

1. АППАРАТУРА ЗАЩИТЫ ПРЛ-6М2 ОТ ПАССИВНЫХ ПОМЕХ

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

Методы и средства защиты от пассивных помех, реализованные в ПРЛ-6М2

Защита ПРЛ-6М2 от различного рода помех основана на комплексном использовании методов и средств защиты от помех (табл.1.1). В основу всех способов защиты положено какое-либо различие в параметрах полезного сигнала и помехи. Основу методов защиты ПРЛ-6М2 от пассивных помех составляют различные методы селекции, в частности, поляризационная селекция, пространственная селекция, частотная селекция, амплитудная селекция, селекция по периоду повторения импульсов Ти, селекция по длительности импульсов τ_i и селекция по доплеровской частоте. Часть методов защиты от помех в посадочном радиолокаторе реализована в блоке очистки от помех (БОП), часть – в компенсирующем устройстве КУ-02.

Таблица 1.1

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

Для защиты любой РЛС от пассивных помех в настоящее время применяются способы, основанные на доплеровской селекции полезных сигналов. К техническим средствам, которые реализуют такие способы, можно отнести системы селекции движущихся целей (СДЦ). Системы СДЦ различных РЛС могут отличаться по принципу построения друг от друга и в соответствии с этим делятся на две группы. К первой группе относятся системы СДЦ, построенные по принципу выделения и накопления сигналов от движущихся целей – фильтровые СДЦ. Ко второй можно отнести системы СДЦ, построенные по принципу режекции и подавления сигналов от неподвижных целей – системы череспериодной компенсации сигналов (ЧПК) [1-3]. Эффективным средством защиты ПРЛ от пассивных помех являются поляризационные решетки. В основу их работы положены различия в поляризационных свойствах полезных сигналов и помех.

Назначение, состав и технические данные КУ-02

Компенсирующее устройство КУ-02 служит для подавления сигналов, отраженных от неподвижных и малоподвижных целей (холмы, здания, гидрометеоры, облака дипольных отражателей и т.п.), и дает возможность наблюдать на экране индикатора только движущиеся цели. Кроме того, устройство формирует запускающие импульсы для синхронизации всего радиолокатора [4,5].

Основные технические характеристики КУ-02:

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

Компенсирующее устройство состоит из следующих блоков:

- БЧВ-021 – блок череспериодной компенсации по видеотракту (БЧВ);
- БЧК-021 – блок череспериодной компенсации (БЧК);
- БУ-021 – блок усреднения (БУ);
- БКИ-021 – блок компенсатора импульсный (БКИ);
- БАК – блок автоматического контроля (БКС – блок контрольного сигнала в РСП новых разработок [3,6]);
- БП-127 – блок питания (БП).

Первые четыре блока размещены в стойке компенсирующего устройства СКУ-02, остальные – в стойке синхронизации и формирования (ССФ).

Характеристики видеосигналов (ВС):

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

амплитуда сигналов на выходе – 8 В;

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

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

Компенсирующее устройство формирует запускающие импульсы ЗИ КОММ. и ЗИ 2180 ($F_i=2180$ Гц). Амплитуда ЗИ должна быть не менее 40 В, длительность – 1 мкс.

Питание аппаратуры КУ-02 осуществляется от стабилизованных источников питания +250 В, +150 В, -100 В, +10 В, +6,3 В.

Принцип СДЦ в ПРЛ-6М2

ПРЛ-6М2 в режиме СДЦ функционирует как квазикогерентная РЛС с внутренней когерентностью с системой СДЦ, построенной по принципу однократной ЧПК (двухкратной при использовании универсального блока компенсирующих устройств). В системе СДЦ ПРЛ-6М2 реализованы аналогичные технические решения, характерные для системы СДЦ диспетчерского радиолокатора ДРЛ-6М2 [7]. Вместе с тем к системе СДЦ посадочного радиолокатора ПРЛ-6М2 предъявляются ряд дополнительных, более жестких, требований, обеспечивающих:

- надежную проводку летательных аппаратов (ЛА), заходящих на посадку;
- обнаружение ЛА на фоне метеообразований с вероятностью правильного обнаружения $P_{no} > 0,9$;
- надежное обнаружение ЛА, находящихся в зоне четвертого разворота при выполнении захода на посадку по «коробочке».

Упрощенная структура системы СДЦ с однократной ЧПК представлена на рис.1.1.

Структурная схема системы ЧПК с девобуляцией периода повторения импульсов приведена на рис.1.2.

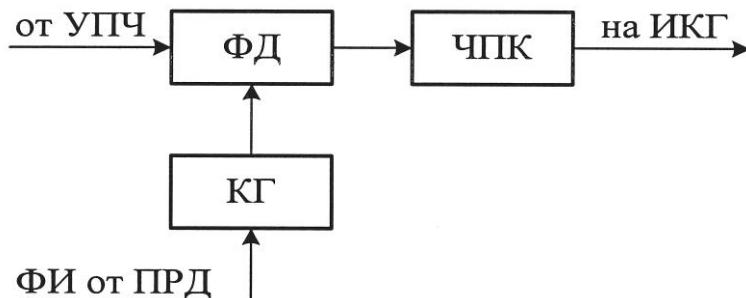


Рис. 1.1. Система СДЦ с однократной ЧПК

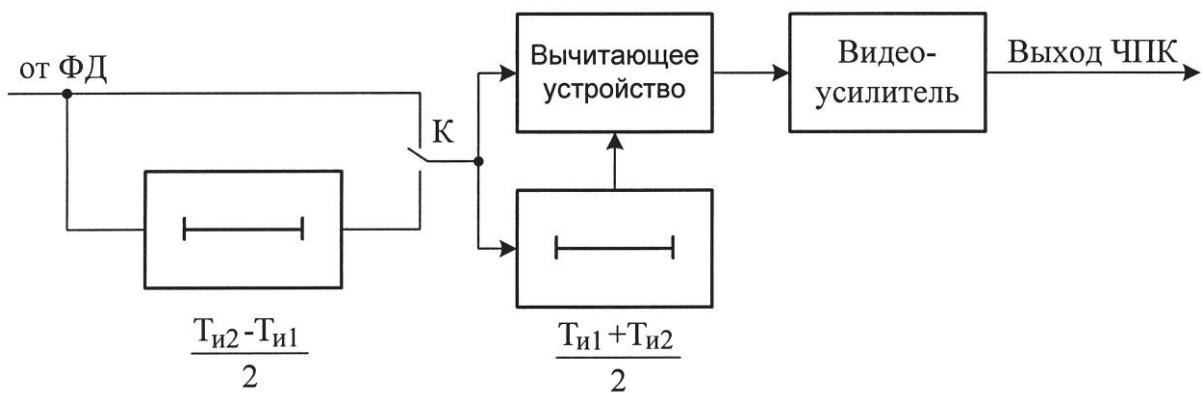


Рис. 1.2. Схема однократной ЧПК с девобуляцией T_i

За счет применения двух линий задержек на время $(T_{и2}-T_{и1})/2$ и $(T_{и2}+T_{и1})/2$ (T_i – период повторения зондирующих импульсов) и коммутатора К, поочередно подключающего к входу вычитающего устройства выход линии задержки, решается задача ЧПК при девобуляции периода повторения. Достоинством такой схемы является ее функциональная простота построения.

Принцип усреднения периода повторения поясняет рис. 1.3.

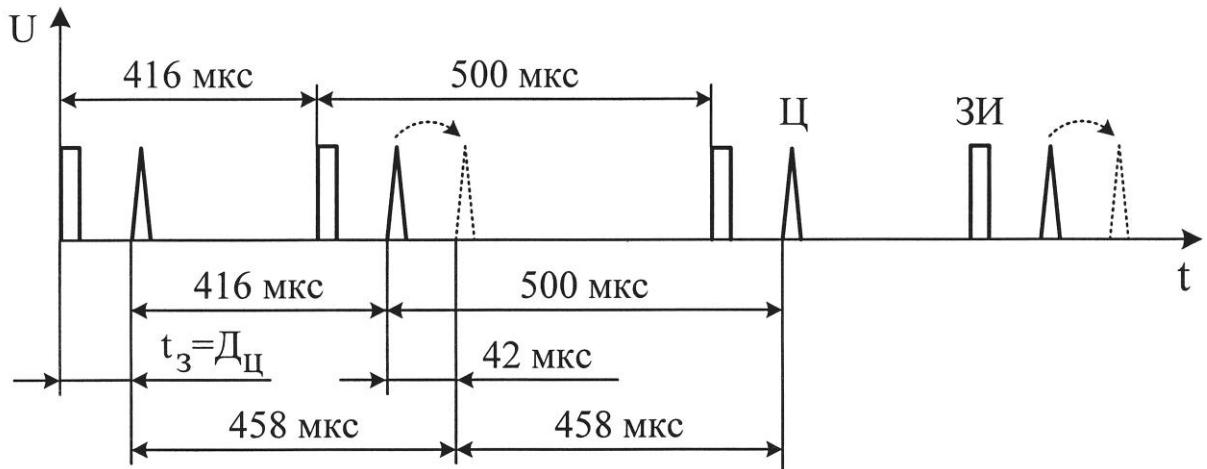


Рис. 1.3. Принцип усреднения периода повторения

1.2. Особенности структурной схемы КУ-02

Каналы СДЦ посадочного и диспетчерского радиолокаторов РСП-6М2 построены по аналогичным схемам [2,7], поэтому ограничимся уточнением некоторых особенностей и основных отличий компенсирующих устройств КУ-01 и КУ-02, а также самих каналов СДЦ.

На рис.1.4 приведена структурная схема КУ-02.

Основная задача КУ состоит в череспериодном вычитании всех импульсов входного сигнала с учетом вобуляции периода следования импульсов: $T_{и1} = 416$ мкс, $T_{и2} = 500$ мкс.

В блоке усреднения (БУ-021) входной видеосигнал в длинном периоде ($T_{и2} = 500$ мкс) задерживается на 42 мкс в ультразвуковой линии задержки (УЛЗ), а в коротком ($T_{и1} = 416$ мкс) сигнал проходит без задержки по прямому каналу. Блок стробируемых каскадов (БСК) осуществляет поочередное подключение сигналов к выходу прямого (ПК) и задержанного каналов (ЗК) блока БУ-021 в соответствии со стробами ПК и ЗК. Таким образом, с выхода первого канала обработки (с выхода БУ-021) отраженные импульсы любой цели следуют со средним периодом повторения $T_i = (T_{и1}+T_{и2})/2 = 458$ мкс, т.е. осуществляется усреднение периода следования импульсов.

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

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

Поскольку УЛЗ не обладает высокой стабильностью задержки (время задержки $t_{зад}$ зависит от изменения давления, температуры, влажности, старения элементов аппаратуры) [1], то конструкторами принято следующее инженерное решение: УЛЗ используется в КУ-02 и для задержки полезного сигнала, и для формирования импульсов запуска со средним периодом повторения $T_i = 458$ мкс.

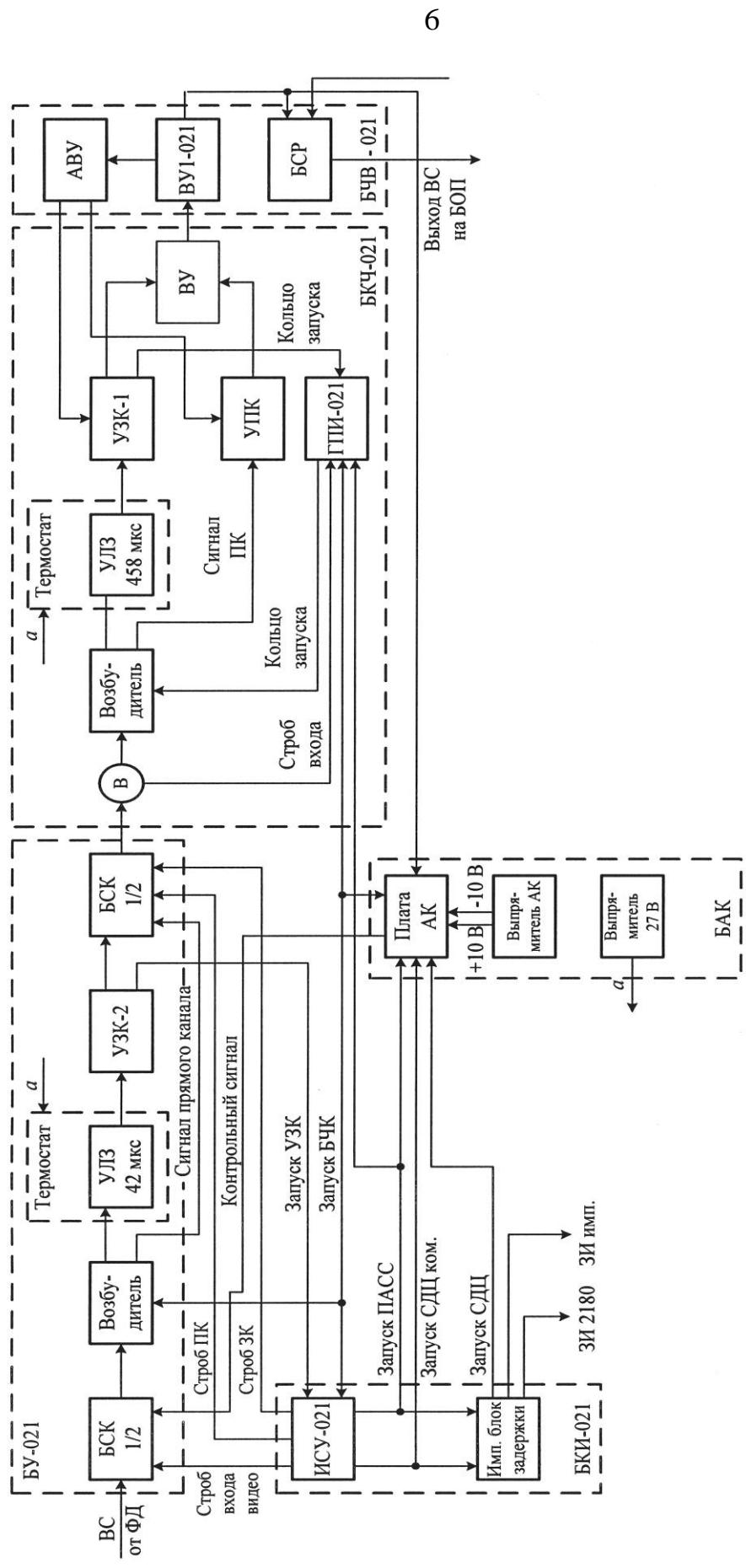


Рис. 1.4. Структурная схема КУ-02

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

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

Генератор пусковых импульсов (ГПИ-021) выполняет первичную задачу по формированию запускающих импульсов для ПРЛ-6М2 в режимах СДЦ и СДЦ+ПАСС. Он работает в режиме автогенератора с внешней самосинхронизацией собственными импульсами, задержанными в УЛЗ. За счет этого достигается равенство периода повторения импульсов запуска Т_и и времени задержки $t_{\text{зад}}$ видеосигналов.

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

Блок компенсатора импульсный решает две задачи: формирует стробирующие сигналы устройства КУ-02 и формирует выходные последовательности запускающих импульсов.

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

1.3. Функциональная схема БСР

Блок совмещения режимов предназначен для реализации совмещенного режима работы ПРЛ-6М2 (СДЦ+ПАСС). Перед выходом на посадочный курс (при подходе к точке четвертого разворота) радиальная составляющая вектора скорости цели становится близкой к нулю. В этом случае система СДЦ не сможет выделить цель, и на экране индикатора информация о цели будет потеряна. Возобновление наблюдения цели произойдет после прохода ею точки четвертого разворота. Следовательно, режим СДЦ в чистом виде для управления заходом на посадку применять нельзя. Участок наблюдения сигналов по дальности в режиме СДЦ выбирается в пределах от 4 до 15 км путем изменения длительности строба входа, формируемого в БКИ-021.

Функциональная схема БСР приведена на рис.1.5. Блок состоит из двух основных частей:

- схемы формирования управляющего импульса;
- схемы объединения видеосигналов.

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

В схему формирования входят:

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

Схема объединения видеосигналов предназначена для совмещения сигналов пассивного канала с сигналами канала СДЦ.

В состав схемы входят:

- ключевая схема (KCx) на VL4;
- смеситель видеосигналов (См);
- инвертор сигналов канала СДЦ (Инв.2) на VL5 (левая половина);
- усилитель (Y2) на VL5 (правая половина);
- выходной каскад (BK) на VL6.

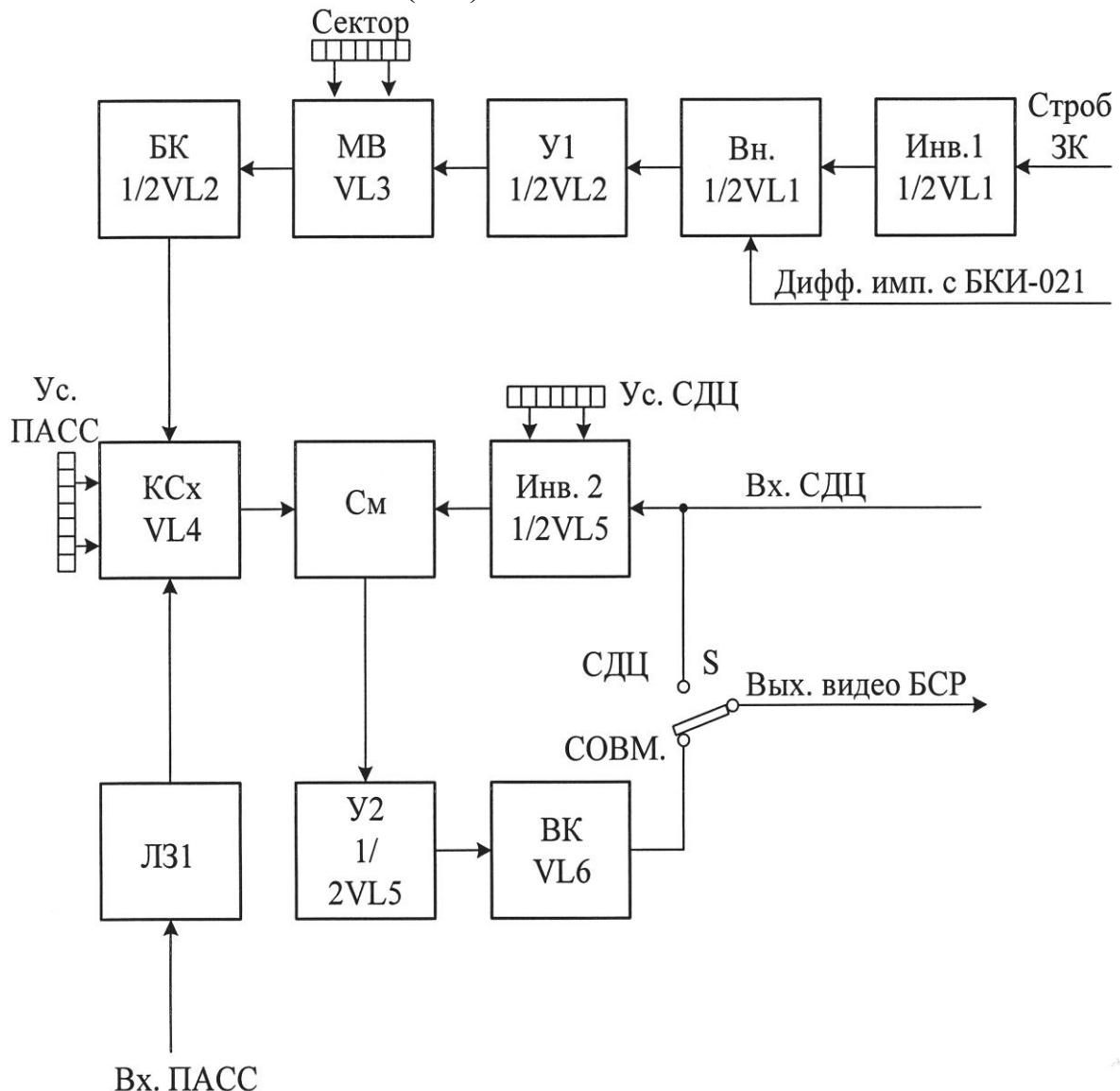


Рис. 1.5 Функциональная схема БСР

С выхода БКИ-021 на вход вентиля схемы формирования БСР поступает дифференцированный импульс. Срез этого импульса определяет начало прохождения сигналов пассивного ка-

нала и конец прохождения видеосигналов СДЦ на смеситель в блоке БСР. Работой вентиля управляет импульсный сигнал «Строб ЗК». При наличии этого сигнала дифференцированный импульс через вентиль и усилитель поступает на запуск мультивибратора. Мультивибратор формирует управляющие сигналы для прохождения видеосигналов пассивного канала только в периодах повторения $T_i = 500$ мкс.

Изменяя потенциометром СЕКТОР длительность выходного сигнала мультивибратора, можно регулировать величину интервала, на котором осуществляется совмещение сигналов режимов СДЦ и ПАСС. Импульсы мультивибратора поступают через буферный каскад на ключевую схему и управляют ее работой. Сигналы пассивного канала подаются на вход ключевой схемы через линию задержки ЛЗ1, осуществляющую времменное согласование сигналов пассивного канала и канала СДЦ. Сигналы пассивного канала с выхода ключевой схемы поступают на смеситель. С выхода смесителя сигналы СДЦ и ПАСС режимов через У2 и ВК подаются на выход блока при установке переключателя S в положение СОВМ. Если установить переключатель S в положение СДЦ, то видеосигналы СДЦ с выхода видеоусилителя ВУ-021 поступают на выход компенсирующего устройства, минуя БСР.

1.4. Унифицированный блок компенсирующих устройств

1.4.1. Общие сведения об аппаратуре УБКУ

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

блок является унифицированным, так как может использоваться для работы в составе как диспетчерского, так и посадочного радиолокаторов;

в блоке реализована схема двухкратной череспериодной компенсации сигналов;

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

для повышения эффективности работы радиолокационной системы посадки в режиме СДЦ в блоке предусмотрена возможность работы с 5-ю частотами повторения импульсов.

Блок УБКУ обеспечивает:

подавление видеосигналов, отраженных от местных предметов;

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

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

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

Основные технические характеристики блока:

амплитуда видеосигнала –

фазового канала (ВС СДЦ) приемного устройства ПРЛ (ДРЛ) на входе блока – 2 В;

амплитудного канала ПРЛ (ВС ПАСС) – 8 В;

амплитуда синхронизирующих импульсов «ЗИ редкий», «ЗИ частый», «Предзапуск» – не менее 40 В, их длительность – 1,6 и 0,8 мкс в режимах ДРЛ и ПРЛ соответственно;

величина нескомпенсированного остатка – не более 10%.

Периоды повторения сигналов, используемых в УБКУ, приведены в табл.1.2.

1.4.2. Структурная схема блока УБКУ

Структурная схема УБКУ приведена на рис.1.6.

В состав блока входят платы: синхронизатора (ПС); че-респериодной компенсации (ЧПК); объединительная печатная плата (ОПП), выходных устройств (ПВУ-1); стабилизаторов (ПСТ-150); выпрямителей (ПВ-37), а также блок трансформаторов питания (TV1 - TV3).

Таблица 1.2

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

Плата синхронизации вырабатывает сигналы для запуска передающих устройств ДРЛ и ПРЛ и аппаратуры сопряжения («ЗИ частый», «ЗИ редкий», «Предзапуск»), а также сигналы для управления работой плат ЧПК и контроля их состояния:

$F_{\text{ДИСКР.1}}$ и $F_{\text{ДИСКР.2}}$ – сигналы, управляющие работой дискретизаторов плат ЧПК;

$F_{\text{ТАКТ}}$ – тактовые импульсы для линеек ПЗС;

«Контр. сигнал ЧПК» – контрольный сигнал для плат ЧПК.

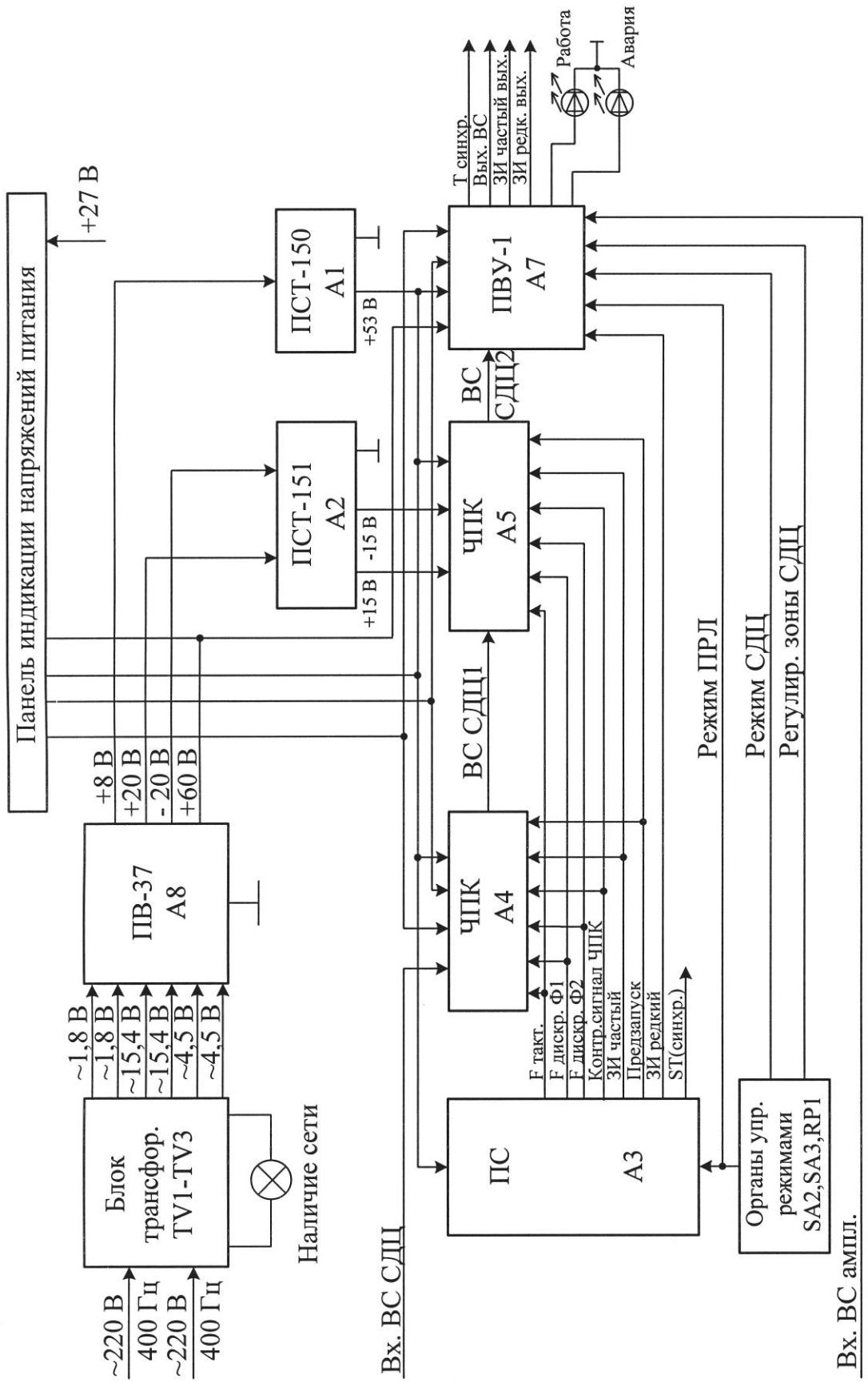


Рис. 1.6. Структурная схема УБКУ

Сигналы дискретизации ($F_{\text{ДИСКР.1}}$, $F_{\text{ДИСКР.2}}$) формируются из управляющих импульсных последовательностей ($F_{\text{ТАКТ}}$) путем деления их частоты на 2 и сдвигом относительно друг друга на $F_{\text{ТАКТ}}/2$. В режиме синхронизации схемой формирования «ЗИ частый» формируются изменяемые по периоду следования импульсы запуска ПРЛ. Из импульсов «ЗИ частый» в схеме формирования «ЗИ редкий» формируются импульсы для запуска ДРЛ.

Платы ЧПК осуществляют компенсацию пассивных помех методом двухкратной череспериодной компенсации.

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

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

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

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

1.4.3. Функциональные схемы плат УБКУ

Функциональная схема платы синхронизации

Плата синхронизации предназначена для формирования: импульсов запуска РЛС с вобуляцией периода повторения и возможностью выбора любого сочетания частот повторения из пяти возможных;

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

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

Плата обеспечивает работу блока УБКУ в режимах ДРЛ и ПРЛ. Функциональная схема платы приведена на рис.1.7. Рассмотрим работу платы синхронизации при формировании следующих сигналов: управляющих сигналов для линий задержки плат ЧПК; импульсов запуска ДРЛ «ЗИ редкий» и ПРЛ «ЗИ частый»; контрольного сигнала.

