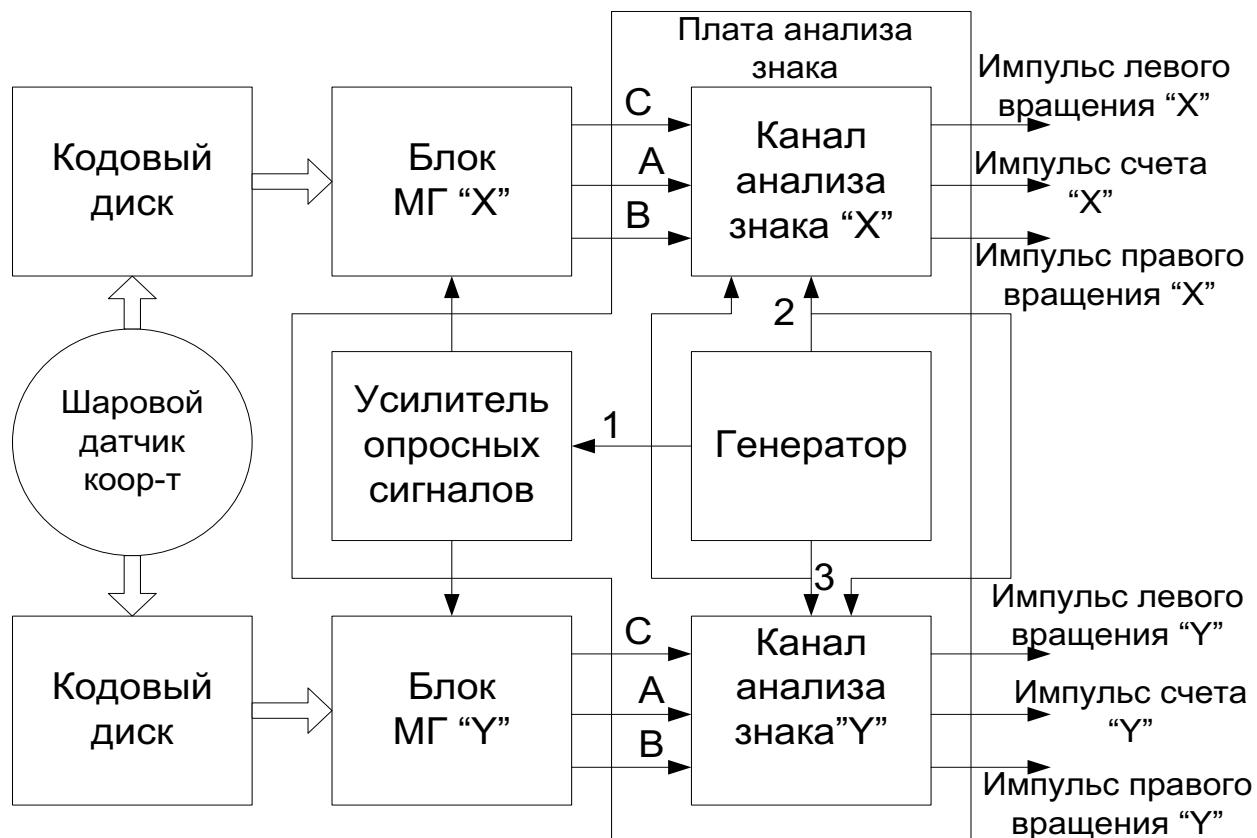


Рисунок 7.29. Функциональная схема ДК

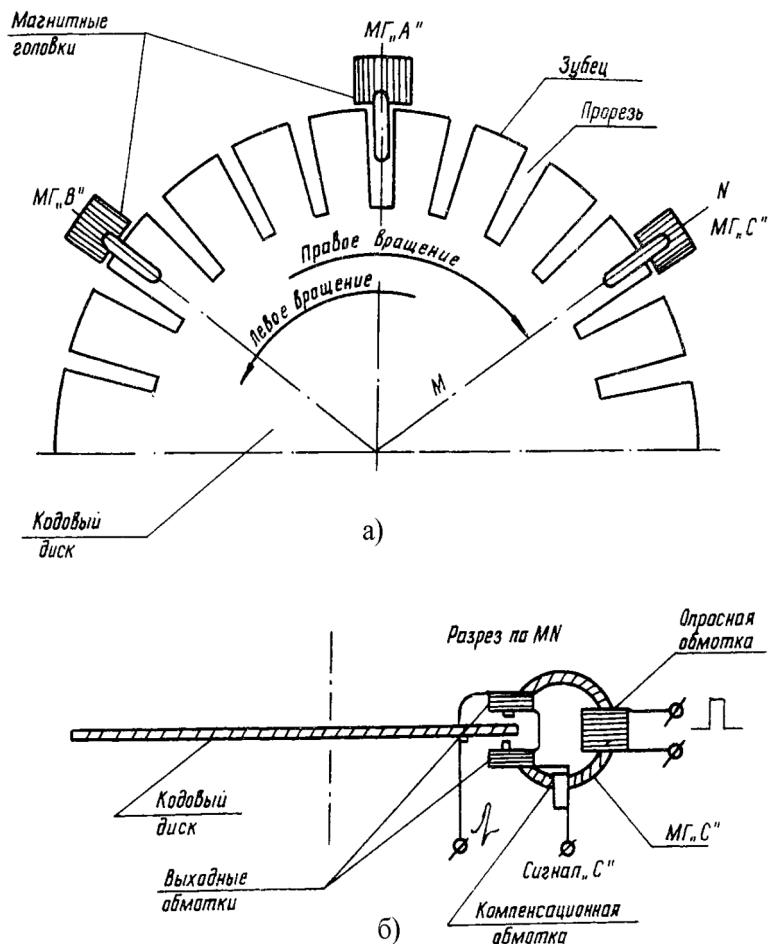


Рисунок 7.30. Конструкция кодовых дисков ДК

С выхода 1 генератора на опорные обмотки МГ через усилитель опросных сигналов поступают импульсы с частотой повторения 4 МГц. При вращении шара прорезь кодового диска входит в зазор МГ "А", с выходной обмотки которой снимается сигнал "А" (рисунок 7.30). Этот сигнал записывает единицу на триггере Тг2 (рисунок 7.31), с инверсного выхода которого подается потенциал запрета на схемы И1 и И2. На триггере Тг4 записывается единица, которая поступает на эти же схемы как сигнал разрешения.

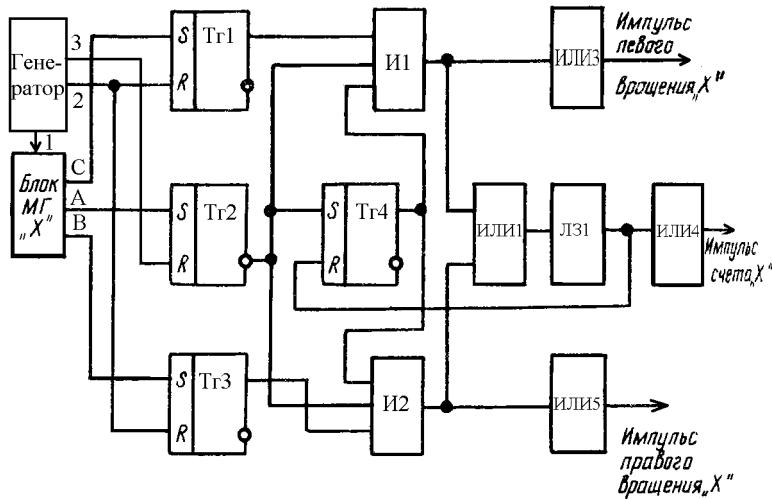


Рисунок 7.31. Канал анализа знака по "Х"

Следующий за сигналом "А" импульс с 3 выхода генератора перебрасывает триггер Тг2 в состояние "0", при этом на схемы "И1" и "И2" подается сигнал разрешения, который переводит их в режим ожидания.