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

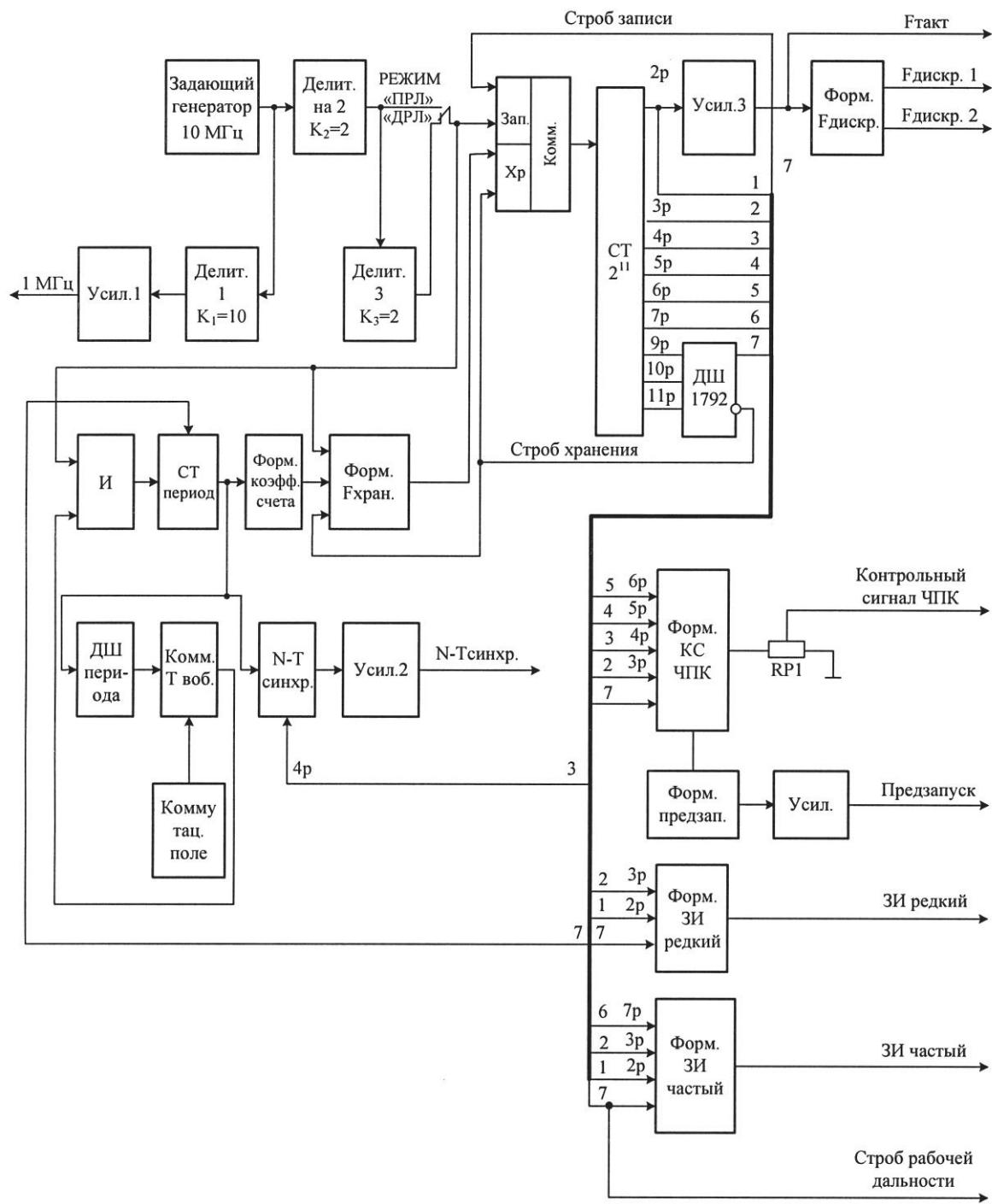


Рис. 1.7. Функциональная схема платы синхронизации УБКУ

Коммутатор управляется сигналами «Строб записи» и «Строб хранения», поступающими с прямого и инверсного выходов дешифратора кода 1792. Длительность сигнала, проходящего через коммутатор в режиме ЗАПИСЬ, определяется длительно-

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

Как видно из схемы ПС, импульсные сигналы «Запись» ($F_{ДИСКР.1}$) и «Хранение» ($F_{ДИСКР.2}$) снимаются со второго разряда счетчика. Поэтому в режиме ЗАПИСЬ со второго разряда счетчика будет сниматься последовательность импульсов записи, состоящая из $1792:4=448$ и импульсов с периодом 1,6 мкс (0,8 мкс для ПРЛ), и общей длительностью 716,8 мкс, а в режиме ХРАНЕНИЕ – 64 импульса. Общая же длительность импульсного сигнала хранения может изменяться от периода к периоду повторения ДРЛ (ПРЛ), при одном и том же количестве импульсов в ней, равном 64. Изменение длительности последовательности импульсов хранения приведет к изменению периода управляющих сигналов $F_{ДИСКР.1}$, $F_{ДИСКР.2}$, а также «ЗИ редкий», «ЗИ частый». Изменение общей длительности последовательности импульсов хранения осуществляется путем изменения периода повторения импульсов в этой последовательности за счет смены коэффициента счета (деления) СПКС, приводящей к изменению частоты следования на выходе СПКС. Структура формируемых управляющих импульсных сигналов представлена на рис.1.8, их характеристики – в табл.1.2. Коэффициент счета СПКС определяется, кодом, формируемым счетчиком периодов. Счетчик перио-

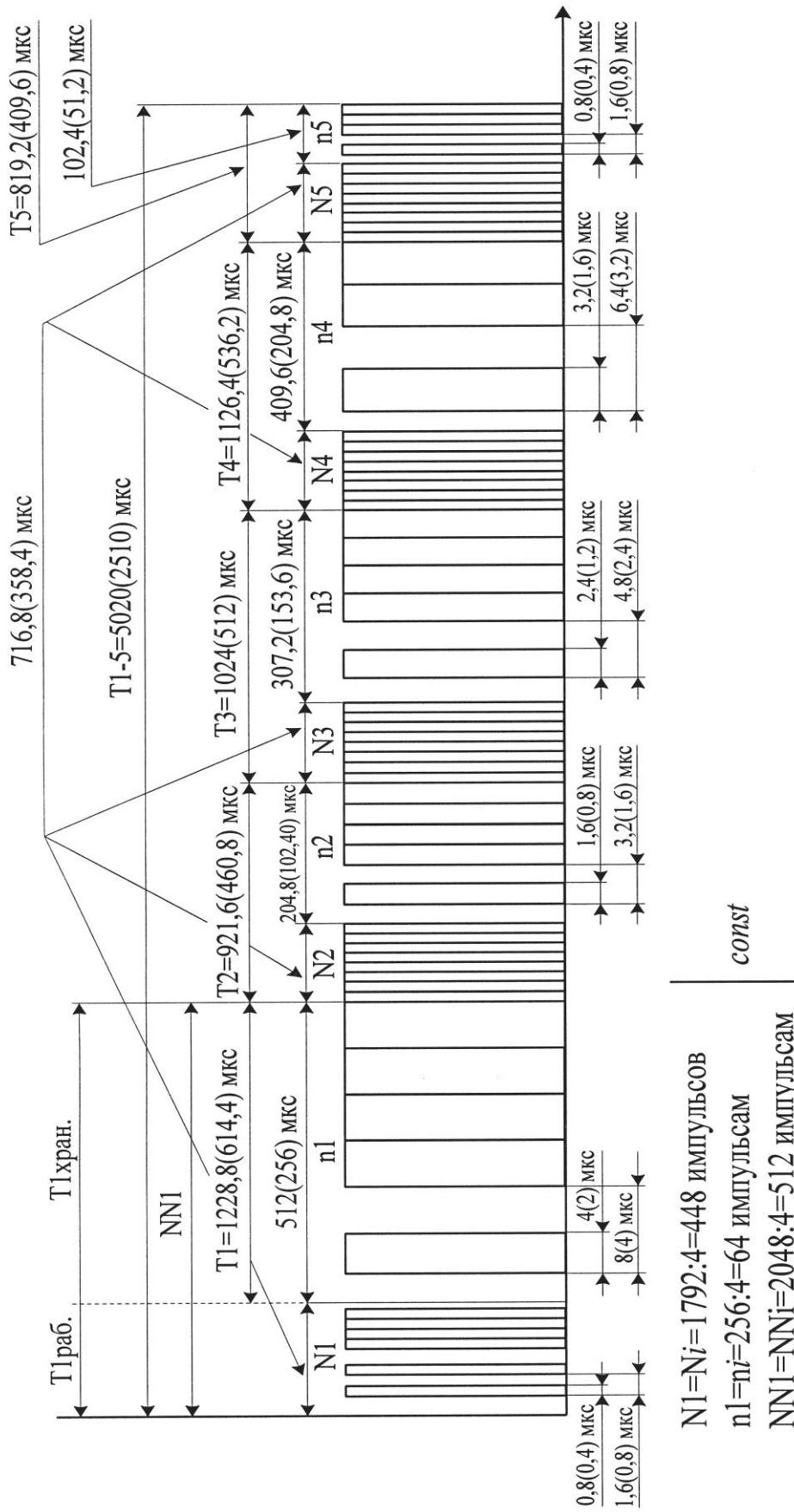


Рис. 1.8. Структура управляющих импульсов УБКУ

изменяет свое состояние один раз за период с приходом строба «Запись» или дважды за период за счет того, что на счетчик периодов через схему совпадения «И» поступает дополнительный импульс с выхода переключателя ДРЛ/ПРЛ. Это используется для изменения кратности вобуляции. Управление схемой совпадения «И» осуществляется с помощью схемы выбора периода вобуляции, состоящей из дешифратора периода $T_{ВОБ.}$, коммутатора периодов $T_{ВОБ.}$ и коммутационного поля. При совпадении уровней логической «1» с выхода дешифратора периода $T_{ВОБ.}$ и коммутационного поля (что соответствует отсутствию перемычки на рис.1.9) на входах коммутатора $T_{ВОБ.}$ и на его выходе устанавливается уровень логической «1», разрешающий прохождение на вход счетчика периодов одного импульса с выхода переключателя ДРЛ/ПРЛ.

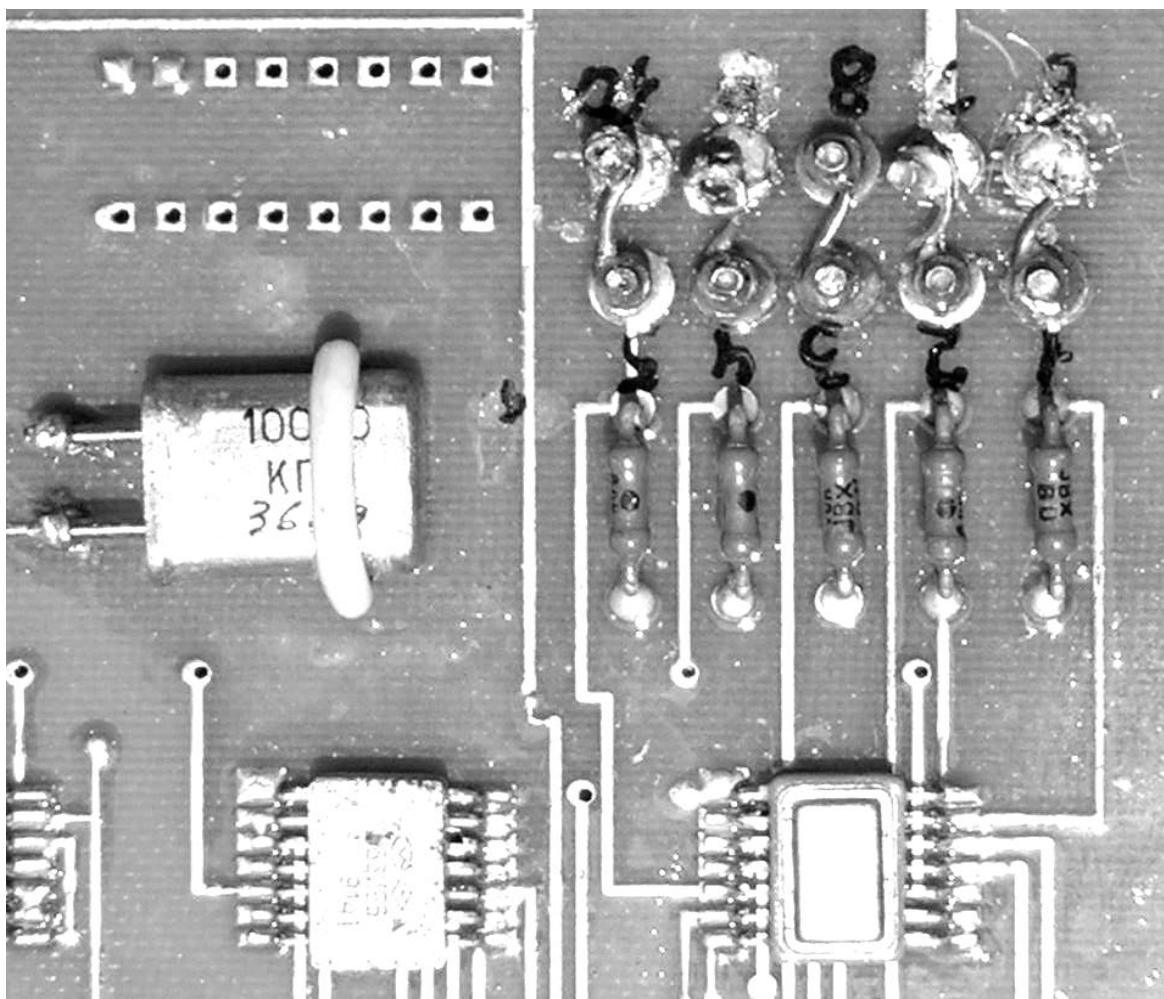


Рис. 1.9. Коммутационное поле УБКУ

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

Конструкция платы синхронизации показана на рис.1.10.

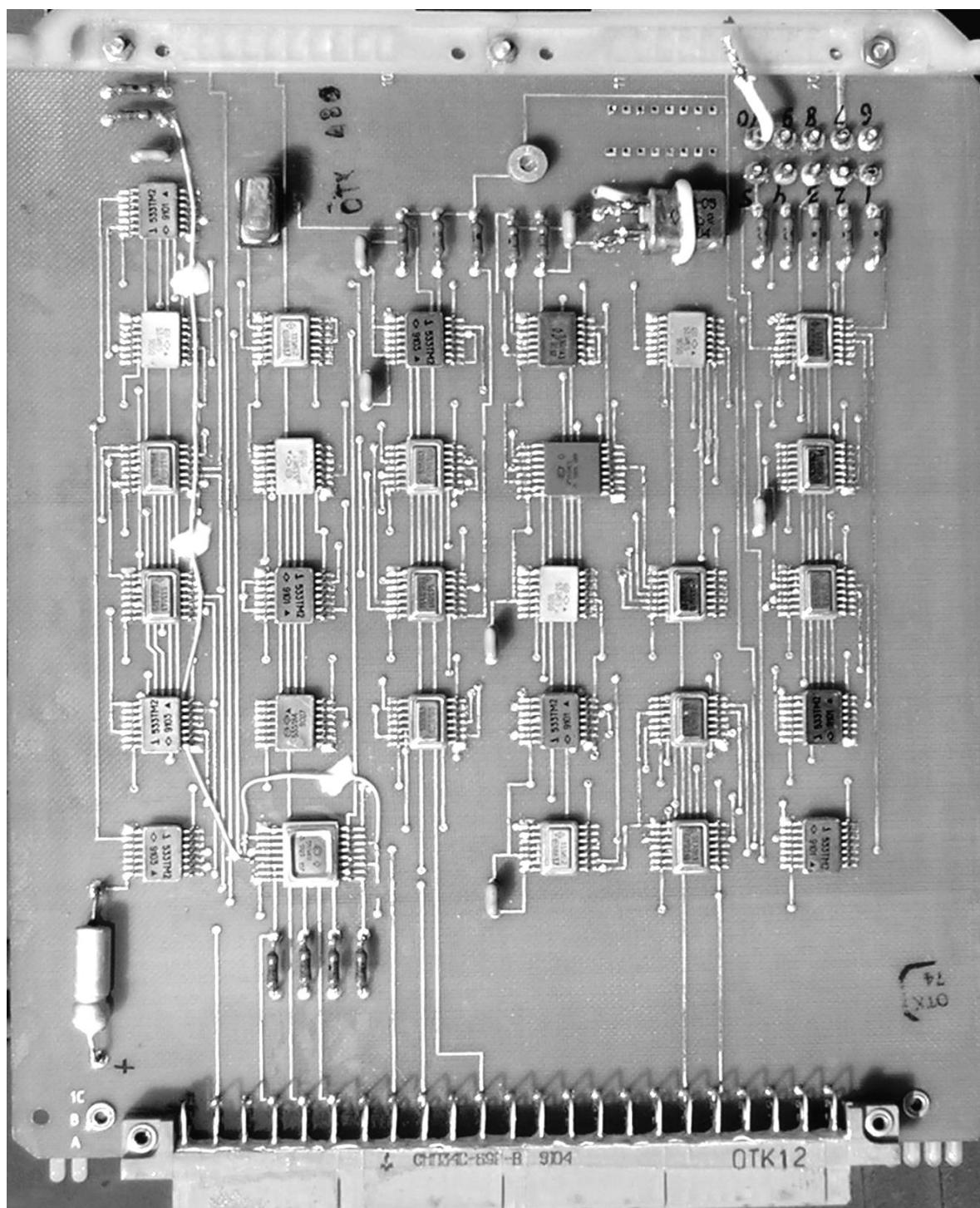


Рис. 1.10. Конструкция платы синхронизации
Функциональная схема платы ЧПК

Основным элементом УБКУ является плата ЧПК, функциональная схема которой показана на рис.1.11.

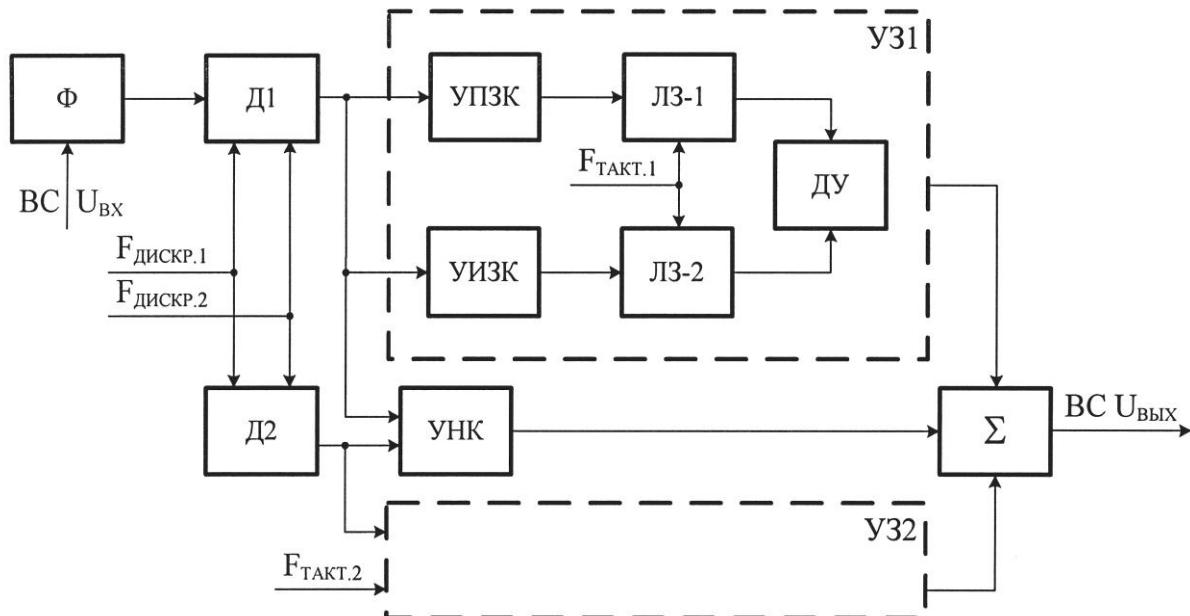


Рис. 1.11. Функциональная схема платы ЧПК

На схеме используются следующие обозначения:

Φ – фильтр (необходим для режекции высокочастотных составляющих спектра видеосигналов);

D_1, D_2 – дискретизаторы ($T_{D1}=T_{D2}=1/F_{\text{дискр.1,2}}=1,6 \text{ мкс}$ – период дискретизации ВС, T_{D1} сдвинут на $1/4$ периода относительно T_{D2} для компенсации расширения ВС при прохождении ЛЗ на ПЗС);

$УЗ1, УЗ2$ – узлы задержки;

$УПЗК$ – усилитель-повторитель задержанного канала;

$УИЗК$ – усилитель-инвертор задержанного канала;

$УНК$ – усилитель незадержанного канала;

$ДУ$ – дифференциальный усилитель;

Σ – сумматор (выполняет функцию вычитающего устройства).

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

Конструкция платы ЧПК УБКУ и линии задержки на ПЗС показана на рис.1.12.

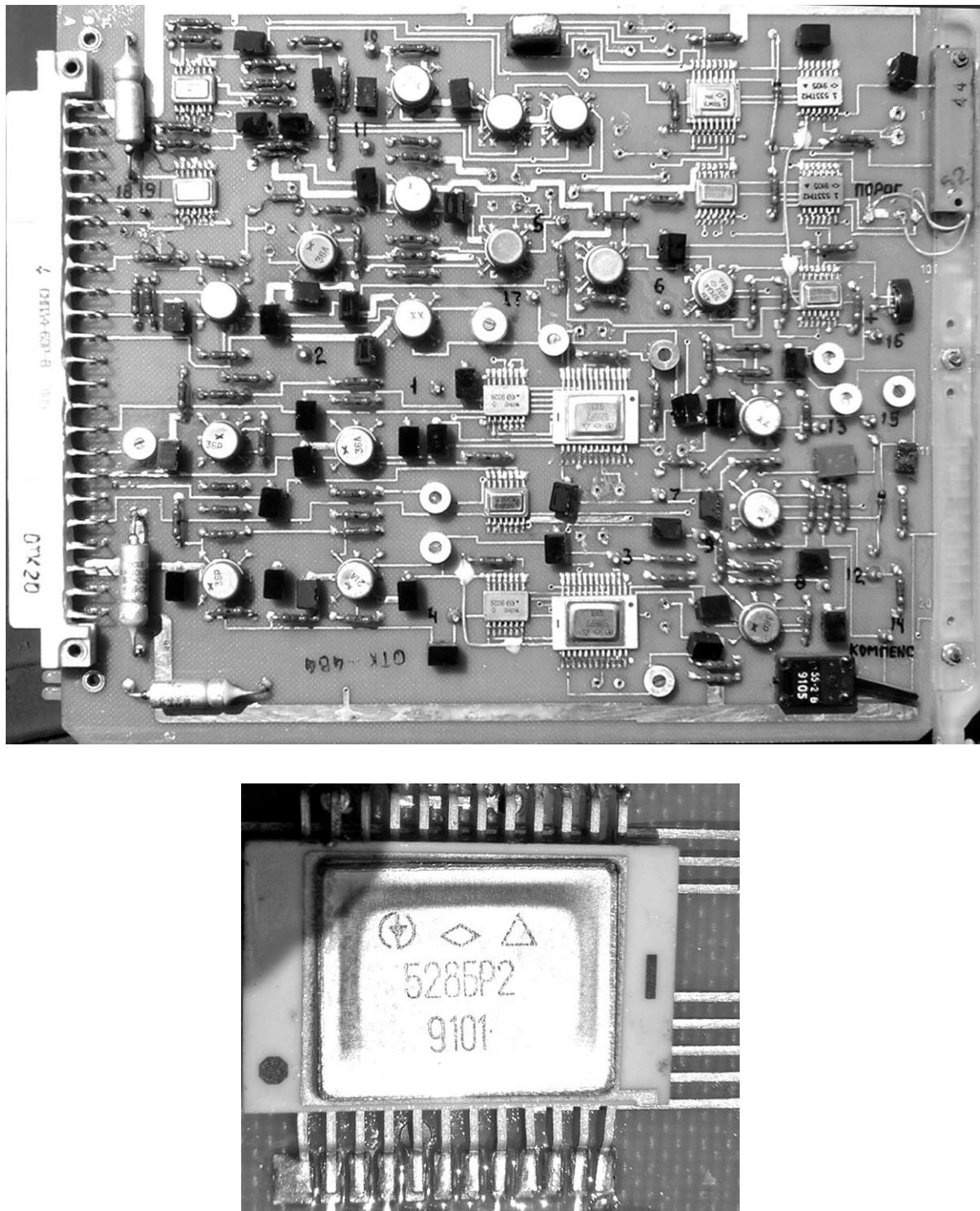


Рис. 1.12. Конструкция платы ЧПК УБКУ и линии задержки на ПЗС
Функциональная схема платы ПВУ-1

Плата выходных устройств (ПВУ-1) предназначена для:
 формирования сигналов «ЗИ редкий/предзапуск» и «ЗИ частый» с амплитудой не менее 40 В;

выделения модуля ВС и усиления его до уровня 8 В; организации совмещенного режима работы амплитудного и фазового каналов (работа блока УБКУ в СОВМ. режиме ПРЛ); индикации работоспособности блока УБКУ.

Функциональная схема платы выходных устройств представлена на рис.1.13. Плата может работать совместно с радиоприемным устройством, имеющим двухканальный «квадратурный» выход фазового детектора. При работе с одноканальным приемником (РСП-6М2) видеосигналы с фазового детектора по даются на один вход ПВУ-1, обозначенный Вх. ВС ФАЗ.Х. После выделения сигналов доплеровской частоты в модульном устройстве А1 видеосигналы поступают в фильтр нижних частот (ФНЧ) А3, имеющий частоту среза 370 кГц (для режима ДРЛ), или ФНЧ А4, частота среза которого (границная частота) при работе в режиме ПРЛ равна 600 кГц. Фильтры А3 и А4 настраиваются для подавления остатков сигналов несущей частоты 0,625 МГц для ДРЛ и 1,25 МГц для ПРЛ. Видеосигнал амплитудного канала приемника задерживается в линии задержки А14 и поступает на схему селекции – ключ А5. Задержка необходима для совмещения отметок от целей, приходящих на ПВУ-1 по фазовому и амплитудному каналам.

При работе УБКУ в режиме ПРЛ схема селекции А5 подключает к выходным усилителям мощности А6, А7 видеосигнал фазового канала в режиме СДЦ или суммарного сигнала от фазового или амплитудного канала в режиме СОВМ. Схема селекции управляет селектором с выхода формирователя зоны СДЦ А11, что позволяет оперативно изменять протяженность зоны СДЦ.

При работе УБКУ в режиме ДРЛ схема селекции осуществляет стробирование видеоинформации каждого второго периода повторения сигналов «ЗИ редкий». Формирование запускающих импульсов «ЗИ редкий» и «ЗИ частый», усиление их до амплитуды 40 В осуществляется схемами А9 и А10.

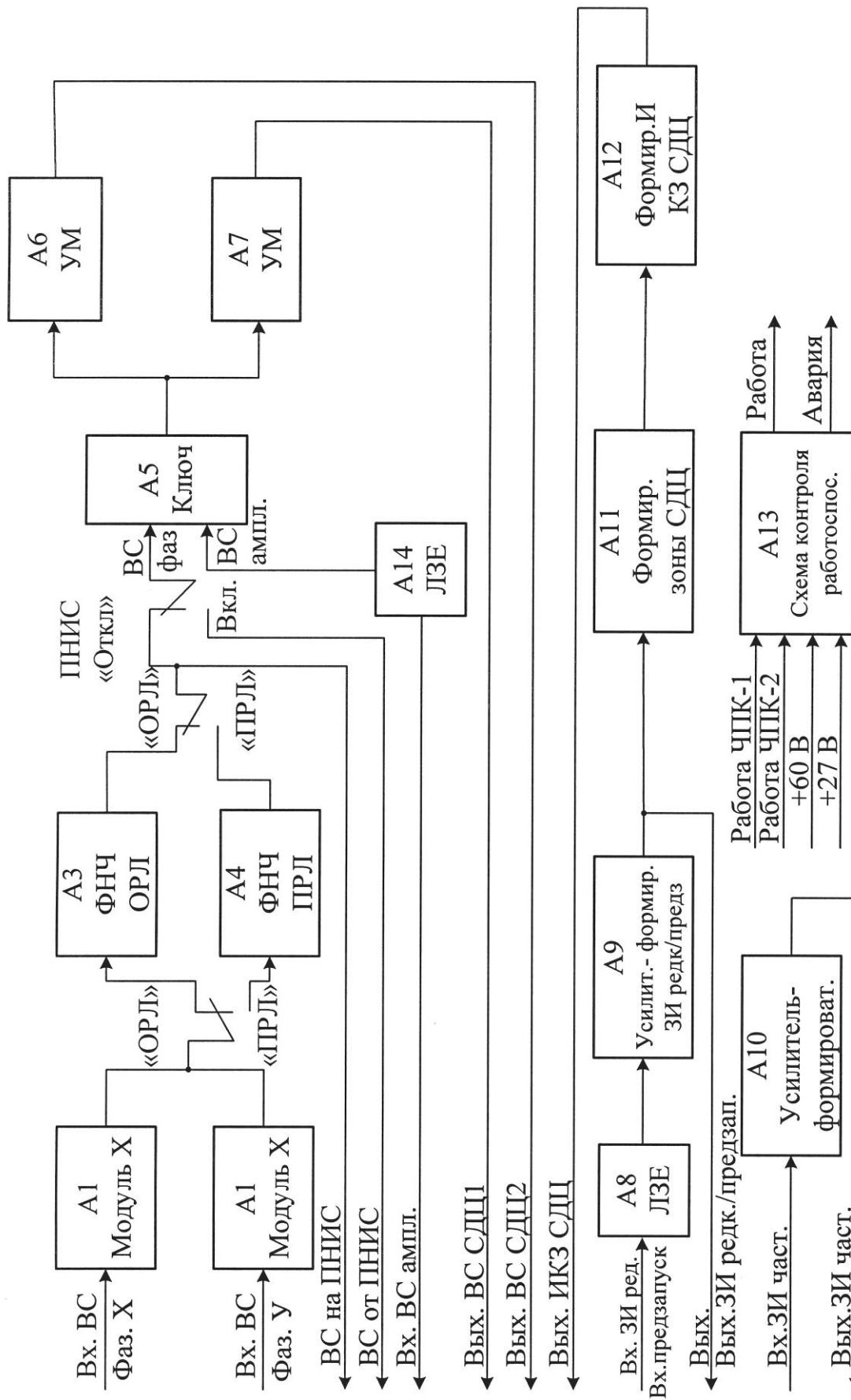


Рис. 1.13. Функциональная схема ПВУ - 1

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

1.5. Конструкция блоков КУ-02, УБКУ

Блоки КУ-02 конструктивно размещены в двух стойках: БЧВ-021, БКИ-021, БЧК-021, БУ-021 – в стойке компенсирующего устройства (СКУ-02); БАК и БП-127 – в стойке ССФ-02.

Блоки имеют типовые размеры, размещены на выдвигающихся из стоек шасси конструкциях с фиксаторами. Передние панели блоков приведены на рис.1.14, 1.15, 1.16, 1.17, 1.18. На передние панели блоков выведены для контроля как питающие напряжения, так и наиболее важные видеосигналы. Здесь же размещены держатели предохранителей с лампочками индикации. В технологических люках блоков размещаются наиболее важные регулировки, используемые для подстройки параметров КУ-02. Например, на БЧВ-021: R39 – БАЛАНС УПТ схемы АВУ; на БЧК-021: R5 – УСИЛЕНИЕ УПК, R6 – УСИЛЕНИЕ УЗК, тумблер КОМПЕНСАЦИЯ, обеспечивающий включение через спираль одной компенсации сигналов; на БУ-021: R5 – УСИЛЕНИЕ УЗК-2, тумблер на два положения РАБОТА-КОНТРОЛЬ, индикаторные лампы РАБОТА и КОНТРОЛЬ; на БАК – тумблер включения подачи в аппаратуру отображения контрольного сигнала. Ряд органов управления и регулировок размещается внутри блоков. Например, в БЧВ-021 тумблер АВУ, обеспечивающий включение в работу схемы АВУ. Ультразвуковые линии задержки, выполненные из магниевых сплавов с рифленой поверхностью, размещаются в термостатированных контейнерах из алюминиевого сплава. Работа термостата и выход его из строя индицируется на БУ-021 с помощью ламп ОБОГРЕВ и АВАРИЯ соответственно. Периодическое загорание первой свидетельствует о моментах установки под ток обогревающих элементов термостатов. Контроль величины питающих напряжений на БП-127 выполняется с помощью стрелочного прибора и галетного переключателя на передней панели блока.

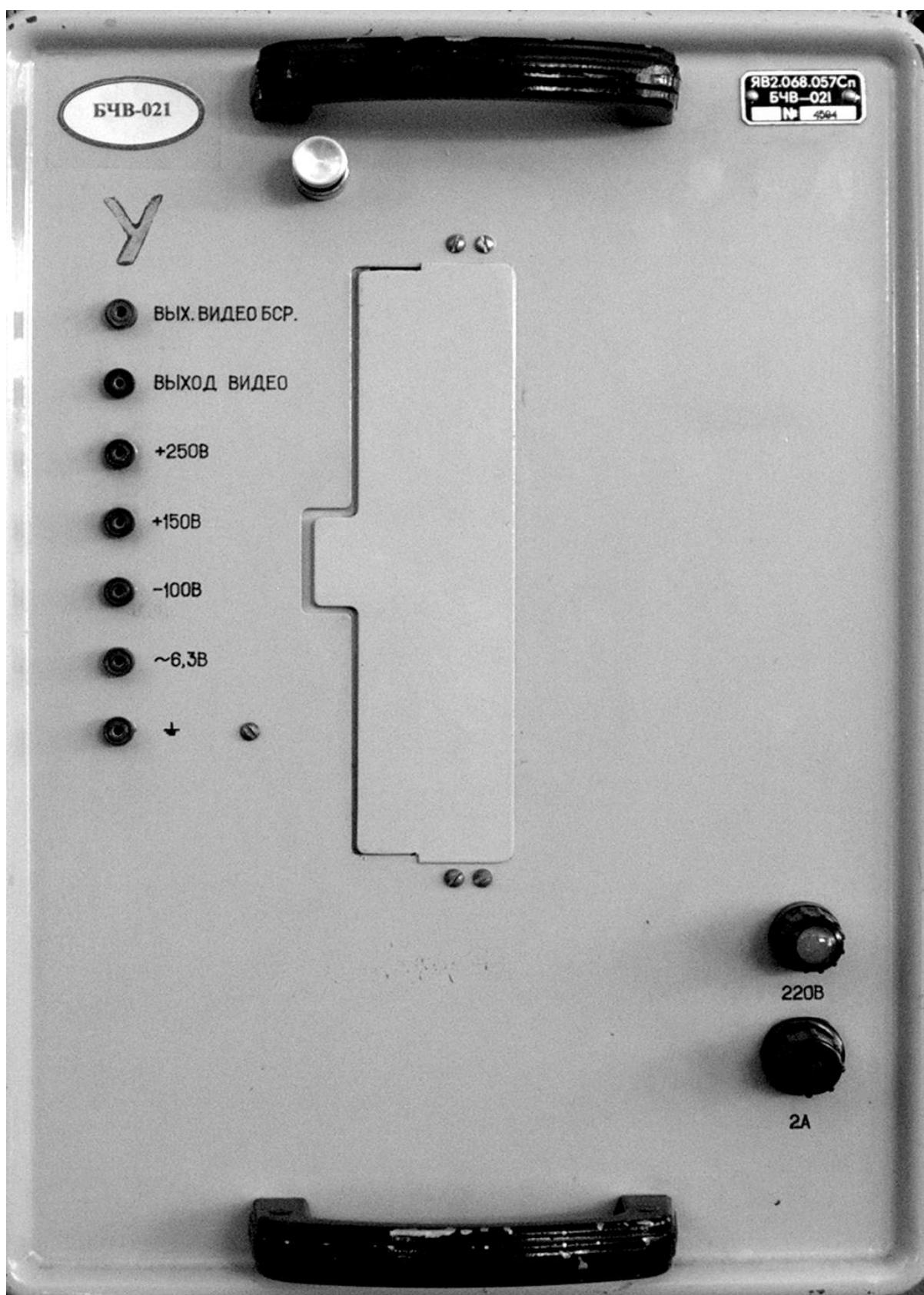


Рис. 1.14. Передняя панель БЧВ-021

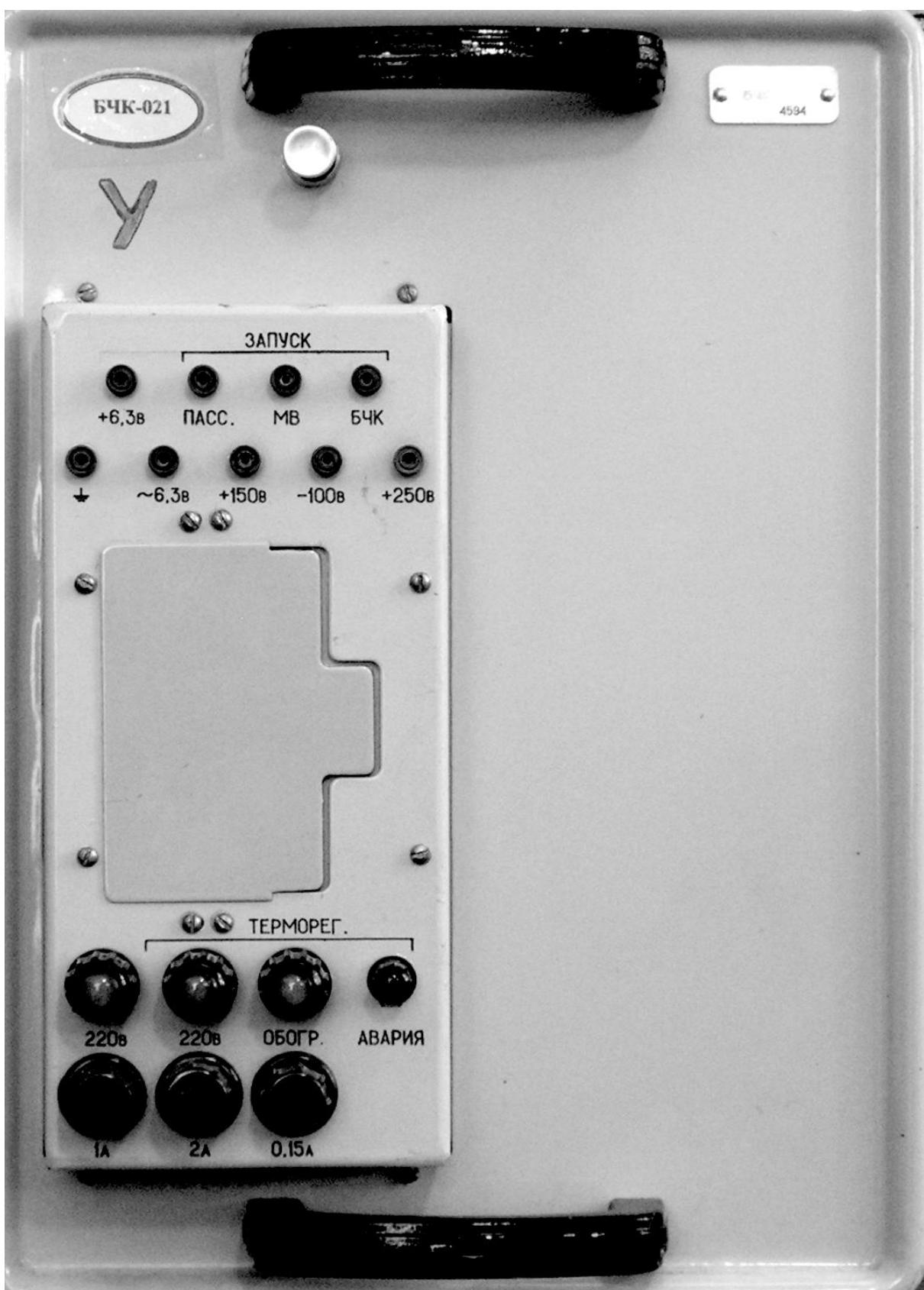


Рис. 1.15. Передняя панель БЧК-021

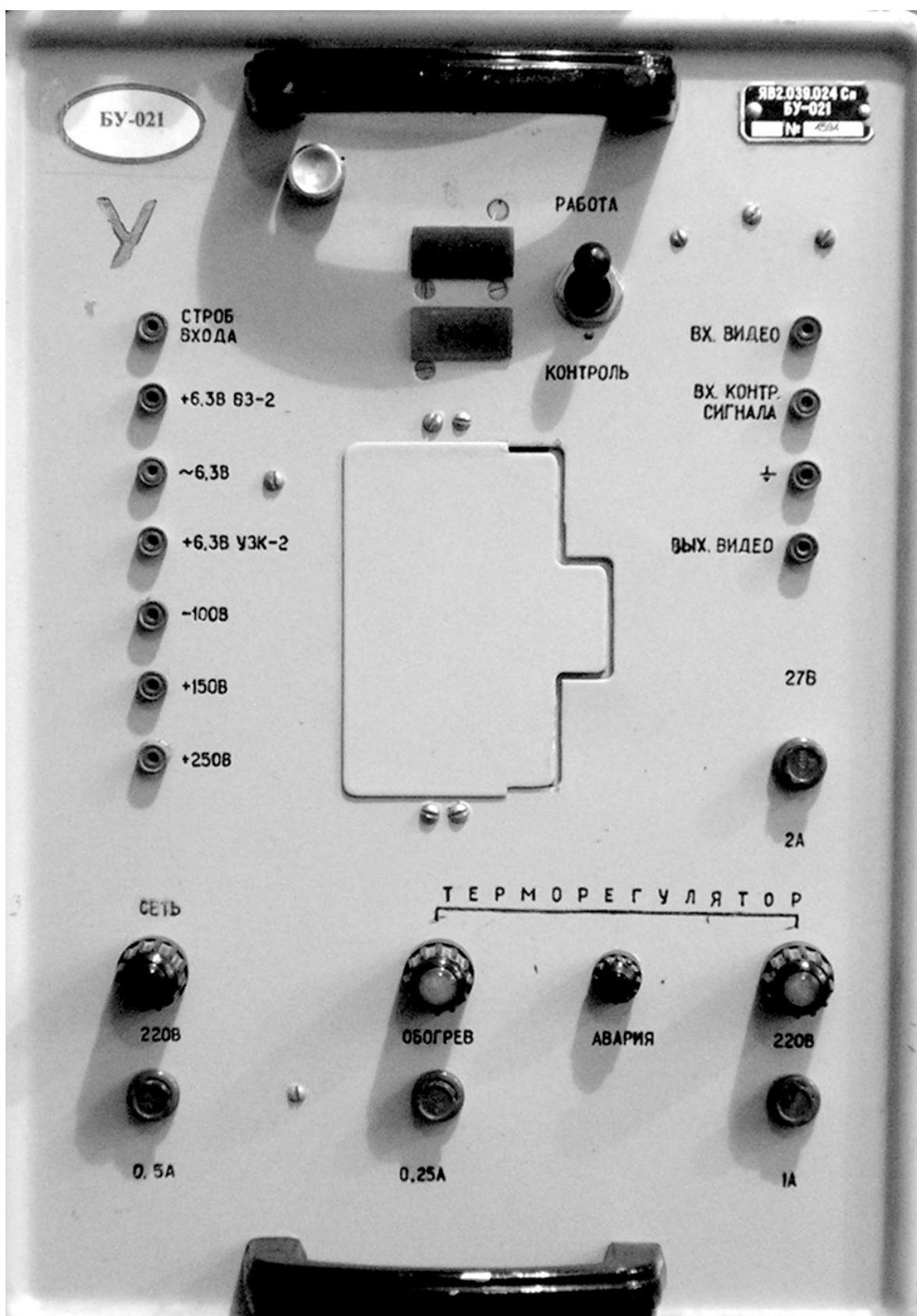


Рис. 1.16. Передняя панель БУ-021

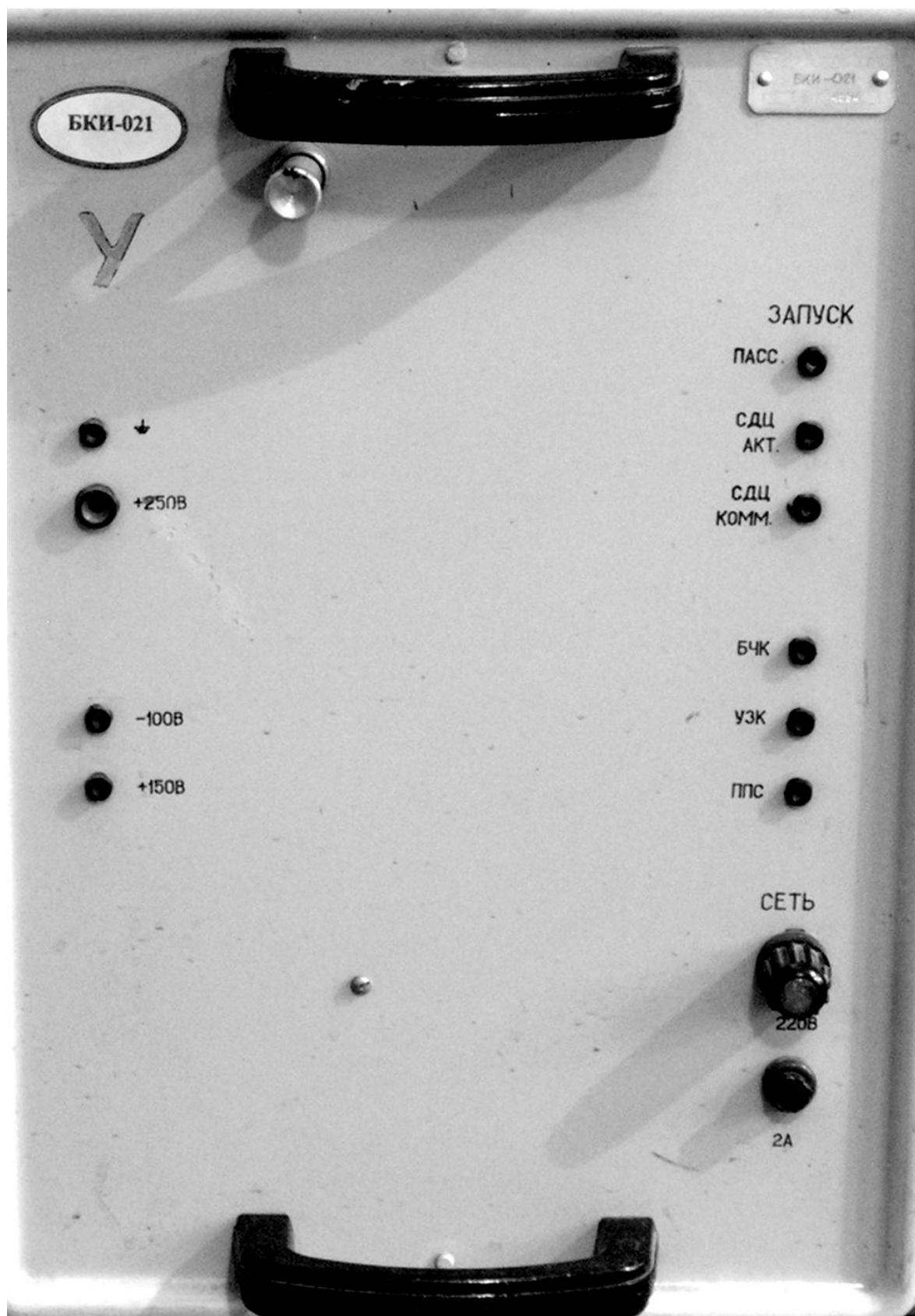


Рис. 1.17. Передняя панель БКИ-021

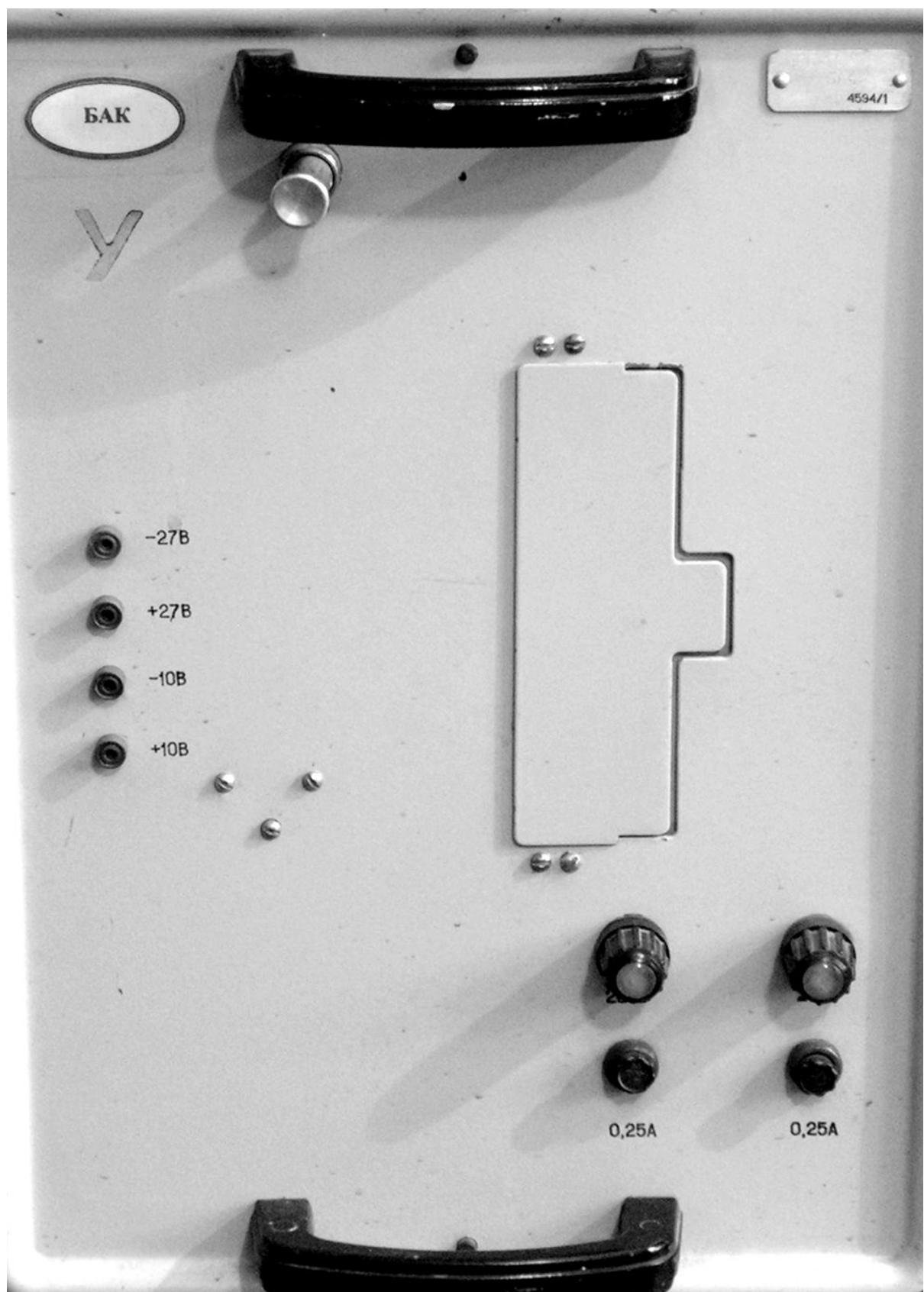


Рис. 1.18. Передняя панель БАК

Контроль работоспособности блока УБКУ осуществляется с помощью индикаторов РАБОТА и АВАРИЯ. Сигнал «Работа» выдается только в случае нахождения плат череспериодной компенсации в работоспособном состоянии и при наличии всех питающих напряжений (рис.1.19).

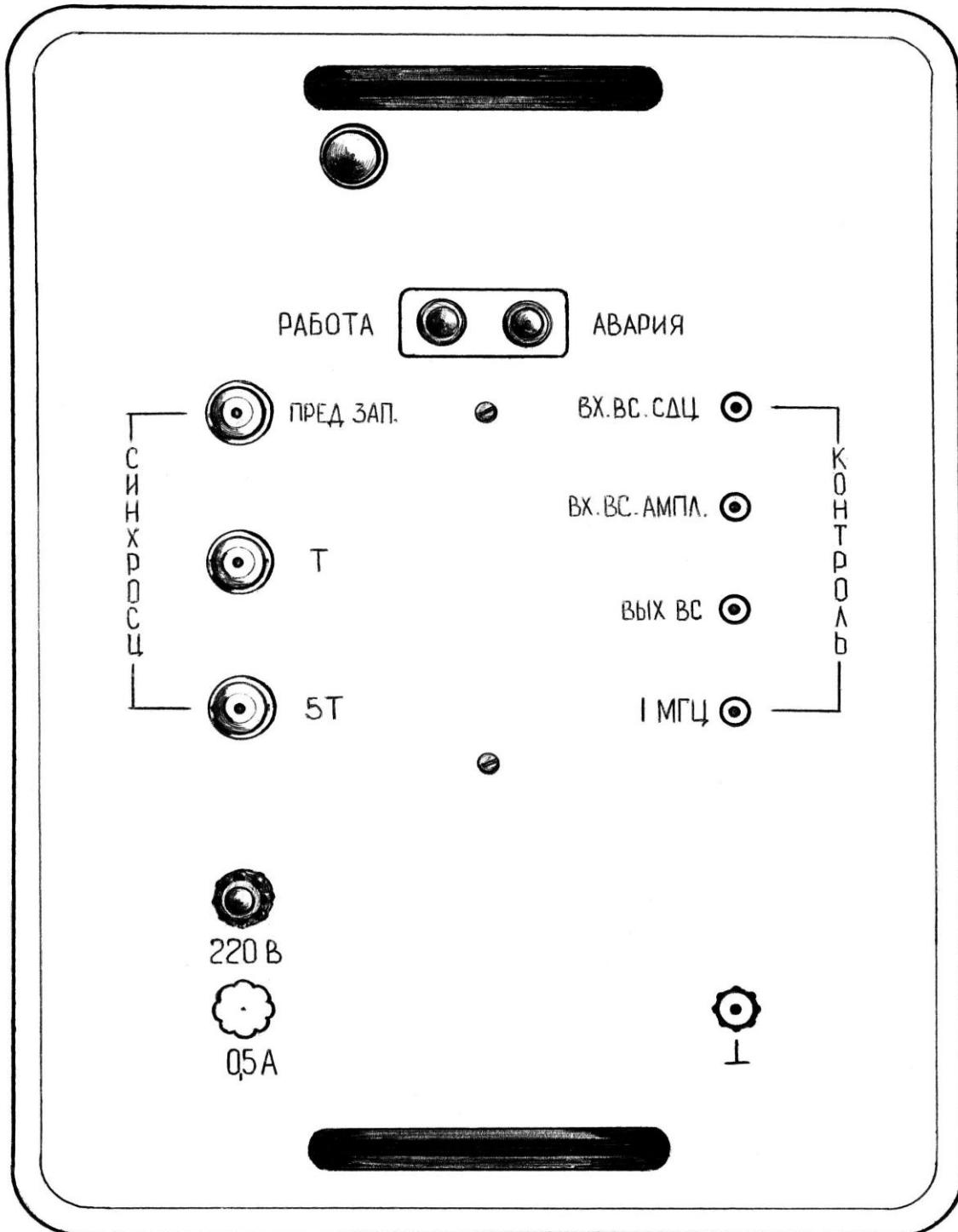


Рис. 1.19. Передняя панель УБКУ

Контрольные вопросы к главе 1

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

2. АППАРАТУРА ОТОБРАЖЕНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНФОРМАЦИИ ПРЛ-6М2

2.1. Основные сведения об аппаратуре отображения ПРЛ-6М2

Аппаратура отображения (АО) ПРЛ-6М2 предназначена для отображения радиолокационной и вспомогательной информации на совмещенном индикаторе курса и глиссады в прямоугольных координатах дальность – угол (рис.2.1).

Для повышения безопасности полетов в АО посадочного радиолокатора ПРЛ-6М2 электронным способом формируются заданная линия посадки (ЗЛП) и линии равных отклонений

(ЛРО), ограничивающие коридор допустимых отклонений летательного аппарата от ЗЛП.

В состав аппаратуры отображения входят следующие блоки:

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

Основные технические данные аппаратуры отображения посадочного радиолокатора ПРЛ-6М2:

- 1) индикатор курса и глиссады имеет два масштаба дальности: 20 км – М20; 40 км – М40;
- 2) для увеличения точности отсчета дальности близких целей применена нелинейная по дальности развертка, при которой участок 50% масштаба индикатора по дальности занимает 75% ее длины;
- 3) метки дальности отображаются через 1 км до дальности 10 км, а далее – через 5 км;
- 4) по угловым координатам на экране ЭЛТ отображаются метки – $10^0, 0^0, +10^0$ по курсу и $-1^0, 0^0, +7,5^0$ по глиссаде;
- 5) в качестве индикатор курса и глиссады используется унифицированный индикатор БИ-45;
- 6) на экране индикатора БИ-45 обеспечивается отображение (рис.2.1):
 - угломерно-дальномерной сетки;
 - аналоговой координатной информации первичного и вторичного каналов ПРЛ-6М2 в виде яркостных отметок;
 - заданная линия посадки по курсу и глиссаде, линия равных отклонений, позволяющих руководителю зоны посадки более точно оценивать по метке цели линейные отклонения от расчетной линии планирования;
 - метки электронной индикации положения антенны (ЭИПА) курса в секторе Г и антенны глиссады в секторе К путем утолщения масштабных меток дальности.

На рис.2.2 приведена структурная схема аппаратуры отображения ПРЛ-6М2.