При вращении шара вправо после МГ "А" первая прорезь попадает в зазор МГ "В" (рис.7.30 а), с выходной обмотки которой снимается сигнал "В" (рисунок 7.32 д). Этот сигнал записывает единицу на триггере Тг3, которая поступает на схему "И2" как сигнал разрешения. Сброс этого триггера производится с выхода 2 генератора (рисунке 7.32 б). В случае совпадения сигналов "В", сигналов разрешения с триггеров Тг4, Тг2 со схемы "И2" в магистральный усилитель "ИЛИ5" выдается импульс правого вращения "Х" (рисунок .7.32 и).

При вращении шара влево после МГ "А" первая прорезь попадает в зазор МГ "С", с выходной обмотки которой снимается сигнал "С". Этот сигнал записывает единицу в триггере Тг1, которая поступает на схему "И1" как сигнал разрешения.

В случае совпадения сигналов разрешения с триггеров Тг2 и Тг4 со схемы "И1" через усилитель "ИЛИ3" выдается сигнал левого вращения "Х".

Импульсы правого или левого вращения подаются на схему ИЛИ1 и схему задержки Лз1, с выхода которой через усилитель ИЛИ4 задержанный импульс счета подается на выход. При этом задним фронтом импульса счета триггер Тг4 устанавливается в исходное состояние.

При вращении шара вверх или вниз аналогичным образом вырабатываются импульсы счета правого или левого вращения канала "У".