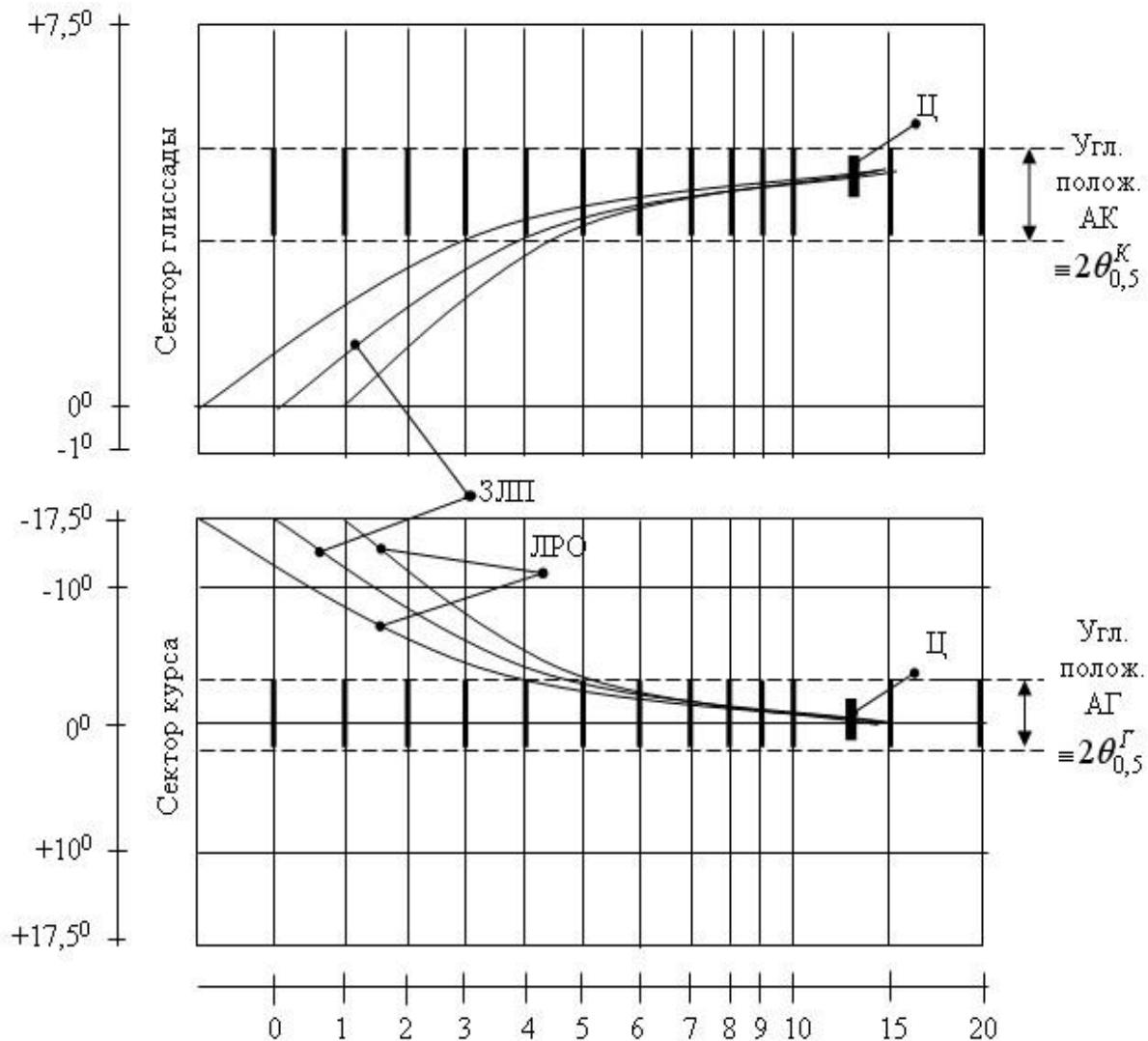


Рис. 2.1. Вид развертки на ИКГ

2.2. Блок управления отображением БУО-П

2.2.1. Принцип работы БУО-П по структурной схеме

Блок БУО-П предназначен для формирования:

- 1) развертывающих напряжений по горизонтальной (Х) и вертикальной (Y) составляющим;
- 2) меток дальности 1 км и 5 км;
- 3) меток электронной индикации положения антенн К и Г;
- 4) сигналов коммутации каналов курса и глиссады;
- 5) заданной линии посадки и линий равных отклонений;

- 6) юстировочных меток дальности;
- 7) угловых меток;
- 8) сигналов от целей.

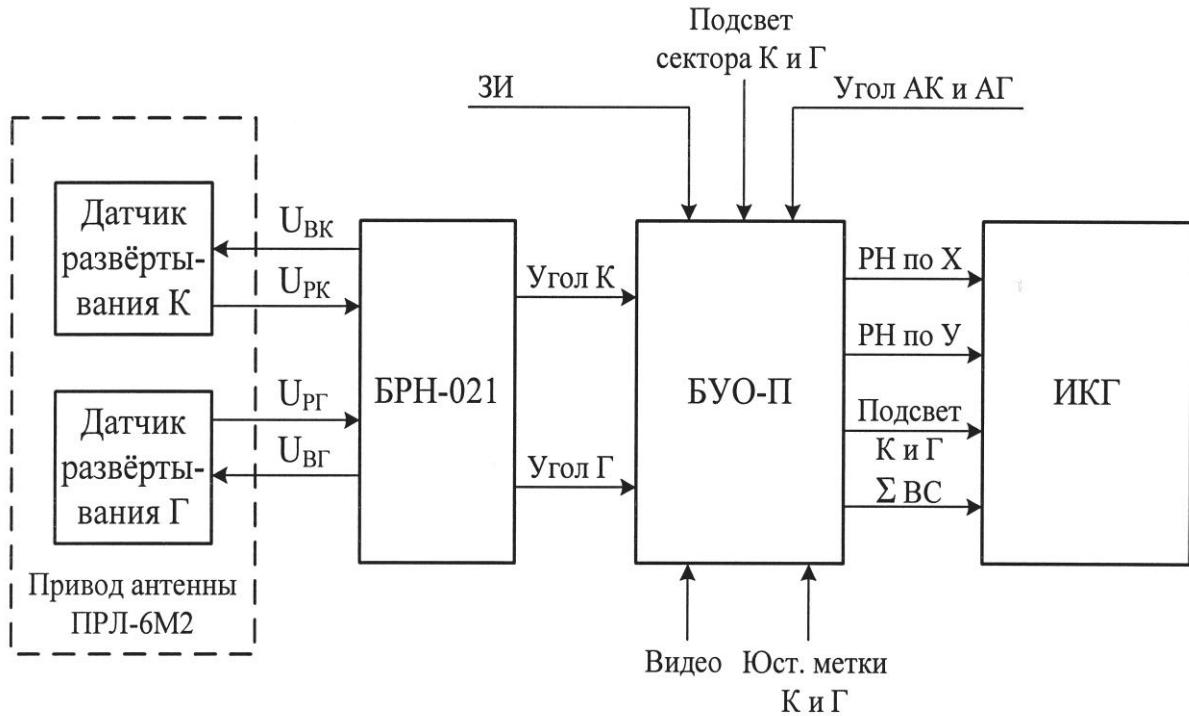


Рис. 2.2. Структурная схема аппаратуры отображения посадочного радиолокатора ПРЛ-6М2

Для получения вышеперечисленной информации на вход блока БУО-П поступают следующие сигналы:

- «Запуск» с БСФ;
- развертывающее напряжение по каналу курса – «Угл. инф. К»;
- развертывающее напряжение по каналу глиссады – «Угл. инф. Г»;
- «Подсвет Г», «Подсвет К»;
- напряжение индикации углового положения антенны глиссады – «Индик. полож. АГ»;
- напряжение индикации углового положения антенны курса – «Индик. полож. АК»;
- угловые и юстировочные метки курса и глиссады – «Угловые метки (К-Г)»;
- сигналы целей – «Видео».

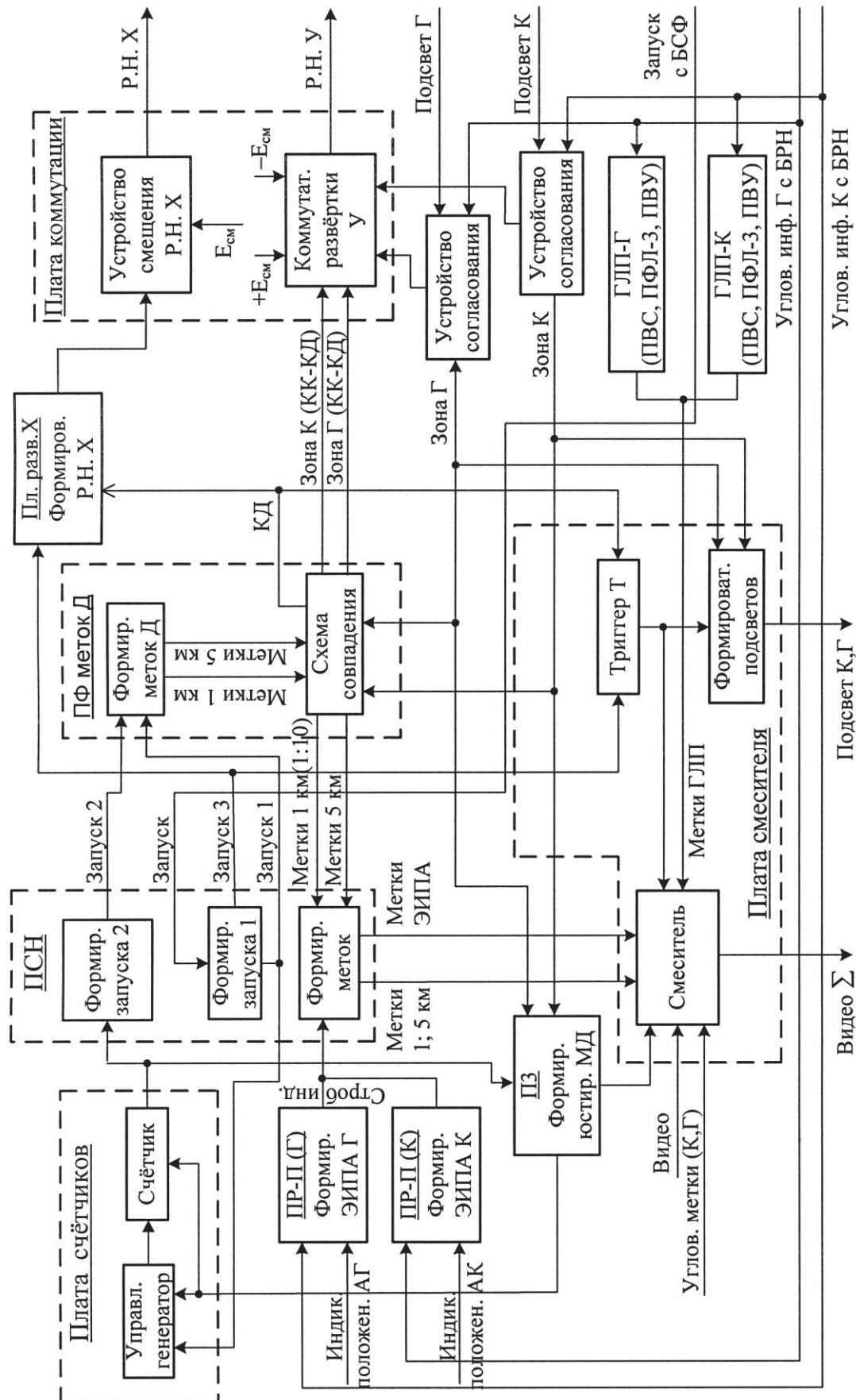


Рис. 2.3. Структурная схема БуО-II

Рассмотрим принцип формирования отображаемой на экране БИ-45 информации по структурной схеме блока БУО-П, представленной на рис.2.3.

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

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

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

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

$-E_{CM}$, во втором – вверх, за счет суммирования Р.Н. У (канала Г) с напряжением смещения $+E_{CM}$.

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

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

Плата формирования меток ЭИПА по каналу курса и глиссады (ПР-П – плата разверток посадочная) обеспечивает утолщение масштабных меток дальности в секторах курса и глиссады. На вход плат ПР-П (К,Г) на формирователь ЭИПА К и Г поступают напряжения «Угловая информация К (Г)», а также постоянные напряжения «Индикации положения АК (АГ)», пропорцио-

нальные угловым положениям антенн курса и глиссады в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В результате этого на выходе формирователей образуется импульс «Строб индикации», временное положение середины которого соответствует угловому положению антенн курса или глиссады, а длительность – пропорциональна ширине диаграммы направленности антенн в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В результате этого на выходе ПСН образуется серия импульсов подсвета меток дальности «Метки ЭИПА», которые поступают на смеситель и далее на индикатор БИ-45.

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

Импульсы «Подсвет» вырабатывает формирователь подсветов платы смесителя. На триггер Т последовательно поступают сигналы «Запуск З» и «КД». На формирователе подсветов импульсы триггера стробируются сигналами «Зона К» и «Зона Г» и в виде сигнала «Подсвет К (Г)» поступают на выход БУО - П. Импульсы триггера также поступают на смеситель, определяя продолжительность прохождения всех видеосигналов («Метки 1 км и 5 км», «Метки ЭИПА», «Метки ЗЛП и ЛРО», «Юстировочные МД», «Видео», «Юстировочные МА») в зависимости от включенного масштаба дальности.

2.2.2. Принцип работы БУО-П по функциональной схеме

Плата смесителей

Плата смесителей предназначена для коммутации видеосигналов по курсу и глиссаде и образования сигналов подсвета прямого хода радиолокационной развертки. Функциональная схема платы представлена на рис.2.4. На вход смесителя 1 поступают для смешивания следующие сигналы: «Метки 1км, 5 км», «Угло-

вые метки (К-Г)», «Видео», «Метки ГЛП, ЭИПА». Коммутатор выполняет стробирование смешанной информации согласно поступающим с триггера сигналам управления. Смешанные метки и сигналы поступают на вход смесителя 2 между сигналами «Запуск» и «КД». На выходе смесителя 2 формируется суммарный сигнал, содержащий всю необходимую видеинформацию.

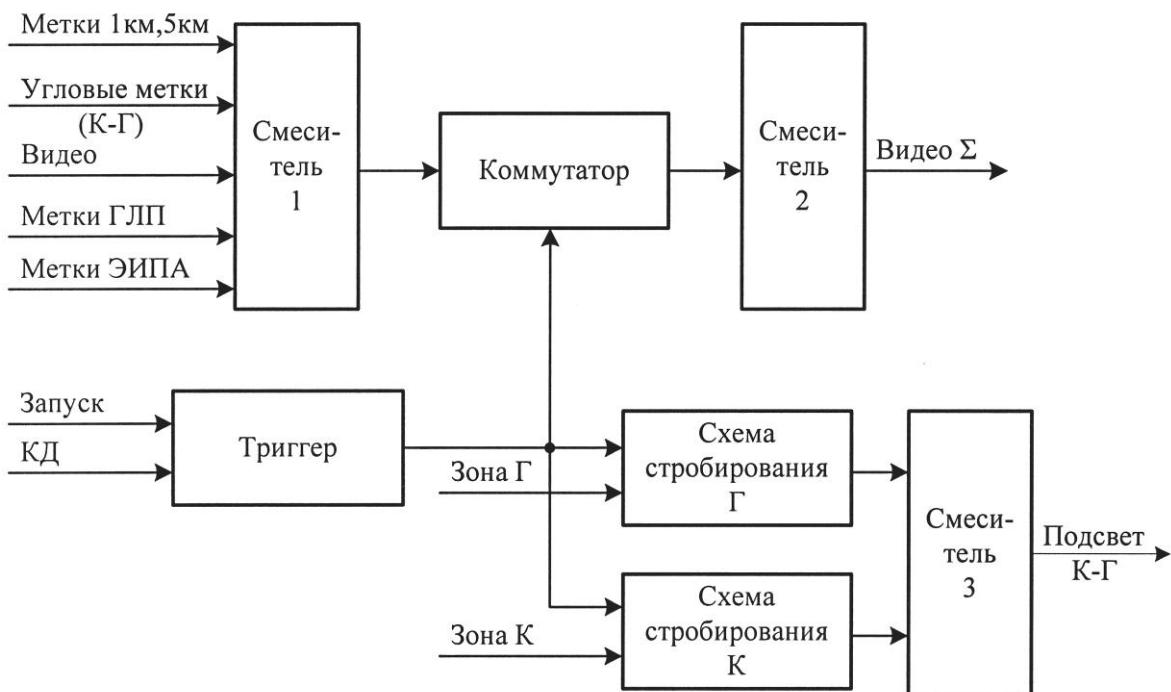


Рис. 2.4. Функциональная схема платы смесителей

В канале формирования импульсов подсвета сигнал с выхода триггера поступает на две схемы стробирования (совпадения), где стробируется в одной из них сигналом «Зона Г», а в другой – «Зона К». На выходах этих схем образуются сигналы подсвета прямого хода радиолокационной развертки в зонах К и Г, которые поступают на смеситель 3, а далее в индикатор БИ-45.

Плата формирователя меток дальности

Плата формирователя меток дальности предназначена для формирования импульсов меток дальности и стробирующих сигналов «Зона К» («КК-КД»), «Зона Г» («КК-КД»). На вход платы поступают сигналы (рис.2.5): «Запуск 1», «Запуск 2», «Зона К»,

«Зона Г» и «Включение М1-М2». В состав платы входят следующие элементы:

- генератор ударного возбуждения (ГУВ);
- формирователь меток 1 км;
- счетчик 1 с коэффициентом деления 1:5;
- счетчик 2 с коэффициентом деления 1:16;
- схема совпадения.

Запуск 1

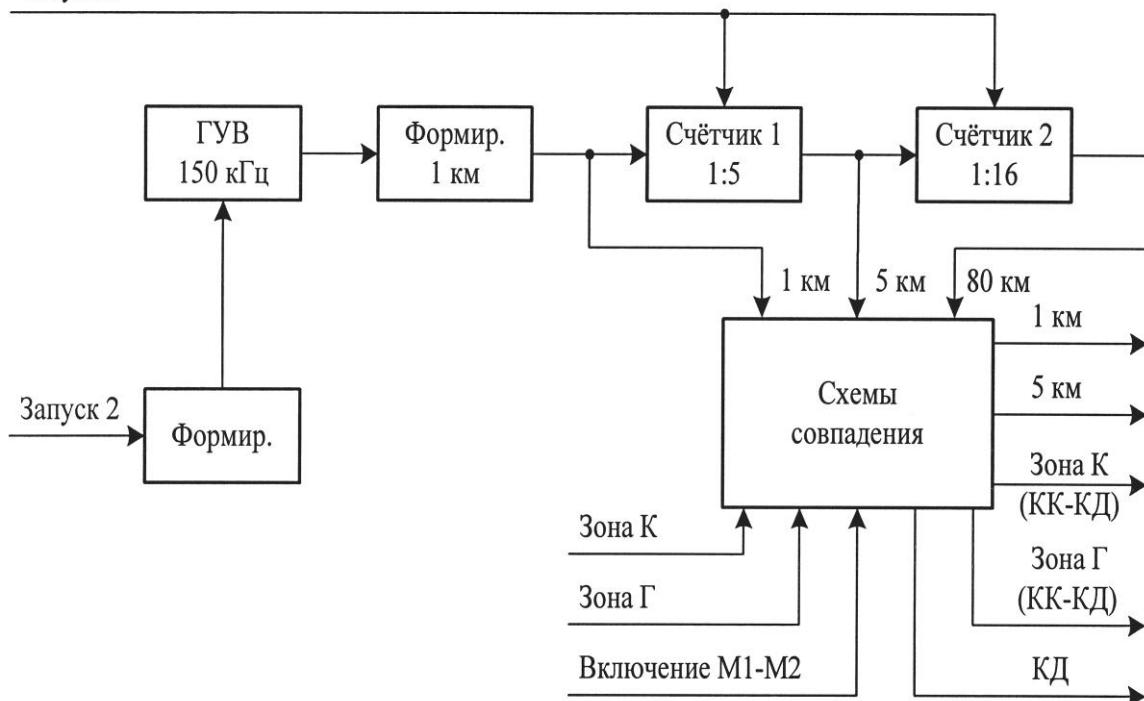


Рис. 2.5. Функциональная схема платы формирователя меток дальности

Генератор ударного возбуждения начинает работу в момент прихода задержанного импульса «Запуск 2» с формирователя импульсов. Колебания синусоидальной формы с частотой 150 кГц поступают на формирователь меток дальности 1 км. Его импульсы запускают счетчики 1 и 2. Обнуление счетчиков выполняется импульсом «Запуск 1». Счетчики собраны на триггерях по схеме с параллельным переносом. С выходов разрядных триггеров счетчиков сигналы поступают на схемы совпадения, в которых при наличии на их других входах соответствующих управляющих сигналов вырабатываются перечисленные выше выходные сигналы.

Длительность сигнала «КД» может иметь значения либо 20 км, либо 40 км, и определяется выбранным масштабом развертки (М1, М2) индикатора БИ-45.

Плата коммутации

Плата коммутации предназначена для коммутации и суммирования развертывающих напряжений по координатам Х и У и напряжений смещения E_{CM} .

На вход платы поступают сигналы:

напряжение смещения курса – $E_{CM} = -5$ В;

Р.Н. У (по К) амплитудой ± 5 В, длительностью $\tau = 0,54$ с;

напряжение смещения глиссады + $E_{CM} = +5$ В;

Р.Н. У (по Г) амплитудой ± 5 В, длительностью $\tau = 0,33$ с;

«Зона К» («КК-КД») амплитудой + 2,4 В, длительностью $\tau = 94$ с;

«Зона Г» («КК-КД») амплитудой + 2,4 В, длительностью $\tau = 34$ с.

Функциональная схема платы коммутации приведена на рис.2.6. Плата состоит из двух отдельных каналов коммутации развертывающих напряжений:

коммутации развертки по координате У;

коммутации развертки по координате Х.

Первый канал (рис.2.6,а) при поступлении управляющих сигналов «Зона Г» («КК-КД») и «Зона К» («КК-КД») пропускает развертывающее напряжение глиссады («Угловая информация Г» с блока развертывающих напряжений) и напряжение смещения глиссады + E_{CM} или развертывающее напряжение курса («Угловая информация К» с блока развертывающих напряжений) и напряжение смещения курса - E_{CM} для суммирования на операционном усилителе (ОУ).

Амплитуда развертывающих напряжений определяется текущим угловым положением антенн курса или глиссады при их качании в горизонтальной и вертикальной плоскостях (на рис.2.6,б показано стрелками). Амплитуда + E_{CM} характеризует величину смещения сектора глиссады вверх на индикаторе курса и глиссады относительно центра, а - E_{CM} – сектора курса вниз. Результирующее развертывающее напряжение по координате У поступает на индикатор БИ-45.

Второй канал выполняет с помощью операционного усилителя суммирование напряжения смещения развертки по координате X E_{CMX} с сигналом радиолокационной развертки по дальности нелинейного вида.

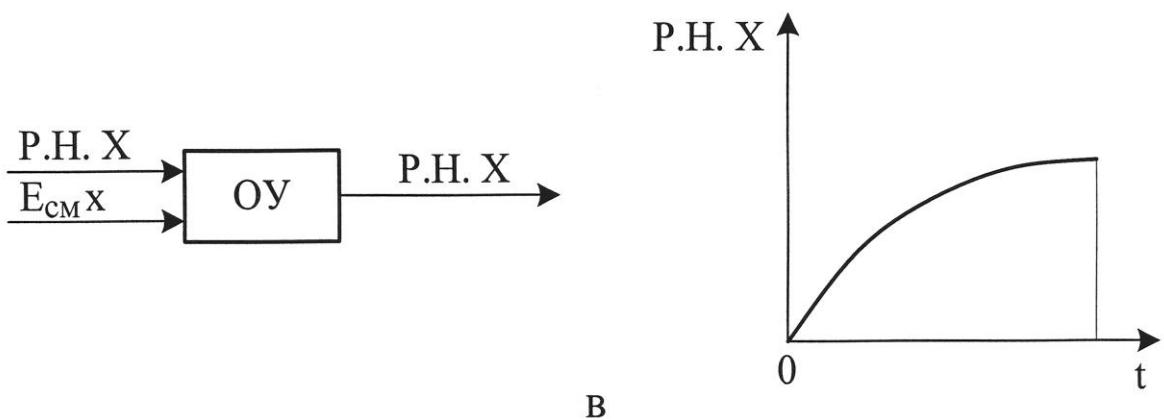
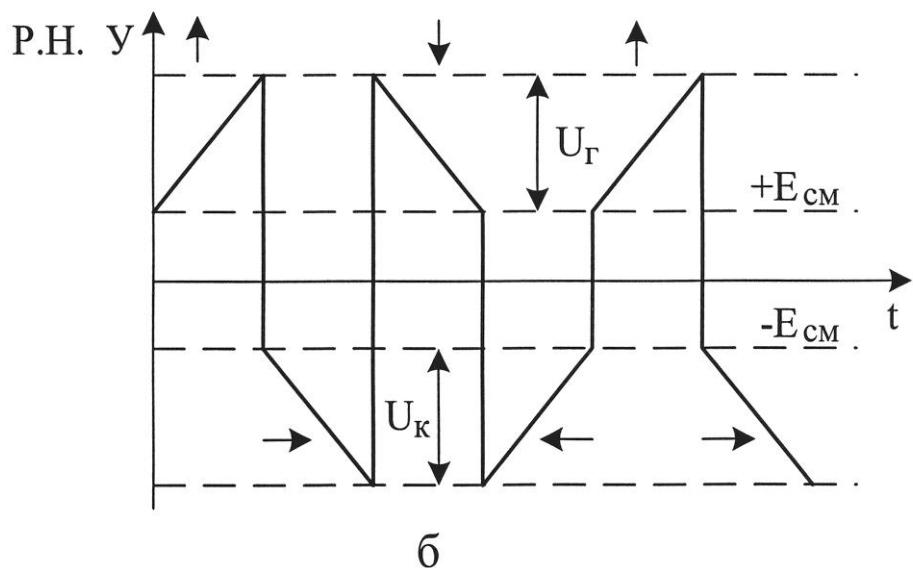
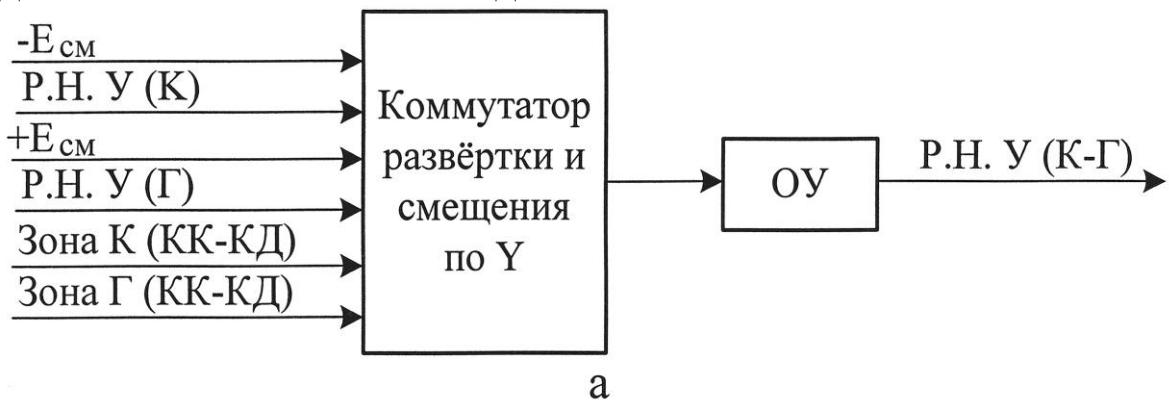


Рис.2.6. Функциональная схема платы коммутации и принцип формирования развертывающих напряжений

Плата развертки X

Плата развертки X предназначена для формирования напряжения развертки по дальности нелинейного вида (рис.2.6,в). Такое напряжение необходимо для получения в блоке индикатора курса и глиссады нелинейной радиолокационной развертки по дальности (рис.2.1). Функциональная схема платы развертки приведена на рис.2.7.

На вход платы поступают следующие сигналы:

«Запуск 3»;

сигнал «КД»;

постоянное напряжение $+E = 3$ В.