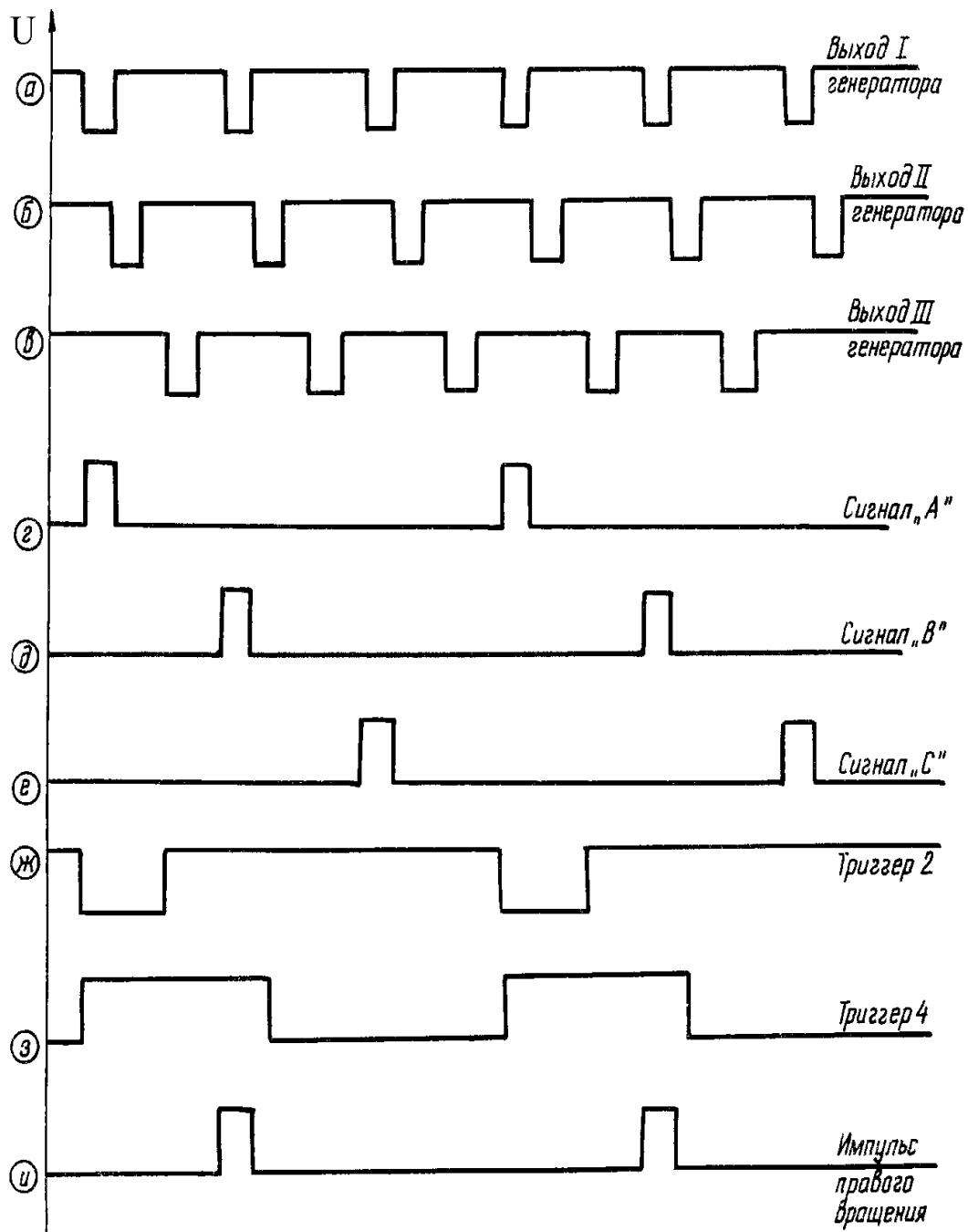


Рисунок 7.32. Временные диаграммы сигналов ДК

7.7. Панель измерителя

Панель измерителя (ПИ) предназначена для выдачи напряжений, характеризующих дальность и направление вектора-измерителя. На панели измерителя установлены (рисунок 7.33):

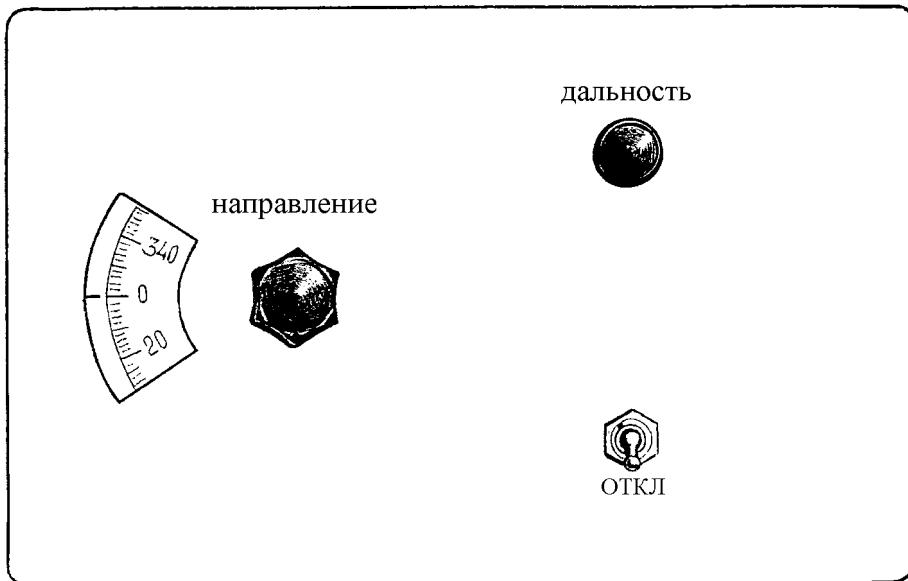


Рисунок 7.33. Панель измерителя

- ручка переменного синусно-косинусного резистора НАПРАВЛЕНИЕ с градуированной шкалой от 0 до 360^0 , предназначенного для изменения постоянных напряжений от +6.3 В до -6.3 В, пропорциональных угловому положению (по азимуту) вектора-измерителя;
- ручка переменного резистора ДАЛЬНОСТЬ, предназначенного для плавного изменения постоянного напряжения от 0 до -6.3 В, пропорционального дальности вектора-измерителя;
- тумблер ОТКЛ измерений.