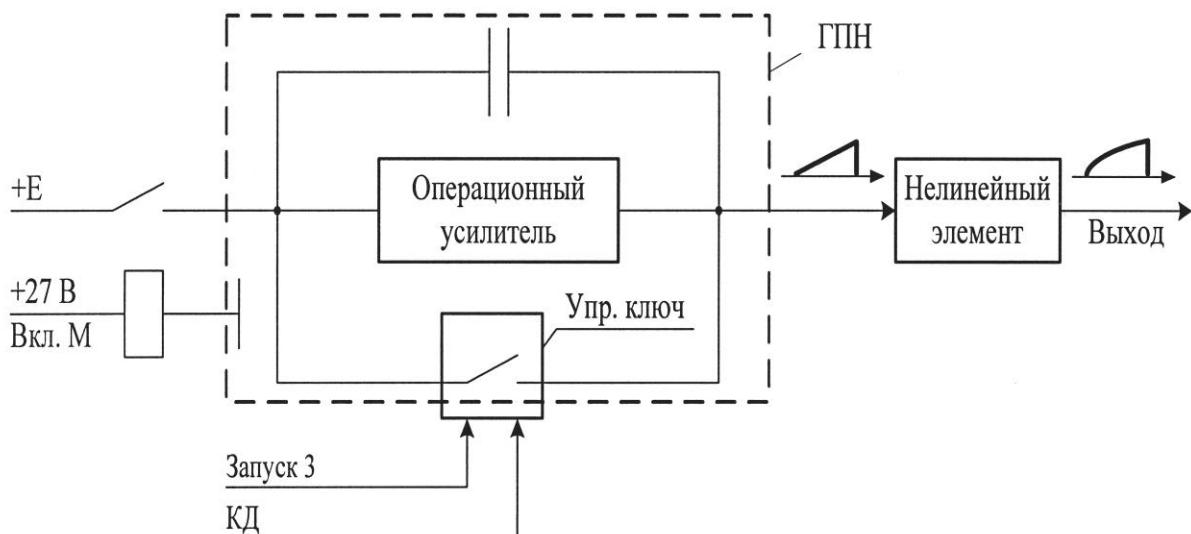


Рис. 2.7. Функциональная схема платы развертки X

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

от 0 до +5 В. Длительность импульсов определяется выбранным масштабом индикатора.

Плата сдвига начала

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

Входные сигналы ПСН:

импульсы кодов с 1-го по 5-й разряды платы счетчиков с амплитудой $U=2,4\dots4$ В и длительностью $\tau = 0,2$ мкс;

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

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

импульсы «Строб индикации» с амплитудой $U=2,4\dots4$ В, $\tau=30\dots100$ мкс;

импульс «Запуск» с амплитудой $U = 2,4\dots4$ В, $\tau = 1$ мкс.

Функциональная схема ПСН приведена на рис.2.8.

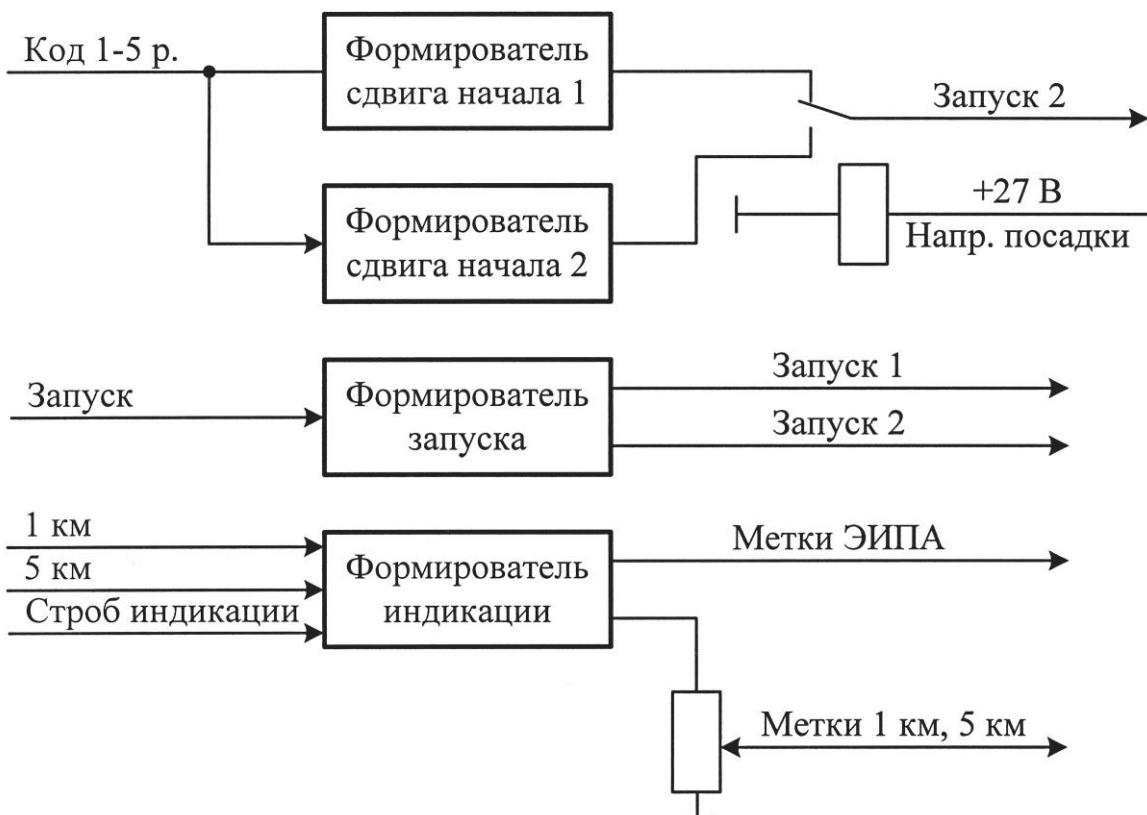


Рис. 2.8. Функциональная схема платы сдвига начала

В состав платы входят:

- формирователь сдвига начала 1;
- формирователь сдвига начала 2;
- формирователь запуска;
- формирователь индикации.

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

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

Плата счетчиков

Плата счетчиков предназначена для формирования импульсов двенадцатиразрядного кода, 5 разрядов которого используются для запуска платы сдвига начала и платы задержки.

Входные сигналы платы счетчиков:

импульсы «Запуск 1» (с платы сдвига начала) с параметрами $U = 2,4 \text{ В}$, $\tau = 1 \text{ мкс}$;

«Импульс сброса» (с ПЗ) с параметрами $U = 4 \text{ В}$, $\tau = 1 \text{ мкс}$.

Функциональная схема платы счетчиков приведена на рис.2.9.

Состав платы:

- генератор 15 МГц;
- триггер;
- схема совпадения;
- делитель с коэффициентом деления 1:15;
- счетчик.

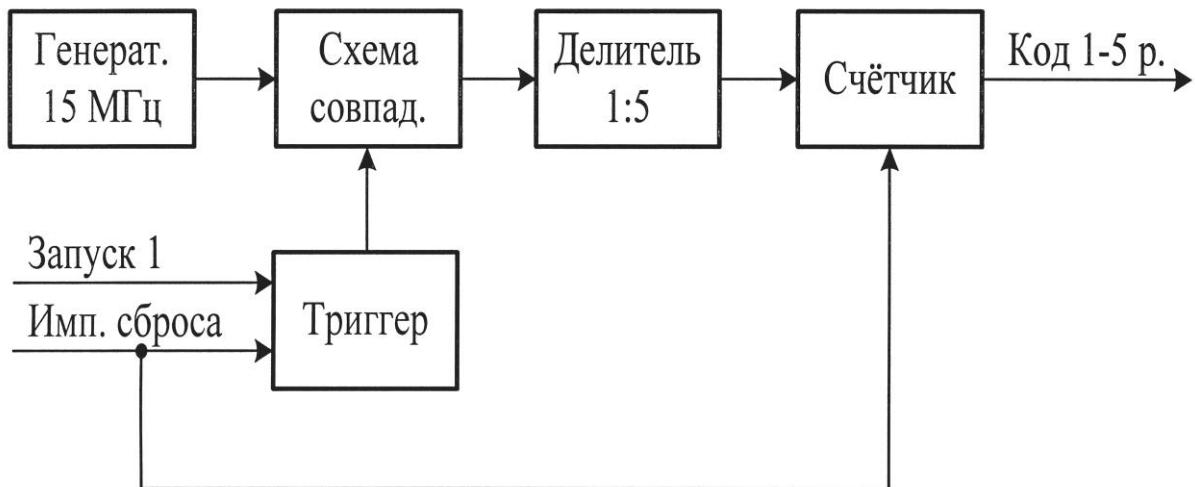


Рис. 2.9. Функциональная схема платы счетчиков

Генератор вырабатывает стабилизированные квадратные сигналы с частотой 15 МГц. Триггер переходит в состояние «1» с приходом импульса «Запуск 1», а «Импульс сброса» переводит триггер в состояние «0». Импульс с выхода триггера длительностью 25 мкс и сигналы с генератора 15 МГц подаются на схему совпадения. Со схемы совпадения сигнал генератора 15 МГц длительностью 25 мкс поступает на делитель с коэффициентом деления 1:15. Импульсы с делителя с частотой 1 МГц запускают 12-разрядный счетчик. В качестве выходных сигналов счетчика используются импульсы с 1-го по 5-й разряды.

Плата разверток посадочная

Плата разверток посадочная (ПР-П) предназначена для формирования сигналов электронной индикации положения антенны курса и глиссады.

Функциональная схема платы для канала Г приведена на рис.2.10, а временные диаграммы, поясняющие принцип её работы – на рис.2.11.

Функциональная схема платы ПР-П для канала К аналогична. На вход платы поступает напряжение «Углов. инф. Г» (содержит информацию о текущем угловом положении антенны глиссады) и напряжение «Индикация положения АК» (содержит информацию

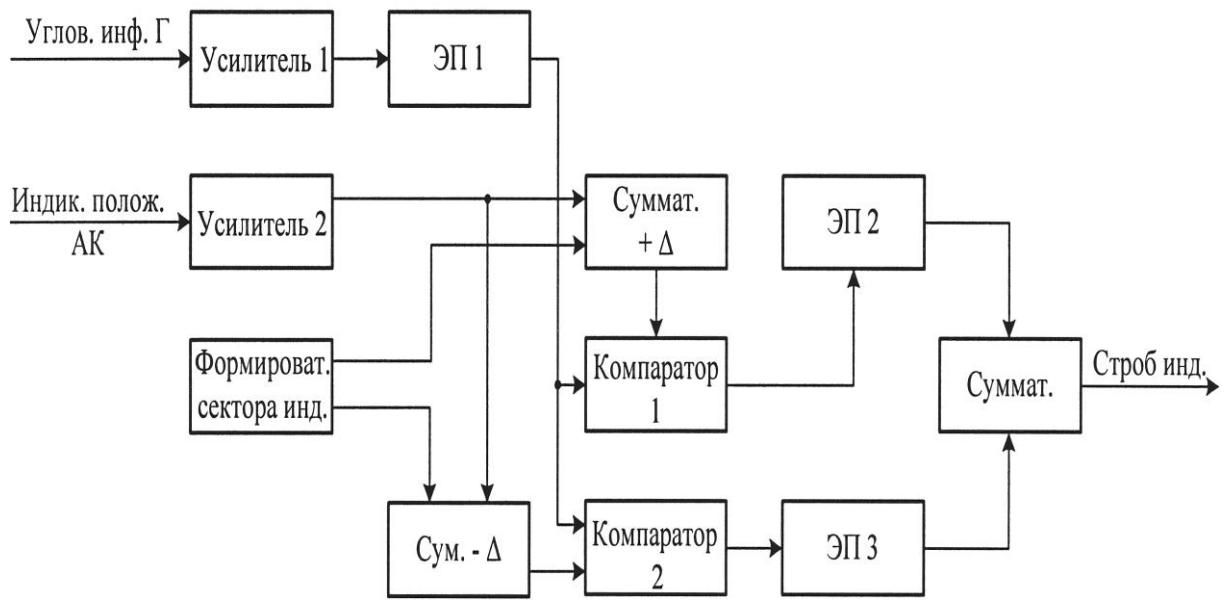


Рис. 2.10. Функциональная схема платы ПР-П

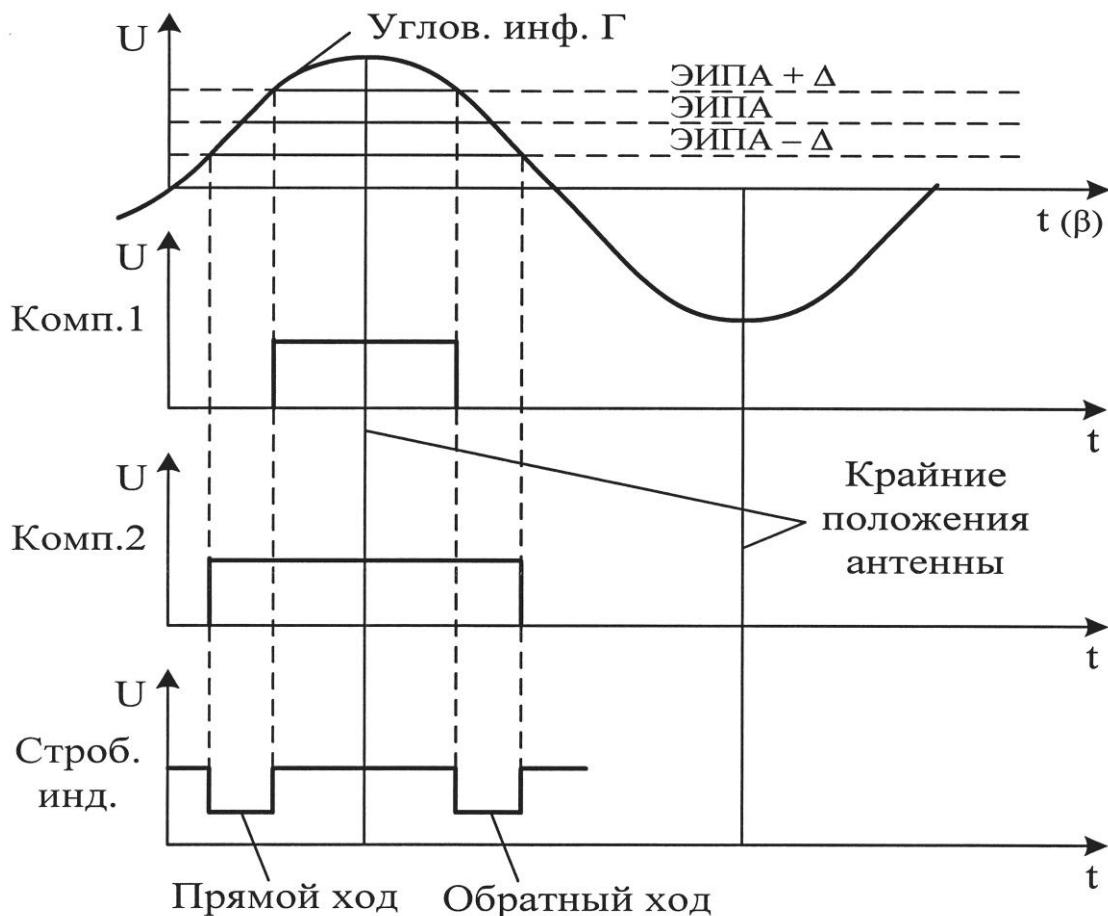


Рис. 2.11. Временные диаграммы в ПР-П

об углеворота антенны глиссады). С выхода усилителя 1 развертывающее напряжение через ЭП1 поступает на компараторы.

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

В момент превышения напряжением «Углов. инф. Г» уровней «ЭИПА+ Δ » и «ЭИПА- Δ » на выходах компараторов появляются положительные импульсы. Выходные напряжения компараторов остаются положительными до тех пор, пока напряжение «Углов. Инф. Г» не станет меньше уровней сравнения («ЭИПА+ Δ » и «ЭИПА- Δ »). Временные диаграммы поясняют процессы при сканировании антенны глиссады. С выходов компараторов через эмиттерные повторители 2 и 3 положительные импульсы подаются на сумматор с разными знаками. С выхода сумматора снимаются отрицательные импульсы, временное положение середины которых соответствуют угловому положению антенны курса в вертикальной плоскости, а длительность – ширине сектора индикации положения антенны. Этую величину подбирают равной ширине диаграммы направленности антенны курса в вертикальной плоскости. Эти импульсы используются в ПСН в качестве строба меток дальности.

Плата генераторов линии посадки БУО-П

A) Принцип построения ГЛП

Для получения соотношений, описывающих характер изменения координат ЗЛП и ЛРО, воспользуемся иллюстрациями на рис.2.12, где приведены основные геометрические соотношения, обозначения и расположение ЗЛП и ЛРО относительно ПРЛ-6М2 и взлетно-посадочной полосы (ВПП) по курсу и углу места (глиссаде).

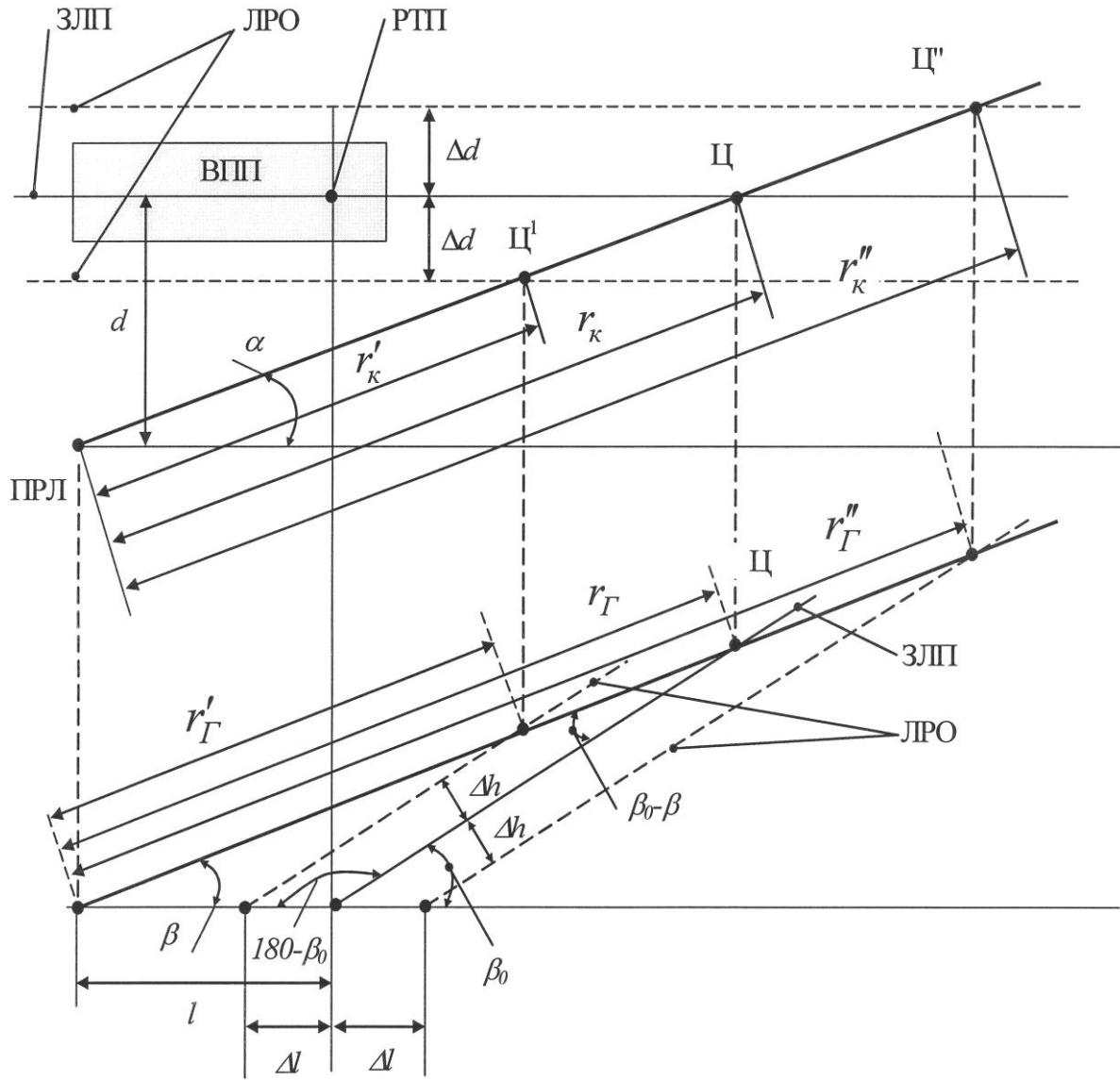


Рис. 2.12. Геометрические соотношения в ПРЛ-6М2

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

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

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

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

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

$$r_T \approx \frac{\beta_0 l}{\beta_0 - \beta}; \quad (4) \text{n} \quad r'_T \approx \frac{(l - \Delta l)\beta_0}{\beta_0 - \beta}; \quad r''_T \approx \frac{(l + \Delta l)\beta_0}{\beta_0 - \beta}.$$

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

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

Полученные выражения описывают местоположение заданной линии посадки и линии равных отклонений в прямоугольной системе координат индикатора. Для получения электронной индикации этих линий на экране ИКГ необходимо подавать на ЭЛТ видеоимпульсы в моменты времени, когда электронное пятно на линиях разверток по дальности для угловых положений антенн по курсу α и углу места β будет находиться в точках, соответствующих дальностям r_k, r'_k, r''_k . Принцип построения такого генератора отражает упрощенная схема, приведенная на рис.2.13.

Основными функциональными элементами ГЛП являются компараторы (K_{1H}, K_{2H}, K_{3H} и K_{1K}, K_{2K}, K_{3K} , H – начало, K – конец), генератор пилообразного напряжения (ГПН) и формирователь импульсов. Принцип работы ГЛП поясняется эпюрами напряжений. С приходом запускающих импульсов (1) ГПН формирует пилообразный импульс напряжения (2) длительностью T_p , соответствующей выбранному масштабу дальности. Линейная зависимость выходного сигнала ГПН соответствует левой части уравнений (1-6). Например, для уравнений ЗЛП (1) и (4) его амплитуда (U_α, U_β) пропорциональна для канала курса и $r_T(\beta_0 - \beta)$ для канала глиссады. Сигнал с выхода ГПН подается на первые входы компараторов K_{1H}, K_{2H}, K_{3H} и K_{1K}, K_{2K}, K_{3K} . На вторые входы компараторов K_{1H}, K_{2H}, K_{3H} подаются пороговые напряжения U_{Pi} , пропорциональные значениям: d на K_{2H} , $d - \Delta d$ на K_{1H} и $d + \Delta d$ на K_{3H} в интервале сектора обзора АК, а в интервале сектора

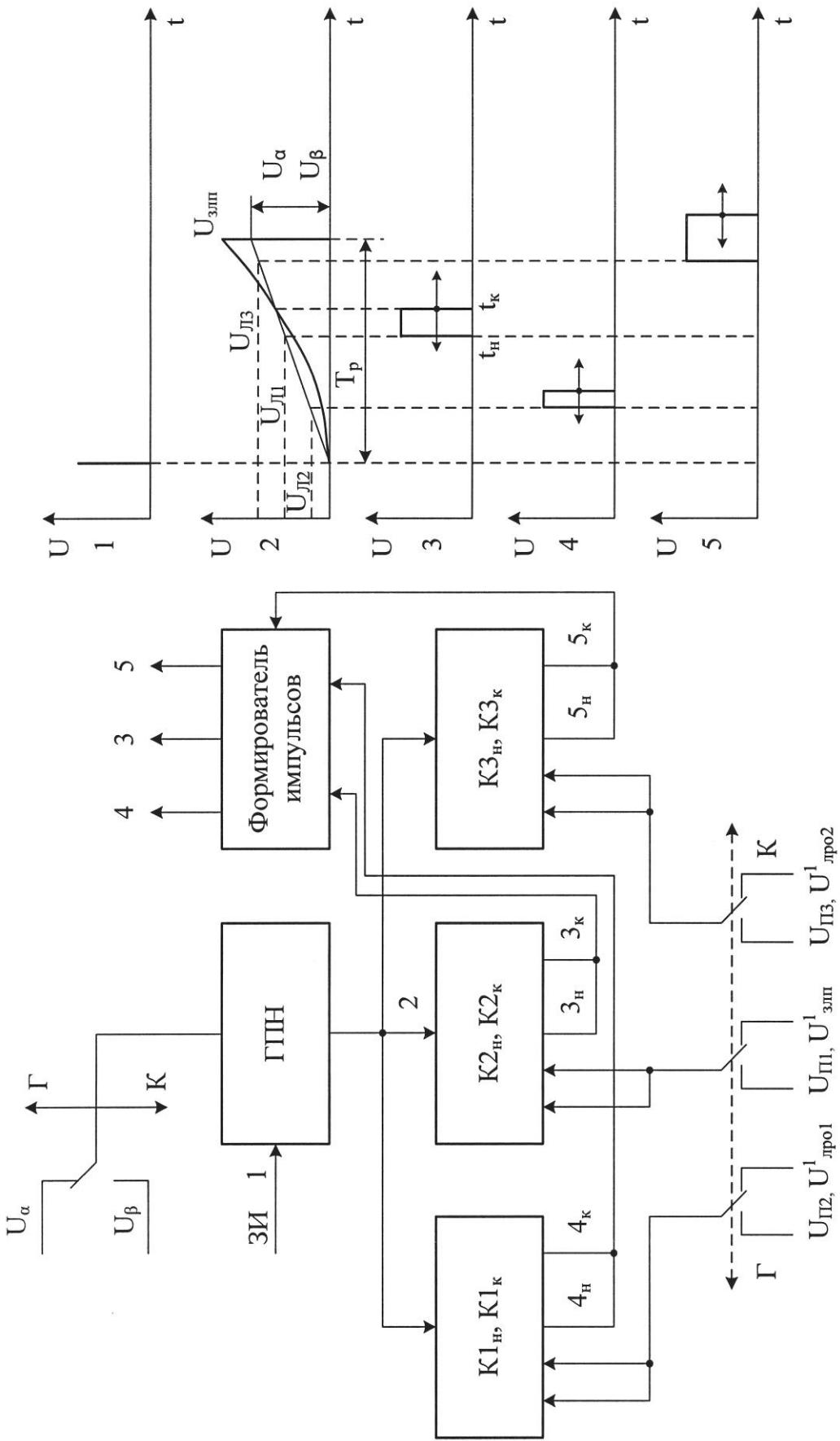


Рис. 2.13. Принцип работы генератора линии посадки

обзора АГ, соответственно $l\beta_0$, $l\beta_0 - \Delta h$, $l\beta_0 + \Delta h$.

Компараторы в момент совпадения значений двух входных напряжений формируют короткие прямоугольные импульсы 4_h , 3_h , 5_h , запускающие формирователь импульсов. Если длительность выходных сигналов формирователя импульсов была бы постоянной, то на ИКГ отображались линии разной толщины (рис.2.14,а). Для получения одинаковой толщины линий на экране ИКГ (рис.2.14,б), импульсы формирователя подвергаются широтной импульсной модуляции. Для этого на вторые входы компараторов K_{1K} , K_{2K} , K_{3K} подаются напряжения параболического вида $U^1_{\text{ЛРО}1,2}$ и $U^1_{\text{ЗЛП}}$. В моменты равенства этих напряжений (на рисунке показано только $U^1_{\text{ЗЛП}}$) и сигнала с выхода ГПН формируются импульсы 4_k , 3_k , 5_k , прерывающие формирование выходных импульсов (3), (4), (5). Для других углов курса и глиссады моменты совпадения этих напряжений будут меняться, обеспечивая одинаковую толщину линий.

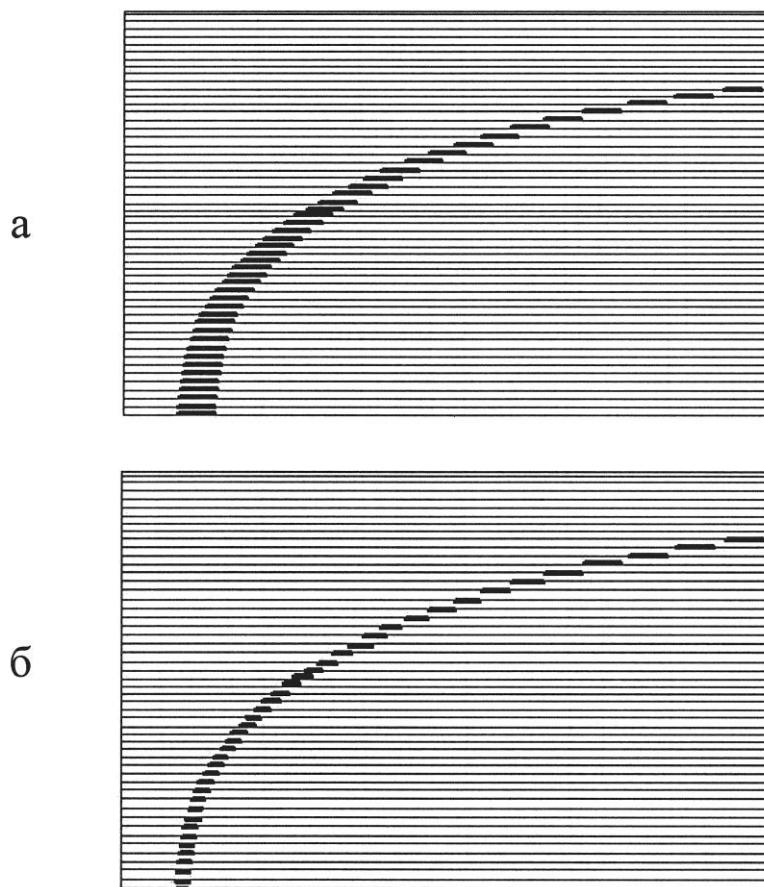


Рис. 2.14. Отображение линий положения на ИКГ

Б) Функциональная схема платы ГЛП

По своему составу и принципу работы платы ГЛП-К и ГЛП-Г одинаковы. Функциональная схема платы формирования линий канала курса представлена на рис.2.15, а временные диаграммы процессов в ней – на рис.2.16 (на примере формирования ЗЛП).

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

На плате входных сигналов (ПВС) размещены датчики опорного напряжения, формирующие напряжение, пропорциональное d , и датчик отклонения ЛРО относительно ЗЛП на величину Δd . Напряжение «Угловая информация К», пропорциональное $\sin \alpha$, где α – текущее угловое положение антенны курса, через операционный усилитель У1 и замкнутые контакты реле Р4 поступает в ПФЛ-З на интегратор У5. Интегратор У5 запускается прямоугольным импульсом, длительность которого определяется выбранным масштабом. Этот импульс формируется следующим образом. Импульсы запуска развертки, поступающие на плату ПФЛ-З, пройдя инвертор У1, запускают расширитель (триггер) У2. Импульс триггера по длительности перекрывает всю дистанцию ПРЛ. Он усиливается в усилителе У3 и управляет электронным ключом У4. Интегратор У5 формирует пилообразный импульс u_1 , крутизна нарастания которого пропорциональна угловому напряжению К. Его максимальная амплитуда для угла α_1 равна $U_{\text{угл.}1}$, для угла $\alpha_2 < \alpha_1$ – $U_{\text{угл.}2}$, а текущее значение пропорционально $r_K \sin \alpha$. Пилообразный импульс с интегратора поступает на первые входы схем сравнения У7, У10, У11, У14, У15, У18. На второй вход У10 с датчиков опорного напряжения поступает напряжение $U_{\text{п1}}$, пропорциональное d . В момент равенства $U_{\text{п1}}$ и u_1 У10 срабатывает, начинает формироваться импульс начала ЗЛП, запускающий формирователь У9. Момент окончания импульса ЗЛП определяется моментом срабатывания схемы сравнения У7, на второй вход которой с операционного усилителя У8 поступает напряжение, по форме близкое к параболическому. Начальное значение этого напряжения, пропорциональное $U_{\text{п1.}}$ поступает в У8 с инверторов У2, У4 ПВС.

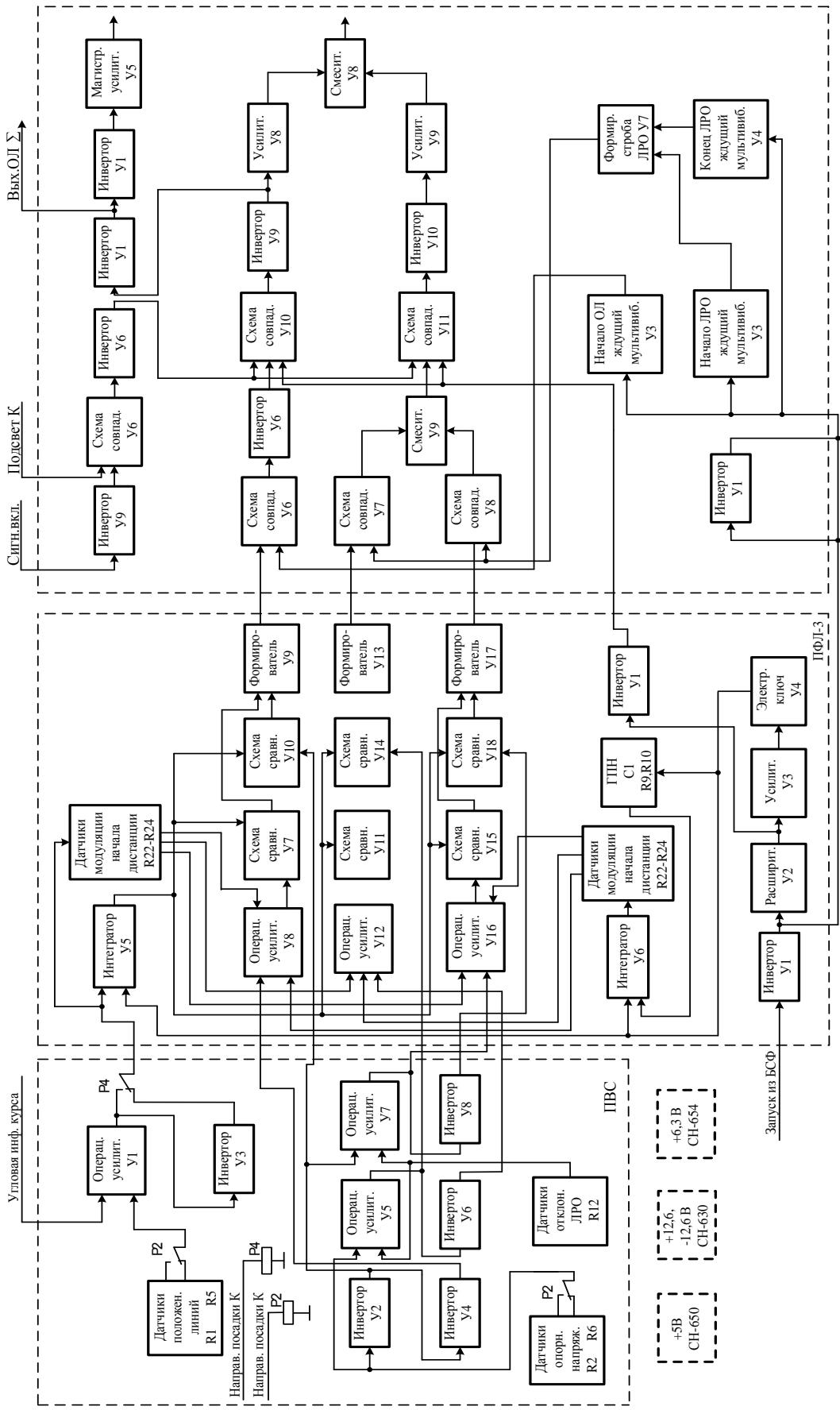


Рис. 2.15. Функциональная схема платы формирования линий канала курса

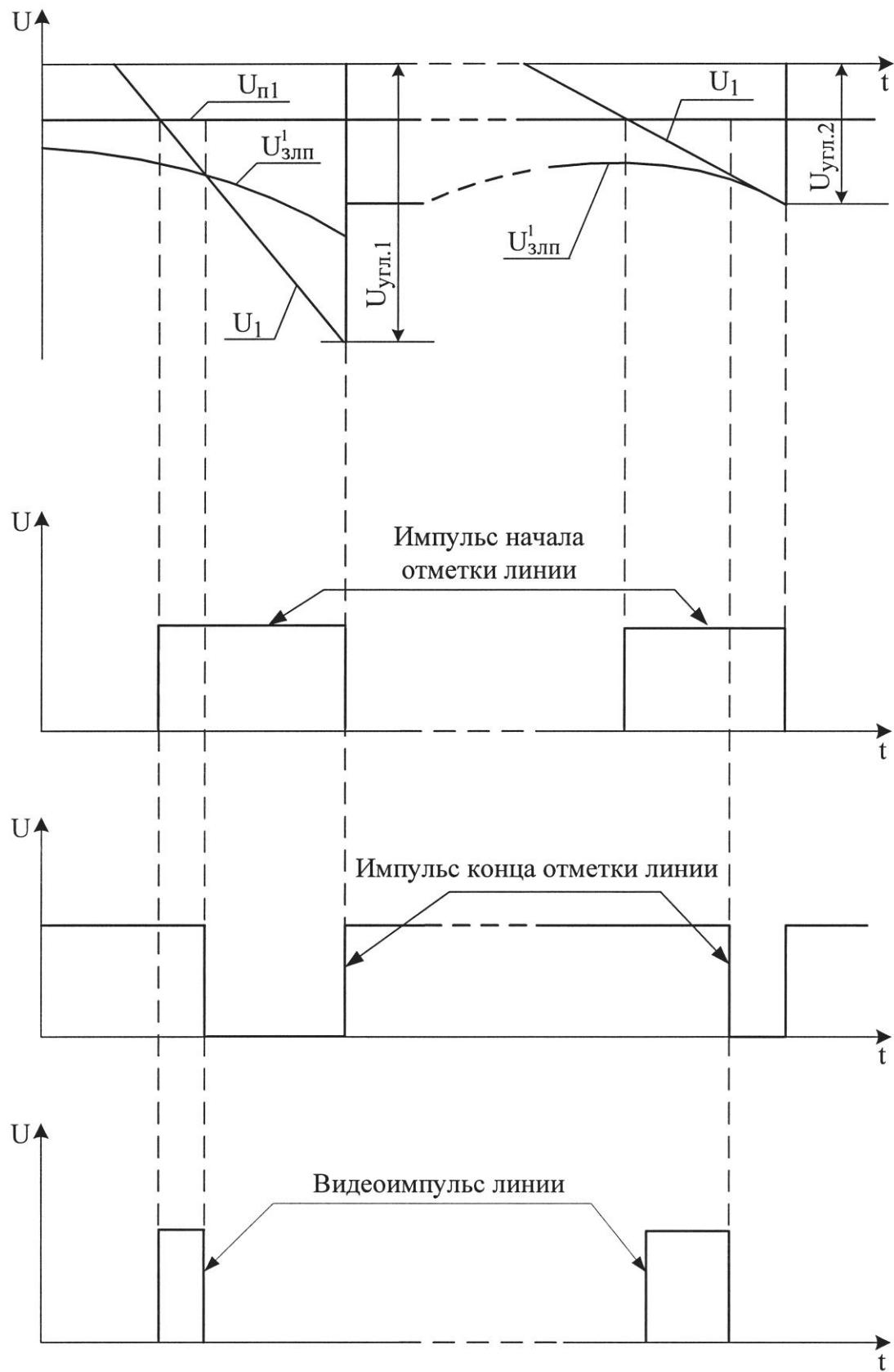


Рис. 2.16. Временные диаграммы процессов в плате формирования линий канала курса

Параболическое напряжение формируется путем двойного интегрирования прямоугольного импульса с электронного ключа У4 в генераторе пилообразного напряжения (ГПН на С3, R9, R10) и интеграторе У6. Амплитуда этого напряжения зависит от угла α , что обеспечивается изменением коэффициентов усиления усилителей У8 (для ЗЛП), У12 (для ЛРО1), У16 (для ЛРО2) сигналами с датчиков модуляции начала дистанции R22-R24. Схема сравнения У7 формирует импульс конца ЗЛП, прерывающий работу формирователя У9.

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

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

Формирователи У9, У13, У17 формируют видеоимпульсы положительной полярности, передний фронт этих импульсов совпадает с началом импульса отметки линии, а задний – с началом импульса конца отметки линии. С выхода формирователей У9, У13, У17 модулированные по длительности видеоимпульсы ЗЛП, ЛРО1, ЛРО2 подаются в плату выходных устройств (ПВУ) на схемы совпадения У6, У7, У8. На вторые входы схем совпаде-

ния поступают прямоугольные импульсы с мультивибратора У2 и формирователя строба ЛРО У7. Ждущий мультивибратор У2 формирует стробирующий импульс ЗЛП. Импульсы мультивибратора У3 запускают формирователь строба ЛРО У7. Окончание строба ЛРО определяется длительностью импульса мультивибратора У4. Все мультивибраторы запускаются импульсами запуска развертки с инвертора У1 ПФЛ-3. Стробированные по дальности видеоимпульсы ЛРО1 и ЛРО2 поступают на смеситель У9, а затем на схему совпадения У11, где стробируются импульсами расширителя с ПФЛ-3, импульсами «Подсвет К» и сигналом включения ИКГ. После схем совпадения У10, У11 видеоимпульсы «ЗЛП», «ЛРО1» и «ЛРО2» инвертируются в У9, У10 и поступают на усилители У8, У9. Амплитуды видеоимпульсов «ЗЛП», «ЛРО1» и «ЛРО2» на входе смесителя У8 могут регулироваться независимо. Смешанные видеоимпульсы «ЗЛП», «ЛРО1» и «ЛРО2» проходят на совмещенный выход ПВУ.

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

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

2.3. Блок разверывающих напряжений БРН-021

2.3.1. Функциональная схема БРН-021

Блок БРН-021 обеспечивает формирование разверывающих напряжений, пропорциональных угловым положениям антенн по курсу в секторе $\pm 17,5^\circ$ и глиссаде в секторе от -1° до $+8^\circ$. Эти напряжения необходимы для управления разверткой в индикаторе курса и глиссады ПРЛ-6М2 и ВИСП-75Т на КДП. Принцип дей-

ствия блока БРН-021 рассмотрим по функциональной схеме, приведенной на рис.2.17, и временными диаграммам на рис.2.18.

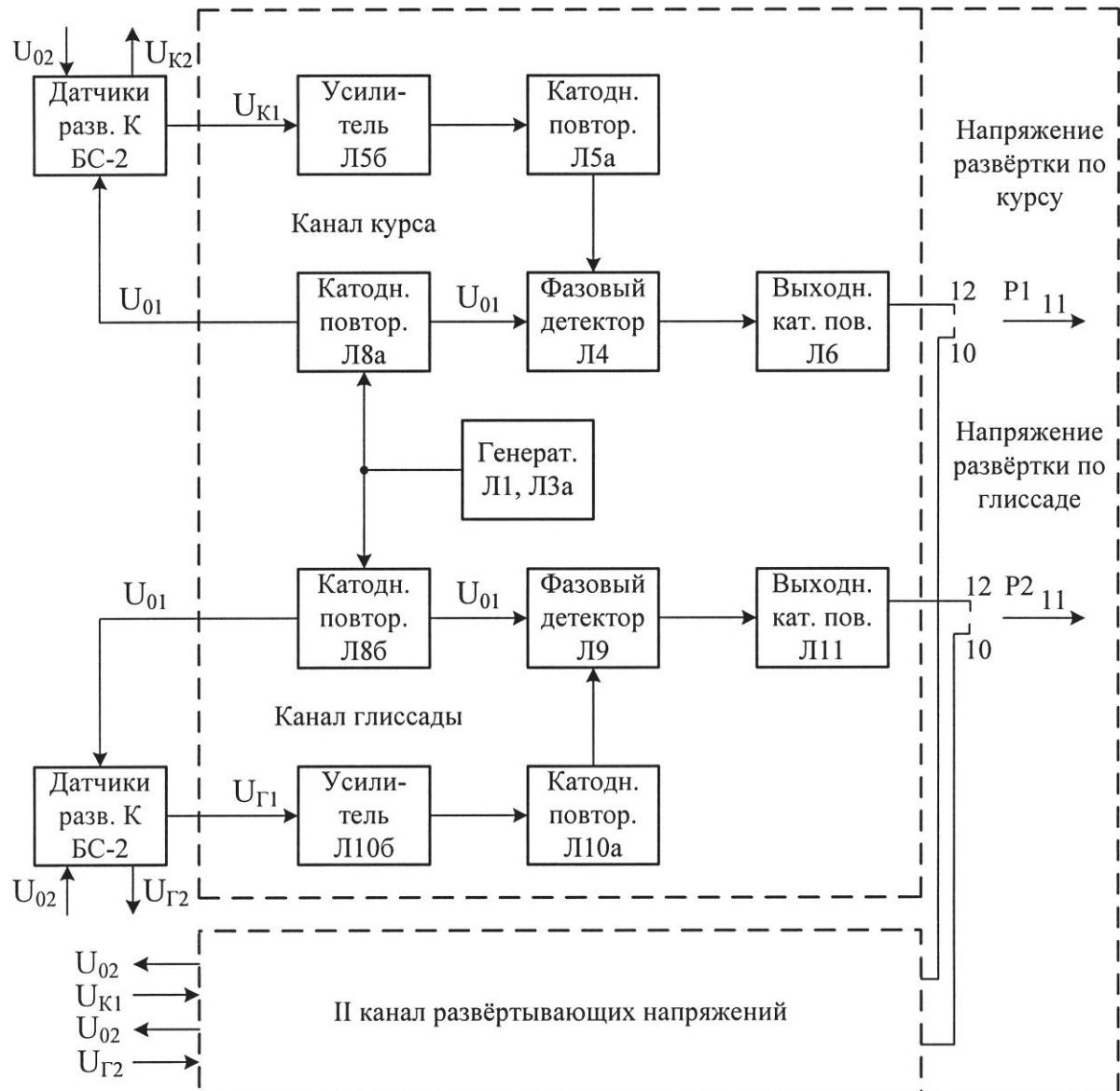


Рис. 2.17. Функциональная схема БРН-021

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

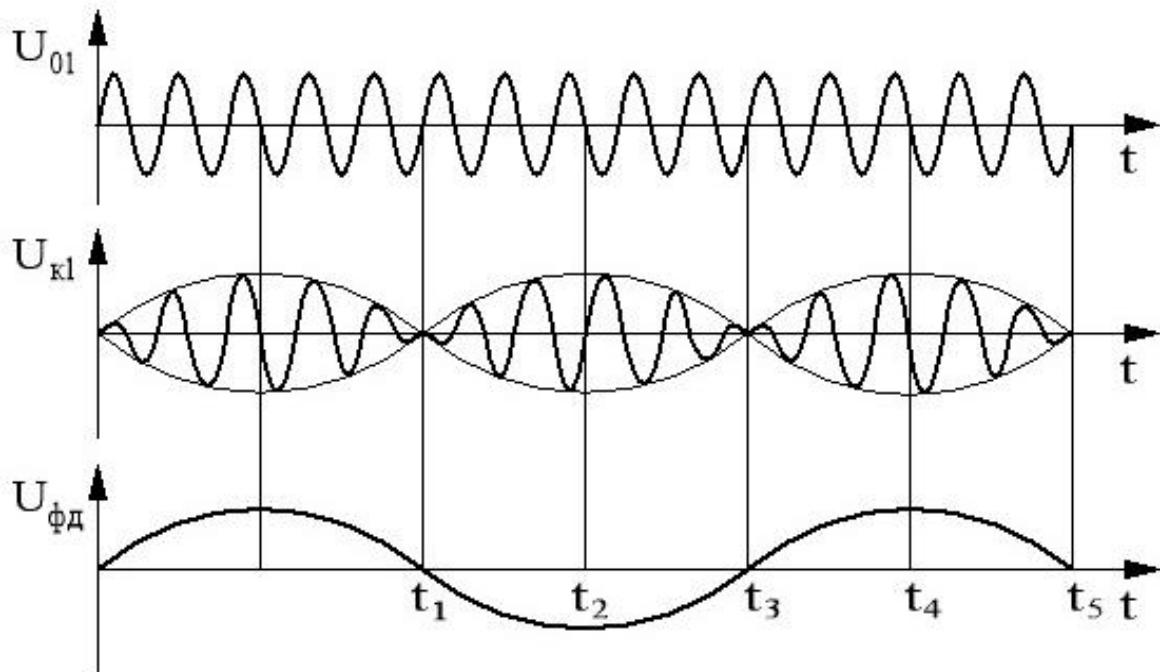


Рис. 2.18. Временные диаграммы сигналов в БРН-021

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

тель Л8б, усилитель Л10б, катодный повторитель Л10а, фазовый детектор Л9 и выходной катодный повторитель Л11.

Так как антenna К сканирует в малом секторе $\pm 17,5^0$, то на выходе фазового детектора ($\Phi\Delta$) будет напряжение, закон изменения которого близок к линейному ($\sin x \approx x$) (рис.2.19). Это позволяет получить на ИКГ практически неискаженную развертку в секторе курса.

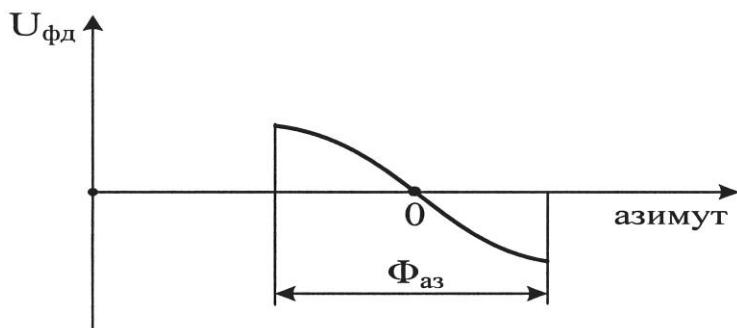


Рис. 2.19. Сигнал на выходе фазового детектора в секторе $\Phi_{\text{аз}}$

2.3.2. Принципиальная схема канала формирования развертывающих напряжений курса и глиссады

Генератор опорного напряжения

Генератор опорного напряжения вырабатывает непрерывные синусоидальные колебания с частотой 6 кГц. Это напряжение используется для запитки роторных обмоток сельсинов развертывания антенн курса и глиссады, а также в качестве опорного для фазовых детекторов каналов курса и глиссады. Принципиальная схема генератора опорного напряжения приведена на рис.2.20.

Генератор представляет собой двухканальный резистивный усилитель, охваченный как положительной, так и отрицательной обратной связью. Цепь положительной обратной связи определяет частоту генерируемых колебаний и состоит из резисторов R5, R7 и конденсаторов C2, C3. При этом частота генерируемых колебаний определяется из выражения

$$f = \frac{1}{6,23\tau}, \quad (2.1)$$

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

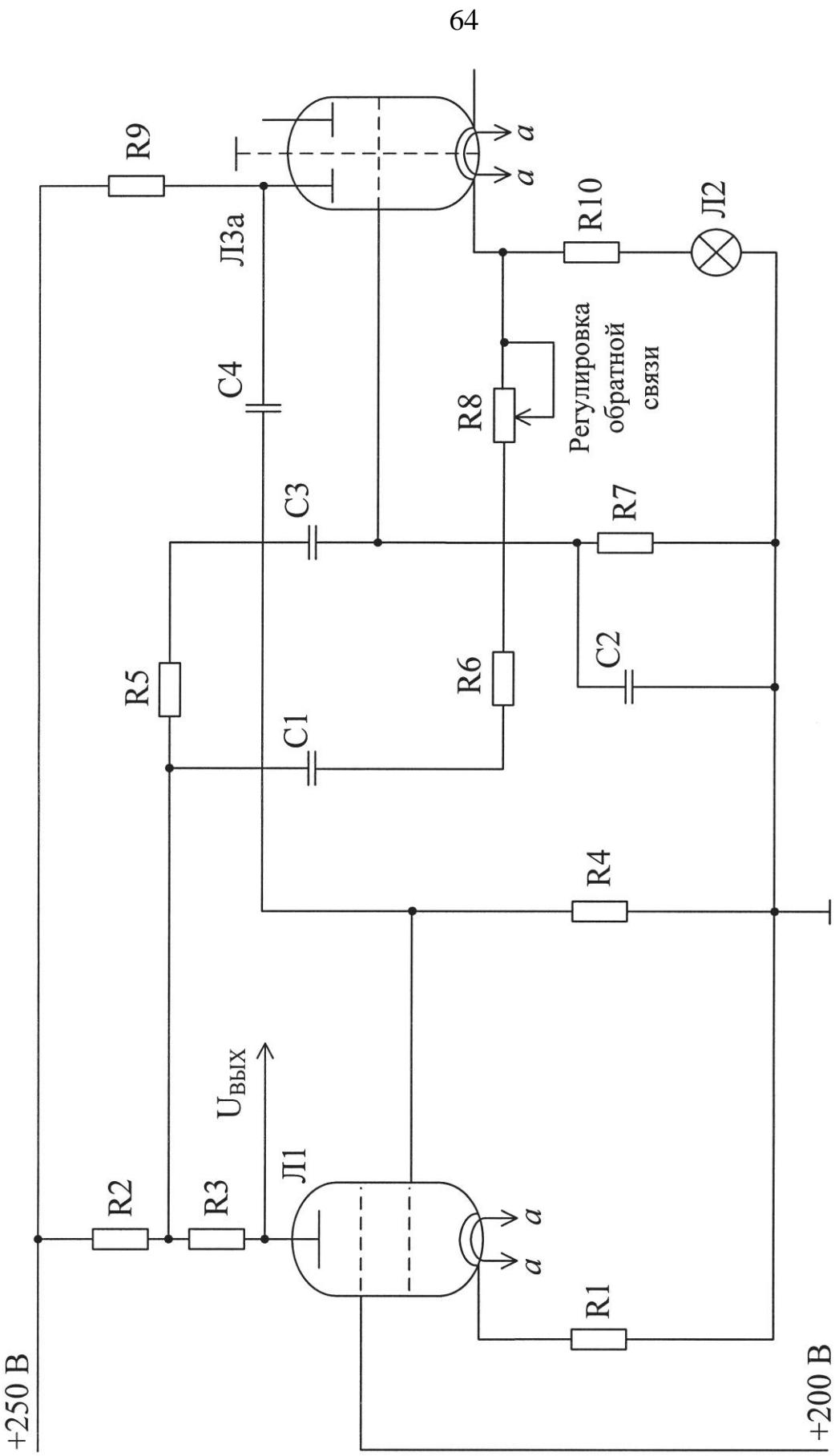


Рис. 2.20 Принципиальная электрическая схема опорного генератора $F=6 \text{ кГц}$

Для поддержания неизменного режима работы генератора и постоянства амплитуды его выходного сигнала используется цепь отрицательной обратной связи, состоящая из резисторов R6, R10, потенциометра R8 и нелинейного сопротивления лампы накаливания Л2. Изменение величины отрицательной обратной связи выполняется с помощью резистора R8 (РЕГУЛИРОВКА ОБРАТНОЙ СВЯЗИ). Автоматическая регулировка амплитуды выходного напряжения генератора при изменении температуры нагрева аппаратуры происходит благодаря нелинейным свойствам лампы накаливания Л2. Например, при уменьшении амплитуды выходного напряжения с анодной нагрузки лампы Л1 ток, протекающий через лампу Л2, уменьшается, что приводит к уменьшению потенциала катода Л3а, возрастанию напряжения на управляющей сетке лампы Л1 и росту ее тока. В результате этого возрастает величина выходного напряжения генератора до первоначального значения.

Фазовый детектор

Принципиальная схема фазового детектора канала курса, выделяющего огибающую выходного сигнала датчика развертывания по курсу, показана на рис.2.21. Для пояснения принципа работы ФД воспользуемся временными диаграммами на рис.2.18. ФД построен по схеме детектора коммутируемого типа. Опорное напряжение для первого канала курса с генератора 6 кГц, которое на рис.2.18 обозначено U_{01} , поступает на первичную обработку трансформатора Тр1 (выводы 4, 5). Вторичные обмотки трансформатора 7, 8 и 9, 10 подключены к управляющим сеткам лампы Л4 синфазно. Выходной сигнал ФД снимается с конденсатора С7. Вторым входным сигналом ФД является амплитудно-модулированное колебание U_{K1} . Оно подается на анод лампы Л4а и катод лампы Л4б. В моменты прохождения антенной курса значений 0° и 180° происходит изменение текущей фазы выходного сигнала датчика развертывания по курсу U_{K1} . Рассмотрим работу фазового детектора на интервалах времени $t_1 - t_2$, $t_2 - t_3$, $t_3 - t_4$, $t_4 - t_5$.