Для определения направления между двумя любыми точками на экране индикатора оператор вручную перемещает движок потенциометра НАПРАВЛЕНИЕ. Отсчет градусов производится по шкале.

При включении тумблера В1 на ПИ (ОТКЛ) в верхнее положение загораются лампочки подсвета шкалы НАПРАВЛЕНИЕ, при этом на экране индикатора отображается вектор-измеритель.

Для измерения дальности между двумя любыми точками на экране индикатора оператор вручную перемещает движок потенциометра ДАЛЬНОСТЬ. Дальность отображается на экране индикатора в конце вектора-измерителя в километрах трехзначным числом.

7.8. Конструкция блоков АО ДРЛ-6М2

Блок развертывающих напряжений (БРН-011) (рисунок 7.34) построен по схеме каркасной конструкции. Структурно БРН-011 включает 2 канала формирования развертывающих напряжений. На лицевой части блока расположены электроизмерительный прибор для контроля амплитуд развертывающих напряжений горизонтального и вертикального каналов, индикаторные лампы выбранных в работу каналов (I канал, II канал), предохранители блоков питания.

С помощью тумблера выбираются контролируемые напряжения (горизонтального или вертикального канала). Контроль этих напряжений выполняется стрелочным прибором.

Блок БУО-Д конструктивно состоит из двух секций, расположенных одна под другой.

На лицевой панели блока (рисунок 7.35) расположены:

- электроизмерительный прибор для контроля питающих напряжений;
- галетные переключатели выбора масштабов и размера знаков на экране;
- тумблер включения развертки со смещенным центром;
- ручки потенциометров выбора начала развертки в секторном режиме, смещения микроблока по экрану, регулировки амплитуд видеосигналов, методов и специальных символов в различных режимах работы ДРЛ.

Для доступа к платам верхняя секция блока может быть откинута на 90^0 . Для этого необходимо отвернуть по два винта в верхней части лицевой и задней стенок блока. Платы расположены в секциях блока вертикально и с помощью ключа каждая может быть вынута из секции.

Блок БИ-45 (индикатор кругового обзора) размещён в средней части пульта контроля и управления (рисунок 7.36). На переднюю панель индикатора вынесены три потенциометра оперативной регулировки: ЯРКОСТЬ, ФОКУС, ВИДЕО-1. Регулировки полуоперативного управления: ЦЕНТР X, ЦЕНТР Y, РАЗМЕР X1, РАЗМЕР X2, РАЗМЕР X3, РАЗМЕР Y1, РАЗМЕР Y2, РАЗМЕР Y3, ВИДЕО-2, ВИДЕО-3, КОР ЯРКОСТИ, установлены в верхней части БИ-45.