В момент времени t_1 конденсатор С7 полностью разряжен. Начиная с $t > t_1$, лампа Л4б отпирается в моменты совпадения

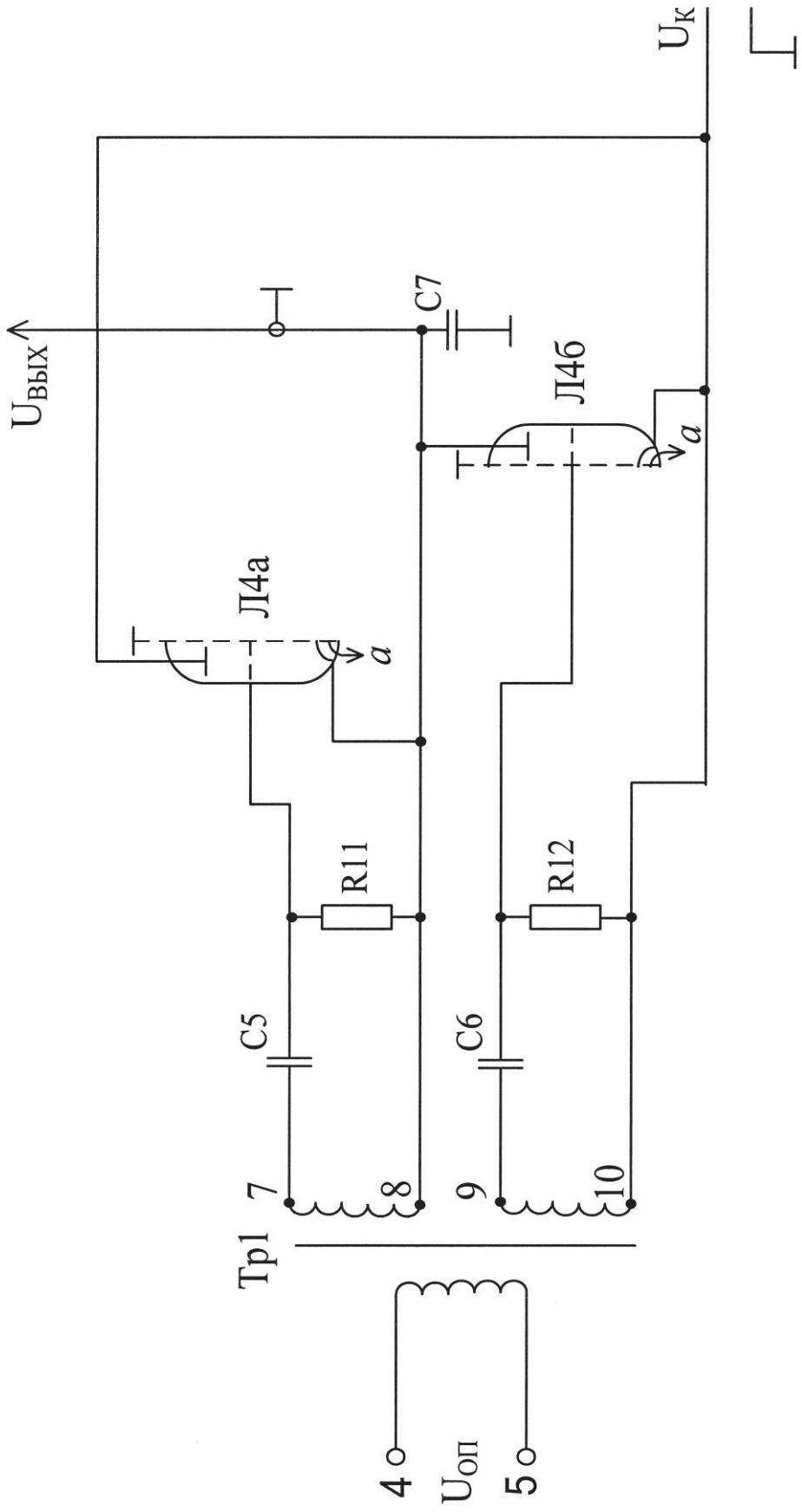


Рис. 2.21. Принципиальная электрическая схема фазового директора курса

положительной полуволны опорного напряжения на ее сетке с отрицательной полуволной сигнала U_{K1} на катоде этой лампы. Конденсатор С7 будет подзаряжаться и к моменту времени t_2 зарядится до максимального отрицательного амплитудного значения сигнала U_{K1} . Ток заряда протекает по цепи: корпус – конденсатор С7 – лампа Л4б – статорная обмотка сельсина. Заряд конденсатора С7 прекращается, когда потенциал анода Л4б окажется более отрицательным по сравнению с катодом (в момент $t = t_2$). Лампа Л4б запирается. Одновременно отпирается лампа Л4а, так как ее катод, за счет заряда конденсатора С7, будет более отрицательным, чем анод. В течение интервала времени $t_2 - t_3$ лампа Л4а будет отпираться в моменты совпадения положительных полуволн опорного сигнала U_{01} и отрицательных полуволн напряжения сигнала U_{K1} . Конденсатор С7 будет перезаряжаться через лампу Л4а до нулевого значения напряжения по цепи: статорная обмотка сельсина – лампа Л4а – С7 - корпус. В момент $t = t_3$ напряжение на С7 будет равно нулю, но, начиная с момента времени $t > t_3$, лампа Л4а отпирается в моменты совпадения положительных полуволн опорного напряжения U_{01} и положительных полуволн сигнала U_{K1} . Конденсатор С7 будет заряжаться до максимального положительного амплитудного значения сигнала U_{K1} . В момент $t = t_4$ потенциал анода лампы Л4а станет отрицательным по отношению к катоду, и лампа закроется. С этого момента отпирается лампа Л4б, так как за счет положительного заряда конденсатора С7 её анод будет более положительным, чем катод. В течение интервала времени $t_4 - t_5$ лампа Л4б отпирается в моменты совпадения положительных полуволн напряжения U_{01} с положительными полуволнами напряжения U_{K1} , а конденсатор С7 будет перезаряжаться до нулевого значения амплитудного напряжения сигнала U_{K1} . С момента времени $t > t_5$ весь процесс повторится. В результате на конденсаторе С7 получается напряжение, повторяющее огибающую сигнала U_{K1} .

Напряжение с конденсатора С7 поступает на низкочастотный RC - фильтр для сглаживания пульсаций частоты 6 кГц.

Аналогичным образом функционирует и второй (резервный) канал формирования развертывающих напряжений курса и глиссады.

2.4. Датчики развертывания курса и глиссады

В качестве датчиков развертывания курса и глиссады в ПРЛ-6М2 используются бесконтактные сельсины типа БС-2. Так как принцип действия этих сельсинов и конструкция одинаковы, то рассмотрим работу бесконтактного сельсина курса. Бесконтактный сельсин по своей конструкции представляет электромеханическое устройство, по внешнему виду сходное с электродвигателями малой мощности, и работает в трансформаторном режиме. Сельсин состоит из двух основных элементов: ротора, ось которого механически связана с приводом антенны курса, и неподвижного статора. Принципиальная схема бесконтактного сельсина показана на рис.2.22.

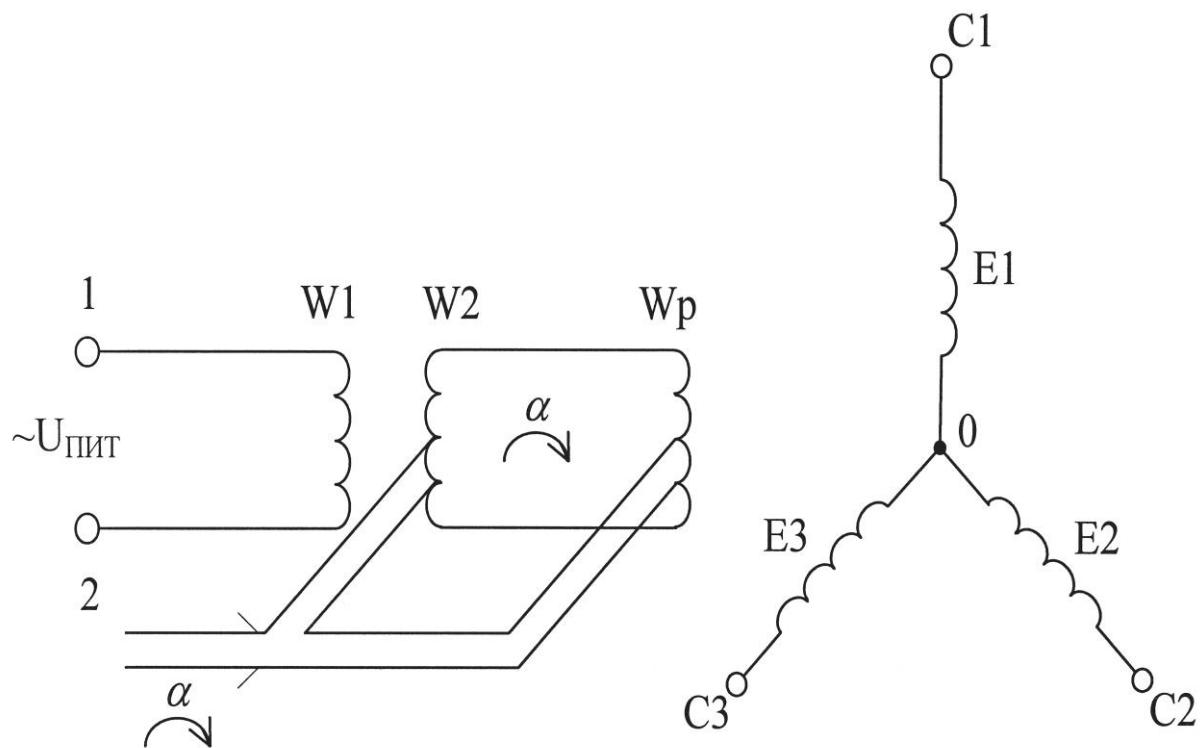


Рис.2.22. Принципиальная схема бесконтактного сельсина

На статоре размещается запитывающая обмотка W_1 , на которую поступает напряжение от опорного генератора 6 кГц. Выходные обмотки статора имеют выводы C_1 , C_2 , C_3 . На роторе намотаны обмотки W_2 и W_p . Особенностью конструкции сель-

сина является то, что величина ЭДС, наводимой в роторной обмотке W_2 запитывающим напряжением с W_1 , не зависит от угла поворота ротора. Эта ЭДС запитывает роторную обмотку W_p . Так выполняется бесконтактная запитка роторной обмотки. Возникающий вокруг роторной обмотки магнитный поток наводит в статорных обмотках C_1, C_2, C_3 ЭДС, амплитуды которых равны:

$$\begin{aligned} E_1 &= E_{\text{МАКС}} \cos \alpha, \\ E_2 &= E_{\text{МАКС}} \cos(\alpha - 120^\circ), \\ E_3 &= E_{\text{МАКС}} \cos(\alpha - 240^\circ), \end{aligned} \quad (2.2)$$

где $E_{\text{МАКС}}$ – максимальное значение ЭДС, α – угол поворота оси ротора сельсина. Вид выходного сигнала сельсина с обмотки C_1 приведен на рис.2.18. Его амплитуда зависит от угла поворота антенны α , а фаза изменяется на противоположную в точках нулевых амплитуд.

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

2.5. Конструкция блоков аппаратуры отображения ПРЛ-6М2

Блок развертывающих напряжений (рис.2.23) построен по схеме каркасной конструкции. Структурно БРН-021 включает 2 канала формирования развертывающих напряжений. На лицевой части блока расположены: электроизмерительный прибор для контроля амплитуд развертывающих напряжений К и Г; индикаторные лампы выбранных в работу каналов (I канал, II канал); предохранители блоков питания. С помощью тумблера выбираются контролируемые напряжения - РАЗВ. НАПР. К и РАЗВ. НАПР. Г.

На лицевой панели блока БУО-П (рис.2.24) под крышкой расположены:

- переключатель выбора масштабов;
- регулировочные щлицы потенциометров – яркости меток дальности;
- яркости меток линий посадки;

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

Блок БИ-45 (индикатор курса и глиссады) размешён в средней части пульта контроля и управления (рис.2.24). На переднюю панель индикатора вынесены шлизы потенциометров оперативной регулировки: ЯРКОСТЬ, ФОКУС, ВИДЕО-1. Регулировки полуоперативного управления установлены в верхней части БИ-45: ЦЕНТР X, ЦЕНТР Y, РАЗМЕР X1, РАЗМЕР X2, РАЗМЕР X3, РАЗМЕР Y1, РАЗМЕР Y2, РАЗМЕР Y3, ВИДЕО-2, ВИДЕО-3, КОР. ЯРКОСТИ.

Контрольные вопросы к главе 2

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

3. АППАРАТУРА РАДИОСВЯЗИ И ОБЪЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ РСП-6М2

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

Аппаратура радиосвязи (РС) обеспечивает группе руководства полетами двухстороннюю симплексную радиосвязь с самолетами, находящимися в зоне действия диспетчерского радиолокатора, по трем независимым каналам в УКВ и ДЦВ диапазонах,

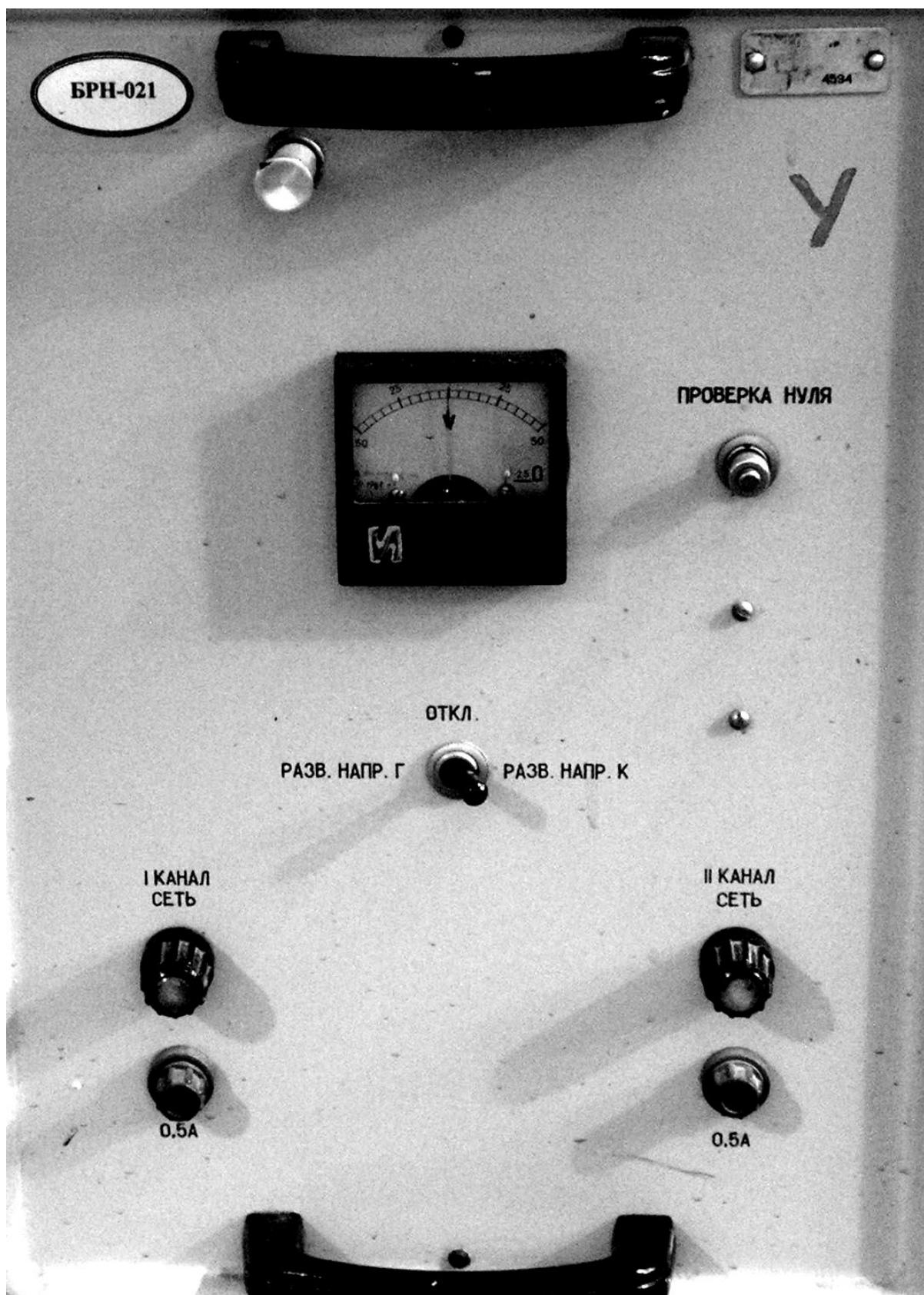


Рис. 2.23. Передняя панель БРН-021



Рис. 2.24. Размещение блоков аппаратуры отображения на пульте контроля и управления

документирование радиообмена оператора посадки. Аппаратура радиосвязи включает три радиостанции типа Р-863, громкоговорящую и телефонную связь.

Основные тактико-технические характеристики радиостанции Р-863 приведены в табл.3.1.

Таблица 3.1

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

Наименование характеристики	Величина
Технические характеристики	
10. Диапазон рабочих частот: МВ ДМВ	100...149,975 МГц 220...399,975 МГц
11. Количество рабочих частот в диапазоне	МВ - 2000 ДМВ - 7200
12. Разнос частот между соседними каналами (шаг сетки частот)	25 кГц
13. Мощность передатчика в режиме несущей при активном сопротивлении эквивалента антенны 50 Ом и длине фидера 1,5 м	не менее 30 Вт
14. Чувствительность приемника	не хуже 3 мкВ
15. Виды модуляции (манипуляции)	АМ, ЧМ, ЧТ
16. Коэффициент модуляции (девиация) передатчика при входном напряжении модулятора 0,25 В с частотой 1000 Гц: в режиме АМ в режиме ЧМ	не менее 80% не менее 4 кГц
17. Девиация частоты передатчика в режиме ЧТ	±3 кГц
18. Скорость телеграфирования	300...4800 Бод
19. Ослабление побочных излучений передатчика	не менее 60 дБ
20. Порог срабатывания подавителя шумов (ПШ) превышает чувствительность приемника	
21. Полоса пропускания приемника при ослаблении: 6 дБ (2 раза) 60 дБ (1000 раз)	узкая широкая 18 кГц 40 кГц 45 кГц 90 кГц
22. Потребляемая мощность: в режиме приема: в режиме передачи	не более 50 Вт не более 550 Вт

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

Структурная схема аппаратуры РС изображена на рис.3.1.

Радиостанции Р-863 обеспечивают работу трех независимых каналов автоматического радиопеленгатора АРП -11. Радиостанции, работающие с АРП в режиме приема, работают от антенны АРП через предварительные высокочастотные усилители блока, а в режиме передачи – на дискоконусную антенну. Радиостанция, работающая только на радиосвязь, работает с дискоконусной антенной.

Аппаратура звукозаписи представлена двумя магнитофонами МН-61.

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

Включение РС сводится к подаче на БП-145 питания напряжением 220 В 400 Гц со щита питания ЩП-6. Напряжение +27 В с БП-145 поступает на БУР-1 и далее на аппаратуру управления. При отсутствии напряжения от блока БП-145 питание осуществляется от аккумуляторной батареи. Включение радиостанций может производиться местно с блока БУР-1 и дистанционно с панели ПРС-1 операторов обзора и посадки. Местное включение производится установкой тумблеров ВКЛЮЧЕНИЕ КАНАЛОВ РС в положение МЕСТН. на блоке БУР-1 (рис.3.2). Этот режим дает возможность раздельного включения радиостанций и используется для проверки и настройки радиостанций. Дистанционное включение производится с панели ПРС-1 тумблерами ВКЛ. РС (рис.3.3). При этом тумблеры ВКЛЮЧЕНИЕ КАНАЛОВ

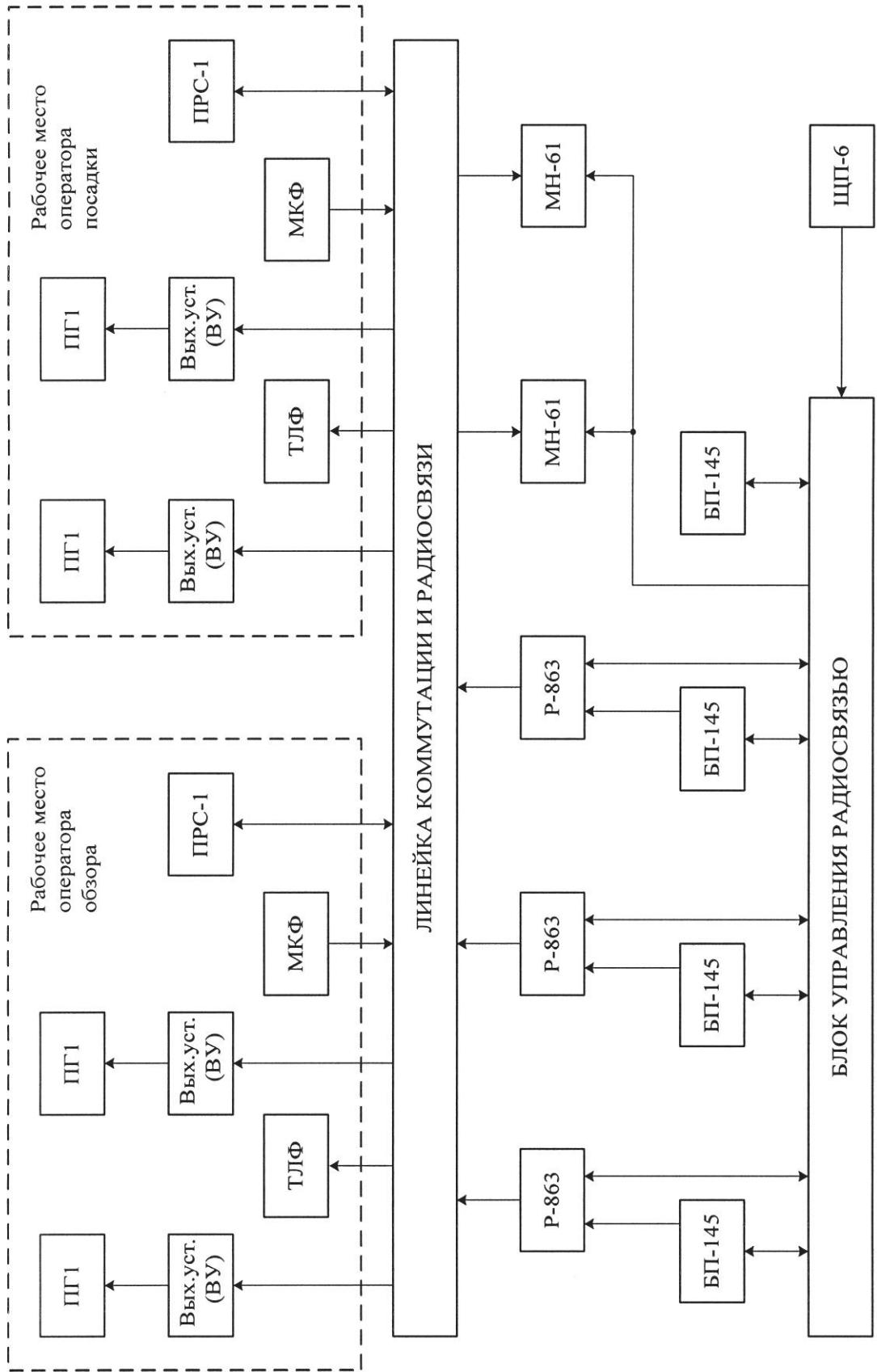


Рис. 3.1. Структурная схема аппаратуры радиосвязи

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

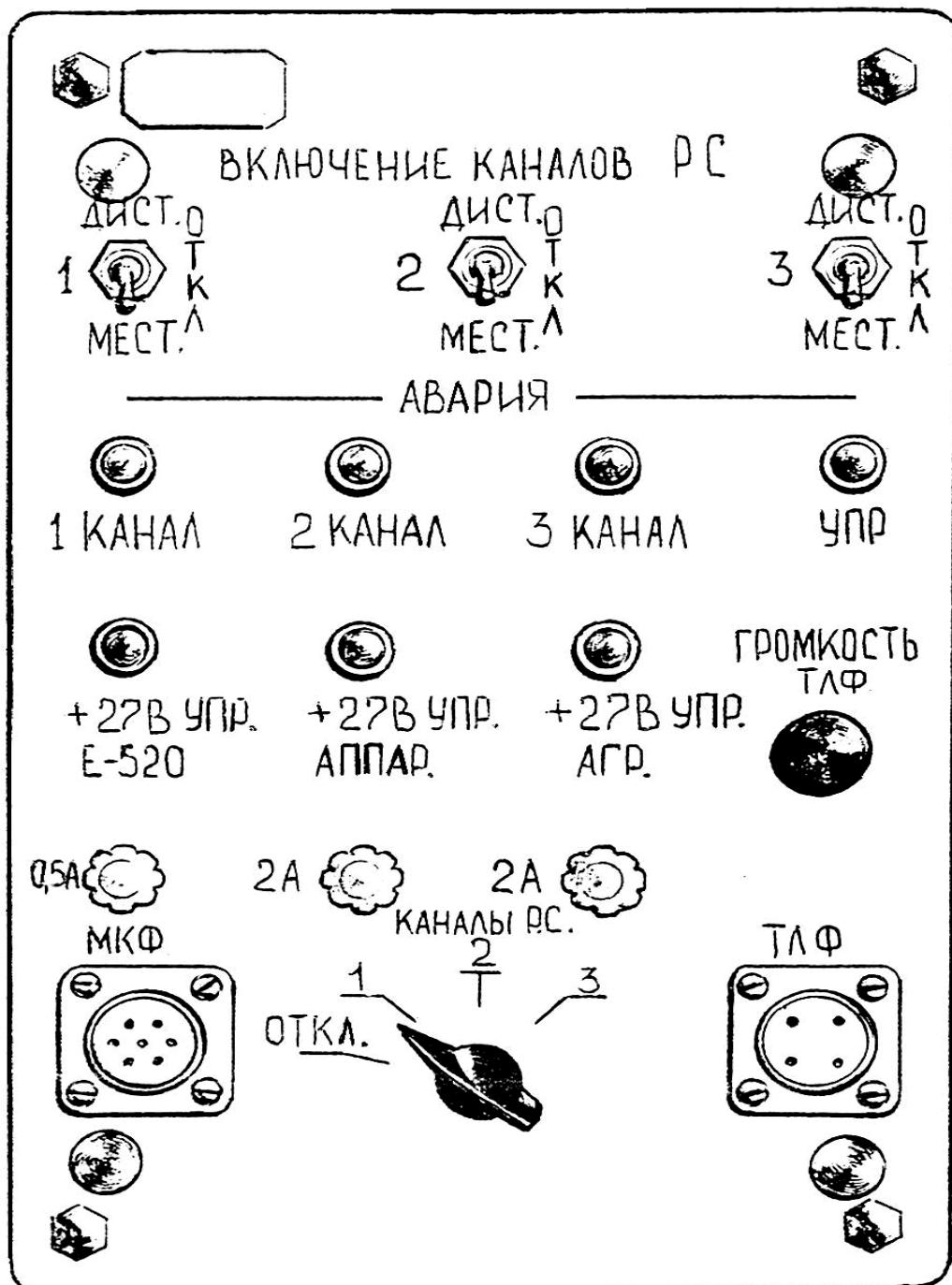


Рис. 3.2. Передняя панель БУР-1

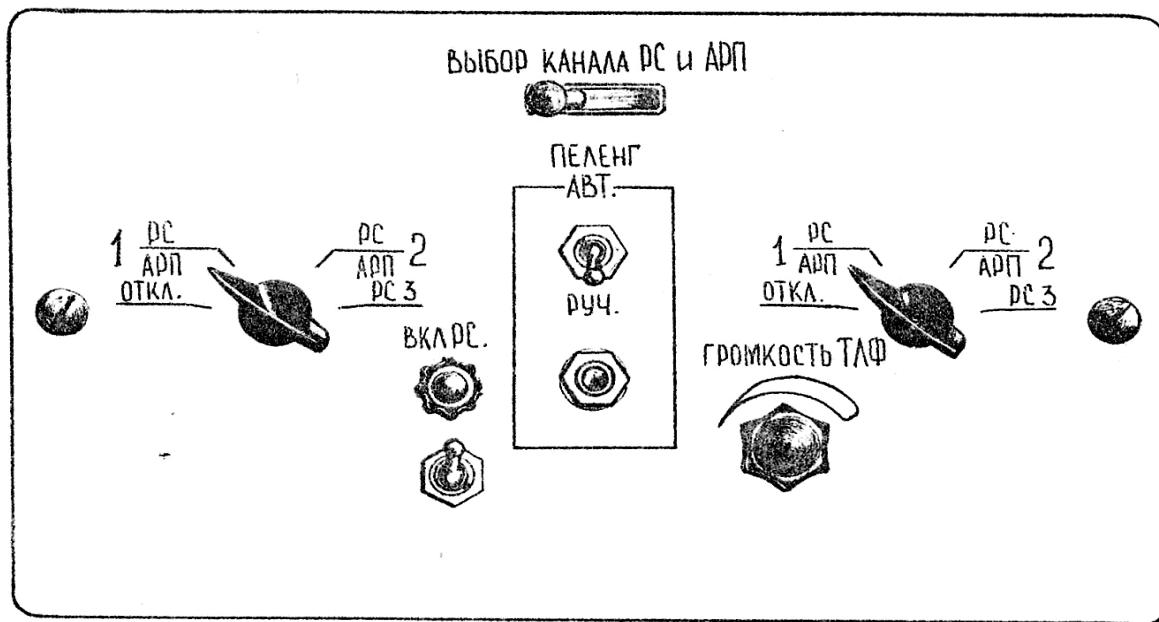


Рис. 3.3. Панель ПРС-1

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

На каждом рабочем месте операторов ДРЛ и ПРЛ установлена панель ПРС-1, на которой сосредоточены органы оперативного управления РС. Два галетных переключателя ВЫБОР КАНАЛА РС и АРП дают возможность выбрать два канала из трех: один для связи, другой для прослушивания. Назначение выбранных каналов определяется положением ключа. Если ключ находится в левом положении (рис.3.3), то радиостанция, выбранная левым переключателем, – рабочая (передача, прием), а правым – на прослушивание; если ключ в правом положении, то наоборот.

По рабочему каналу оператор ведет радиообмен с экипажами самолетов, а по каналу прослушивания только прослушивает эфир. Переключение радиостанции рабочего канала в режим передачи производится нажатием кнопки ПЕРЕДАЧА, установленной на корпусе микрофона.

После настройки радиостанций они могут быть проверены с выходом в эфир непосредственно с блока БУР-1. Для этой

цели на блоке имеются разъемы для подключения микрофона и телефона и переключатель КАНАЛЫ РС на 3 положения, с помощью которого производится выбор канала (рис.3.2).

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

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

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

3.2. Аппаратура громкоговорящей связи

Аппаратура громкоговорящей связи (ГГС) обеспечивает внутреннюю связь с электростанцией и внешнюю с КДП. Структурная схема ГГС приведена на рис.3.4.