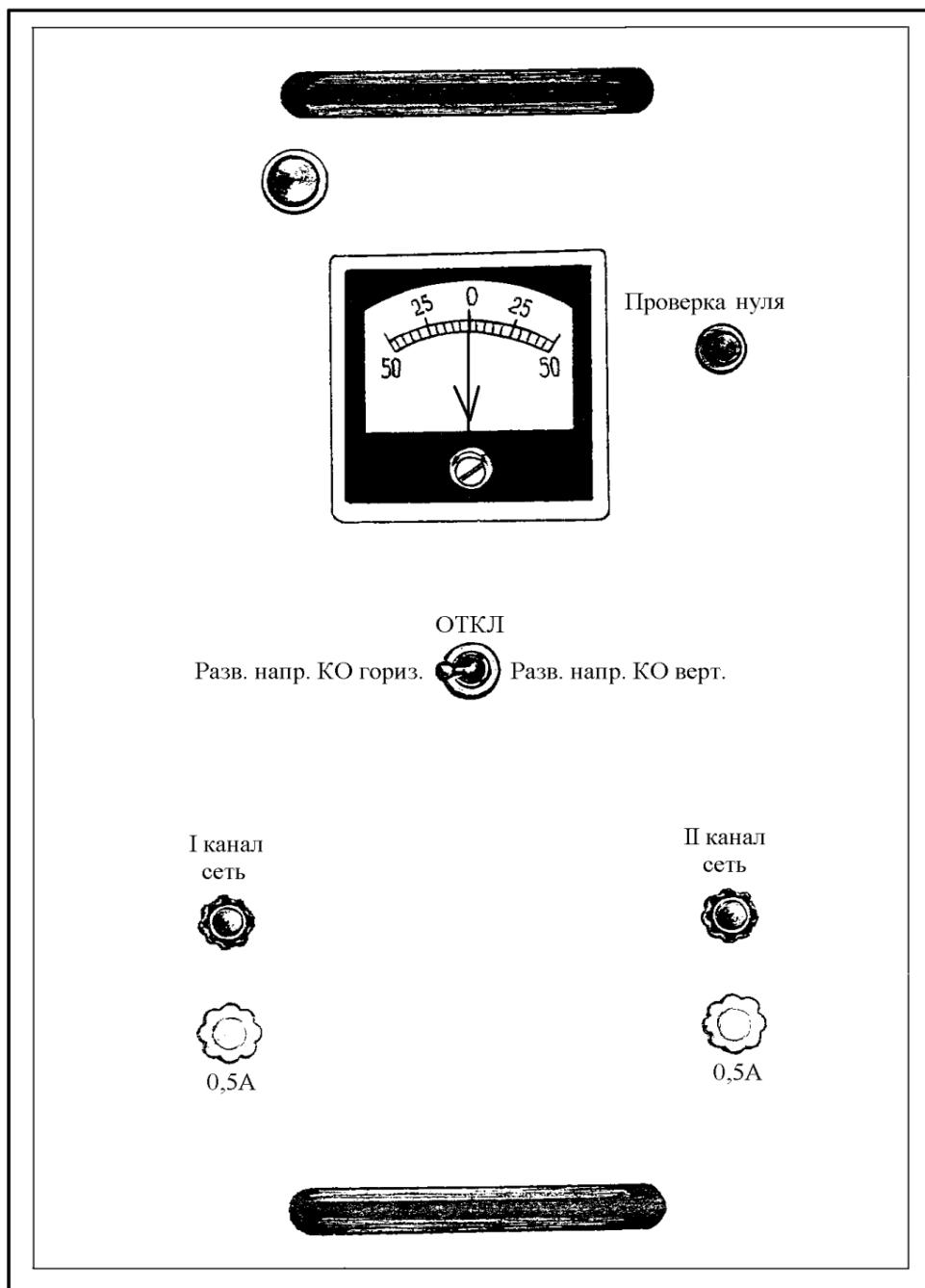


Рисунок 7.34. Блок развертывающих напряжений БРН-011

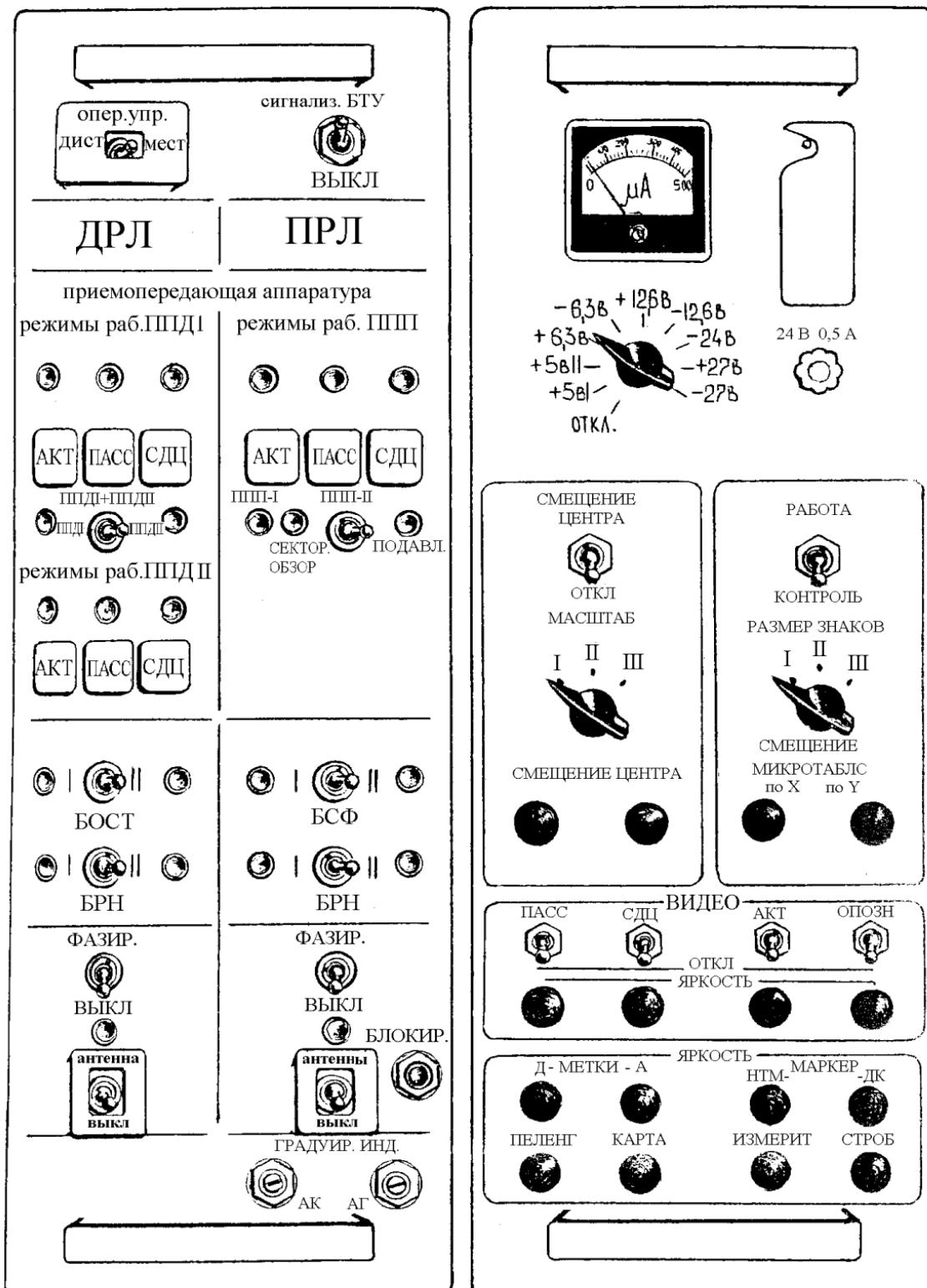


Рисунок 7.35. Лицевые панели БТУ и БУО-Д



Рисунок 7.36. Индикатор кругового обзора

Контрольные вопросы по главе 7

1. Влияют ли технические характеристики АО на тактические характеристики ДРЛ?
2. Как выбирается период запуска развертки в РЛС с импульсным методом измерения дальности?
3. Какие периоды вывода имеют радиолокационная, навигационная, графическая информация?
4. Как влияют на точность определения координат интервалы между метками дальности и азимута?
5. Как обеспечивается синхронизация в положении антенн и разверток по азимуту в ДРЛ-6М2?
6. Каков принцип автоматического сопровождения в БОИ-М?
7. Как выполняется ввод БОИ-М в режим автосопровождения?
8. Как измерить с помощью ПИ расстояние между двумя целями?
9. Каков принцип работы фиксатора координат формуляров?
10. На что повлияет изменение фазы сигналов с выхода ВТ-6М?
11. Введите ДРЛ-6М2 в режим двухканальной работы, одноканальной работы.
12. Какова методика контроля работоспособности БОИ-М?