Управление ГГС производится с ПКУ (рис.2.24). В средней части ПКУ, между рабочими местами операторов, размещены устройства управления ГГС: панель громкоговорящей связи (ПГС), панель громкоговорителя (ПГ-1), МКФ. Они являются общими для обоих операторов. Линейка коммутации (ЛК), линейка усилителя (ЛУ) размещены в блоке связи в нижней части ПКУ. Коробка громкоговорящей связи (КГС) – это переносное абонентское устройство ГГС, которое подключается к специальным кабельным вводам электростанции, ПРЛС и

привода антенн ПРЛ. Питание ГГС осуществляется напряжением +27 В, которое подается на аппаратуру ГГС одновременно с включением источника питания.

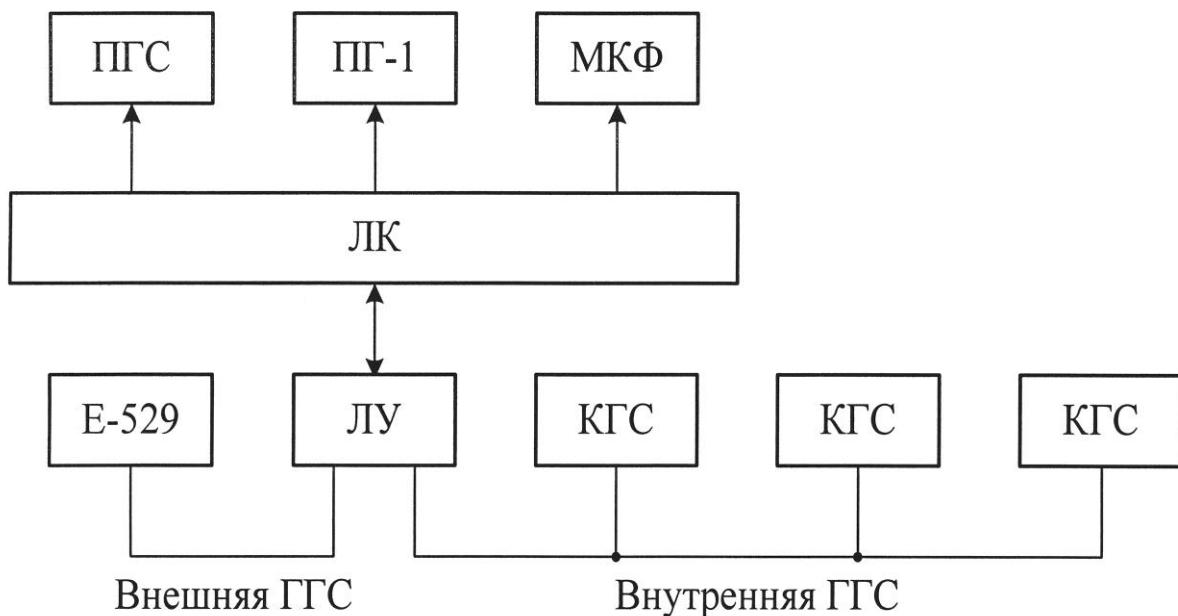


Рис. 3.4. Структурная схема ГГС

Выбор направления связи (КДП или внутренняя ГГС) производится тумблером **ВНУТРЕННЯЯ СВЯЗЬ – КДП**, расположенным на панели управления ПГС-1 (рис.2.24). В исходном положении аппаратура ГГС и коробка громкоговорящей связи находятся в состоянии готовности к приему вызова. Так, для вызова по внутренней связи абонента, работающего в месте установки коробки громкоговорящей связи, оператор должен перевести тумблер **ВНУТРЕННЯЯ СВЯЗЬ – КДП** в положение **ВНУТРЕННЯЯ СВЯЗЬ**. Для передачи информации оператор должен воспользоваться микрофоном и нажать кнопку **ПЕРЕДАЧА**. При этом в **ЛК** срабатывает реле и ко входу **ЛУ** подключается **МКФ ГГС**. С выхода **ЛУ** усиленный сигнал поступает в линию внутренней связи. Вызов операторов с **КГС** производится независимо от положения тумблера выбора направления связи. Внешняя связь осуществляется установкой тумблера выбора связи в положение **КДП** и нажатием кнопки вызова на **ПГС-1**. Сигнал вызова,

в виде напряжения +27 В, подается в линию связи с командно-диспетчерским пунктом. Для передачи информации оператор должен нажать кнопку ПЕРЕДАЧА, тогда звуковой сигнал с выхода микрофона попадает на вход ЛУ.

Телефонная связь обеспечивает операторов связью со всеми службами аэродрома и передвижной электростанцией ПЭП-6М2 с помощью индукторного телефона. Он устанавливается на стоечнице ПКУ.

3.3. Аппаратура звукозаписи и фотоконтроля

Организация объективного контроля в частях ВВС РФ

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

Объективному контролю подлежат: все переговоры группы руководства полетами с экипажами самолетов на земле и в воздухе по средствам радиосвязи; переговоры лиц группы руководства полетами между собой по громкоговорящей связи; отображение общей воздушной обстановки на экранах радиолокационных станций и радиолокационных систем посадки; результаты боевого применения средств поражения экипажами на полигонах.

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

Командир части отвечает:

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

рованной фотопленкой в фотолабораторию на обработку, получение снаряженных и опечатанных кассет; за хранение и учет магнитофонных записей.

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

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

измерители времени – ИВ-3М;

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

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

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

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

Аппаратура фотоконтроля

Аппаратура фотоконтроля предназначена для съемки на фотопленку радиолокационного изображения с экранов индика-

торов курса и глиссады при посадке самолета. Съемка выполняется с помощью контрольного прибора ПАУ-476-1. Управление прибором выполняется на панели управления ПУ ПАУ (рис.2.24), на которой размещены тумблеры включения съемки, обогрева, а также сигнальные лампы СЪЕМКА и ГОТОВ.

Прибор работает при температуре $0\dots+50^{\circ}\text{C}$ (при низкой температуре через 30 минут после включения обогрева).

ПАУ-476-1 имеет следующие технические характеристики:

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

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

Аппаратура звукозаписи

Аппаратура звукозаписи включает два магнитофона МН-61. Включение магнитофонов производится одновременно с дистанционным включением радиостанций. Магнитофоны документируют радиообмен оператора посадки с экипажами самолетов по любым выбранным каналам радиосвязи.

Магнитофоны имеют следующие технические характеристики:

разборчивость слов при воспроизведении речи, записанной с ларингофонов Ла-5 в шумах 120 дБ, % - $\geq 90\%$;

длительность непрерывной записи, ч - $\geq 5,5$;

тип звуконосителя - проволочный.

При местном включении каналов радио связи магнитофоны не включаются. Магнитофоны подключаются к выходу приемника

оператора посадки.

Сигнализация о работе магнитофонов (2 лампы) располагается на панели громкоговорящей связи (рис.2.24).

Контрольные вопросы к главе 3

1. Какие средства используются в аппаратуре радиосвязи РСП-6М2?
2. Основные ТТХ радиостанции Р-863.
3. Каков порядок использования радиостанций лицами группы руководства полетами?
4. Какие средства объективного контроля используются в РСП-6М2, их технические данные, порядок их применения?
5. Структурная схема ГГС, порядок ее использования.

4. СИСТЕМА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПИТАНИЯ РСП-6М2. ОСВЕЩЕНИЕ, ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ И ОБДУВ АППАРАТУРЫ ПРЛС-6М2 И ПЭП-6М2

4.1. Электростанция ПЭП-6М2

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

Состав электростанции:

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

Технические характеристики ПЭП-М2:

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

Электростанция представляет собой передвижную установку, транспортируемую тягачом. Её электрическая структурная схема приведена на рис.4.1.

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

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

Преобразователь ПО-550Ф обеспечивает преобразование постоянного напряжения, полученного путем выпрямления напряжений 220/380 В 50 Гц или 220 В 400 Гц, в переменное напряжение.

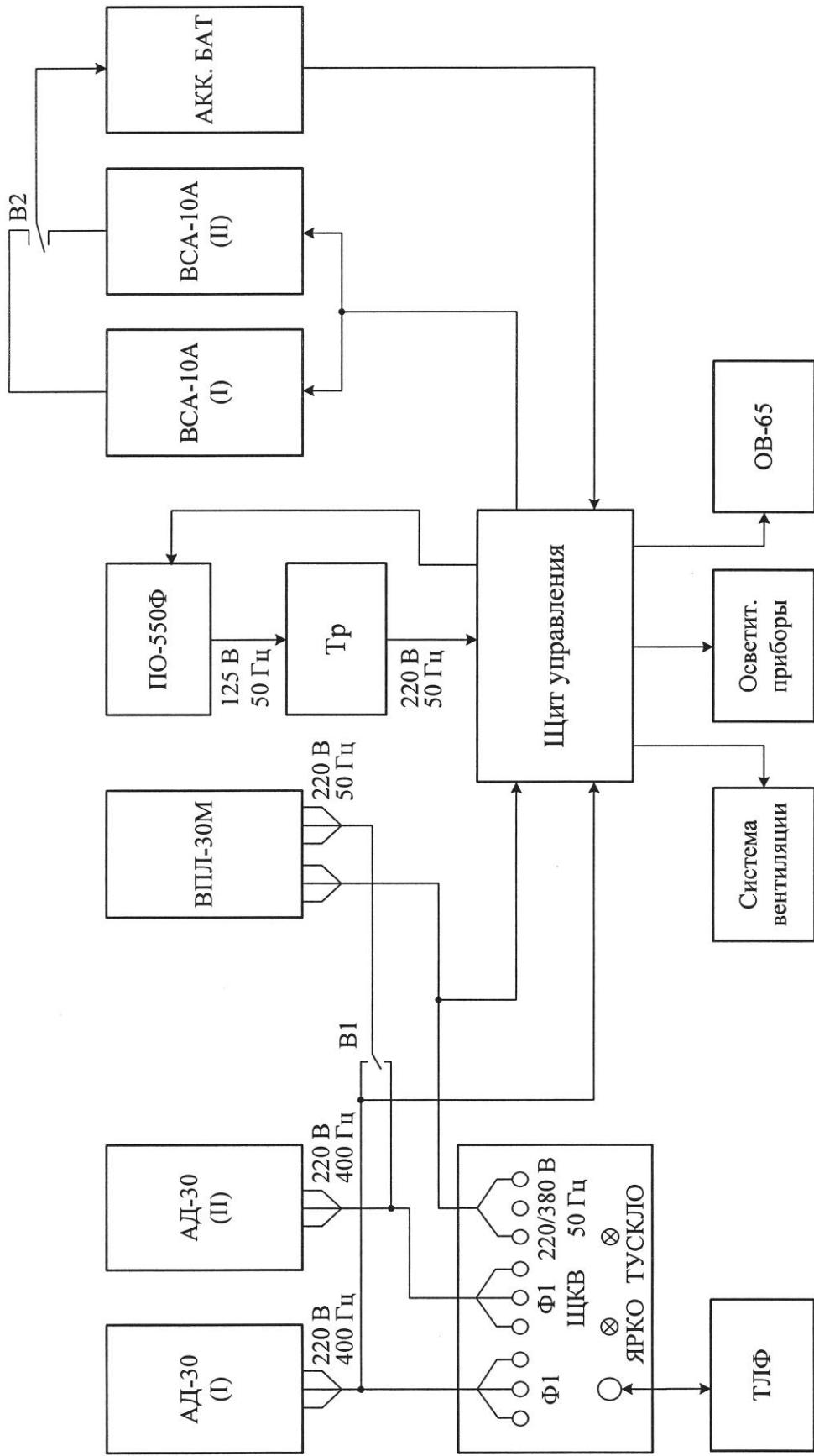


Рис. 4.1. Структурная электрическая схема ПЭП-6М2

Это напряжение подается на трансформатор АОС-0.5, на выходе которого получается напряжение 220 В 50 Гц, использующееся во вспомогательной (аварийной) сети.

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

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

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

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

4.2. Щиты распределения питания

Для распределения и коммутации электроэнергии в системе питания используется два распределительных щита питания ЩП-5 и ЩП-6. Щит распределительный ЩП-5 предназначен для подсоединения наружных кабелей, идущих от передвижной электростанции ПЭП-6М2 к ПРЛС-6М2, распределения питающих напряжений по устройствам аппаратного прицепа, защиты первичной сети от коротких замыканий и перегрузок, контроля напряжений сети, а также для осуществления дистанционного включения устройств (потребителей). Расположен ЩП-5 в аппаратном КУНГе. Внешний вид ЩП-5 изображен на рис.4.2.

Напряжение 220 В 400 Гц от ПЭП-6М2, поступающее на распределительный щит, контролируется измерительным прибором. Для проверки правильности фазирования при подключении фидеров предусмотрено устройство, состоящее из двух сигнальных ламп с надписями ЯРКО, ТУСКЛО. При правильном подключении фидеров яркость свечения обеих ламп должна соответствовать надписям.

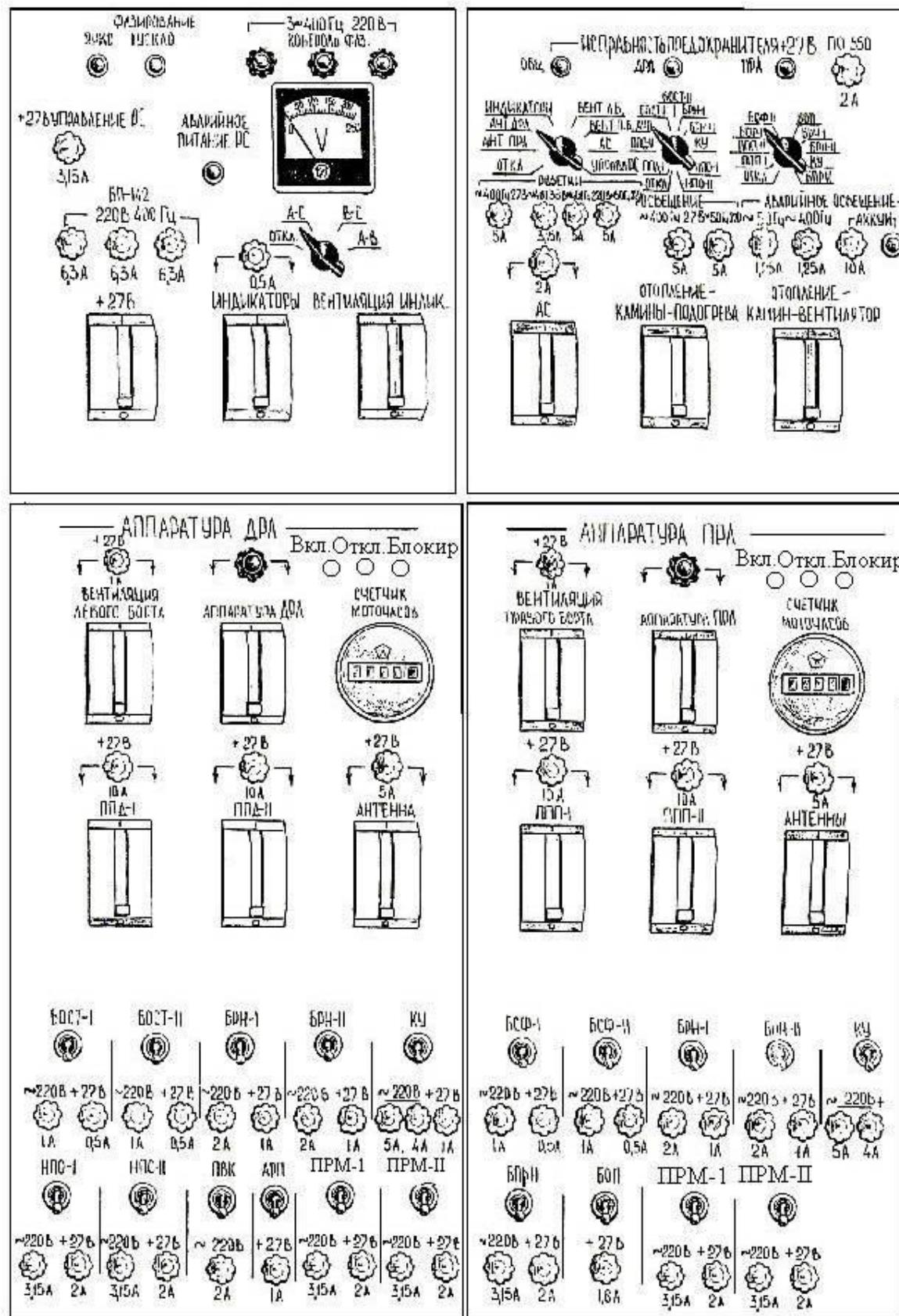


Рис.4.2. Внешний вид ЩП-5

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

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

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

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

Щит распределительный ЩП-6 предназначен для подключения питающих напряжений от электростанции ПЭП-6М2 и распределения их по устройствам отсека радиосвязи, защиты первичной сети от коротких замыканий и перегрузок, а также для дистанционного включения устройств ПЭП-6М2. Щит установлен в радиоотсеке ПЭП-6М2. Внешний вид щита ЩП-6 приведен на рис.4.3. Напряжения 220 В 400 Гц и 220 В 50 Гц из ПЭП-6М2 поступают на щит и с помощью автоматических выключателей АК63ТМ-400-3М распределяются по устройствам радиоотсека. Напряжение +27 В с выпрямителей БП-145 поступает на щит через распределительную колодку П-2. Аварийное питание средств радиосвязи осуществляется от аккумуляторов при включении переключателя НАГРУЗКА-ЗАРЯД в положение НАГРУЗКА. С помощью того же переключателя аккумулятор подключается к зарядному устройству.

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

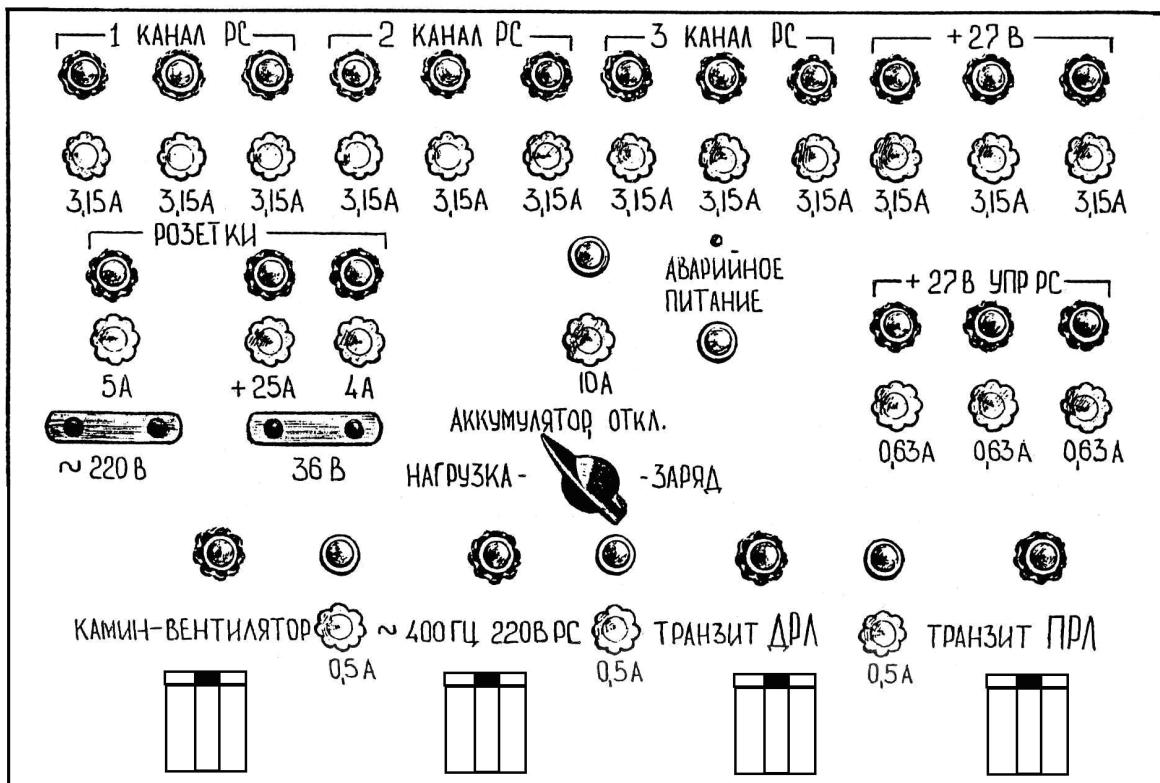


Рис. 4.3. Внешний вид ЩП-6

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

Система вентиляции предназначена для принудительного обдува аппаратуры ПРЛС с целью создания необходимых тепловых режимов. В зависимости от времени года обдув аппаратуры может производиться наружным и внутренним воздухом, забираемым из кабины аппаратной. Устройство, используемое для принудительного обдува аппаратуры ПРЛС, расположено вдоль правого борта и установлено снаружи КУНГа сзади под правым бортом, а устройство для принудительного обдува аппаратуры ПРЛС левого борта – под левым бортом (рис.4.4, рис.4.5).

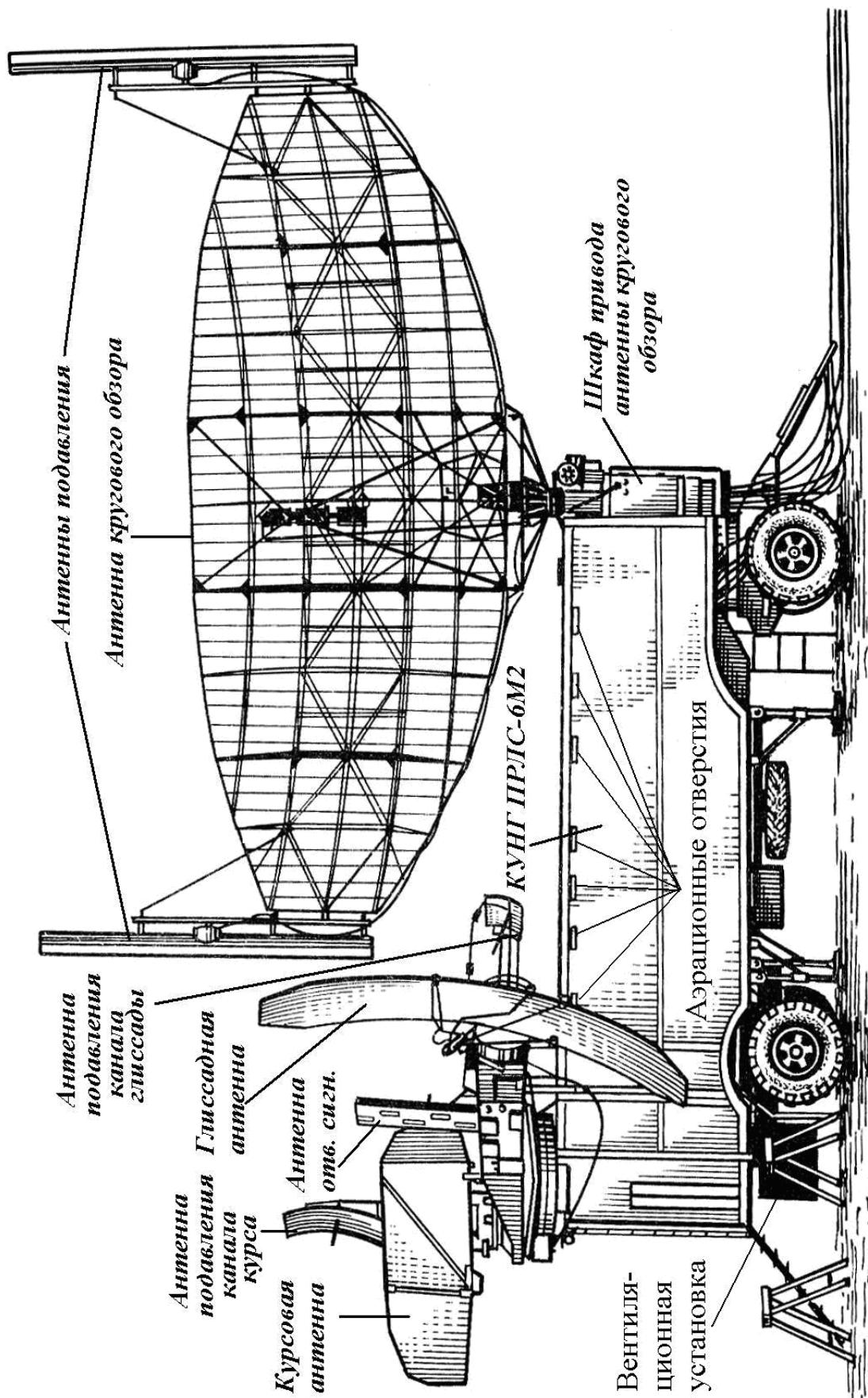


Рис. 4.4. КУНГ с ПРЛС-6М2 на позиции



Рис.4.5. КУНГ с ПЭП-6М на позиции

Для забора воздуха и его очистки в вентиляционных устройствах установлены воздухозаборники и фильтры. Для локального обдува элементов в стойках передатчиков вдоль нижнего основания стоек крепится магистральный воздуховод, от которого отводятся местные воздуховоды. На стенках кузова над стойками имеются аэрационные отверстия. В передней части ку-

зова КУНГа закреплен центральный вентилятор. Через проложенные под полом воздуховоды воздух подается также на приборы и блоки пульта контроля и управления.

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

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

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

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

Система вентиляции ПЭП-6М2 включает два вентилятора, установленных в люках левого и правого бортов (рис.4.5). Она обеспечивает вытяжку нагретого воздуха из помещения станции. Забор охлаждающего воздуха и отвод нагретого ведется также через 2 люка в боковых стенках кузова (в походном положении закрываются крышками).

Контрольные вопросы к главе 4

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

5. ИМИТАТОР СДЦ И КОНТРОЛЬНЫЙ ОТВЕТЧИК СО-63ТМ

5.1. Общие сведения об аппаратуре контроля РСП

Эксплуатация и применение радиолокационных систем посадки требуют постоянного наличия исправных средств измерений, при помощи которых производится контроль технического состояния аппаратуры, ее регулировка, настройка, ремонт и подготовка к применению. Процесс контроля предполагает наличие объекта контроля и средств контроля. Под объектом контроля будем понимать РСП-6М2, информацию о состоянии которой необходимо получить. Средствами контроля являются любые технические средства, получающие и преобразующие эту информацию.

РСП-6М2 как объект контроля характеризуется большим количеством контролируемых параметров, для измерения которых используются разнообразные средства измерения (СИ). Характеристика СИ приведена в табл. 5.1.

Таблица 5.1.

Наим. СИ	Тип СИ	Название	Измеряемая величина	Назначение	Измеряемый параметр
ЧЗ-45	Измер. прибор	Частотомер универсальный	Частота ВЧ колебаний	Измерение параметров	Отклонение частоты ВЧ колебаний РД ДРЛ-6М2
Г4-76а	Измер. прибор	ВЧ измерительный генератор		Измерение параметров, регулировка	Затухание фидерного тракта. Чувствительность радиолокационных приемников
С1-77	Измер. прибор	Осциллограф	Форма сигналов	Измерение параметров, регулировка	Длительность и период повторения радиоимпульсов
РИП-3	Комбин. измер. прибор	Радиолокаци- онный изме- риительный прибор	частота, мощность, спектральная характеристи- ка	Измерение, настройка	Чувствительность приемо- индикаторного тракта, частота ПРД
Ц4340	Комбин. измер. прибор	Измеритель напряжения, силы тока	I, U, R	Настройка, регулировка	Напряжение первичной сети
И5-37	Измер. прибор	Имитатор кодов		Настройка, регулировка, измерение	Чувствительность приемоиндикаторного тракта
Эхор- зонатор	Измер. прибор	Волномер	Частота сигнала	Настройка, регулировка, измерение	Частота ВЧ колебаний
ДГ	Измер. преобра- зователь	Диодная головка	τ_k , T_i , длительность ВЧ колебаний	Измерение, настройка	Измерение τ_k , T_i , длительность ВЧ радиолокационных сигналов

Анализ таблицы показывает:

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

Кроме приведенных в табл.5.1 средств измерения, для контроля работоспособности РСП-6М2 используются самолетный ответчик СО-63ТМ и имитатор СДЦ.

5.2. Общие сведения о системах вторичной радиолокации

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

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

Разработка системы вторичной радиолокации АТС RBS была завершена в 1956 году. Система была предложена ICAO в качестве

стандартной для стран – членов этой организации (Советский Союз стал членом этой организации с 1970 года). ICAO разработала рекомендации на характеристики систем вторичной радиолокации. Самолеты стран, входящих в эту организацию, должны быть оборудованы ответчиками, удовлетворяющими стандартам ICAO.

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

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

5.3. Выносной контрольный ответчик СО-63ТМ

Назначение, состав и технические характеристики СО-63ТМ

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

прием запросных сигналов РЛС;

декодирование запросных кодов и задержку ответных сигналов;

кодирование ответных сообщений;

передача ответных сигналов РСП-6М2.

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

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

Общий вид ответчика СО-63ТМ показан на рис.5.1.

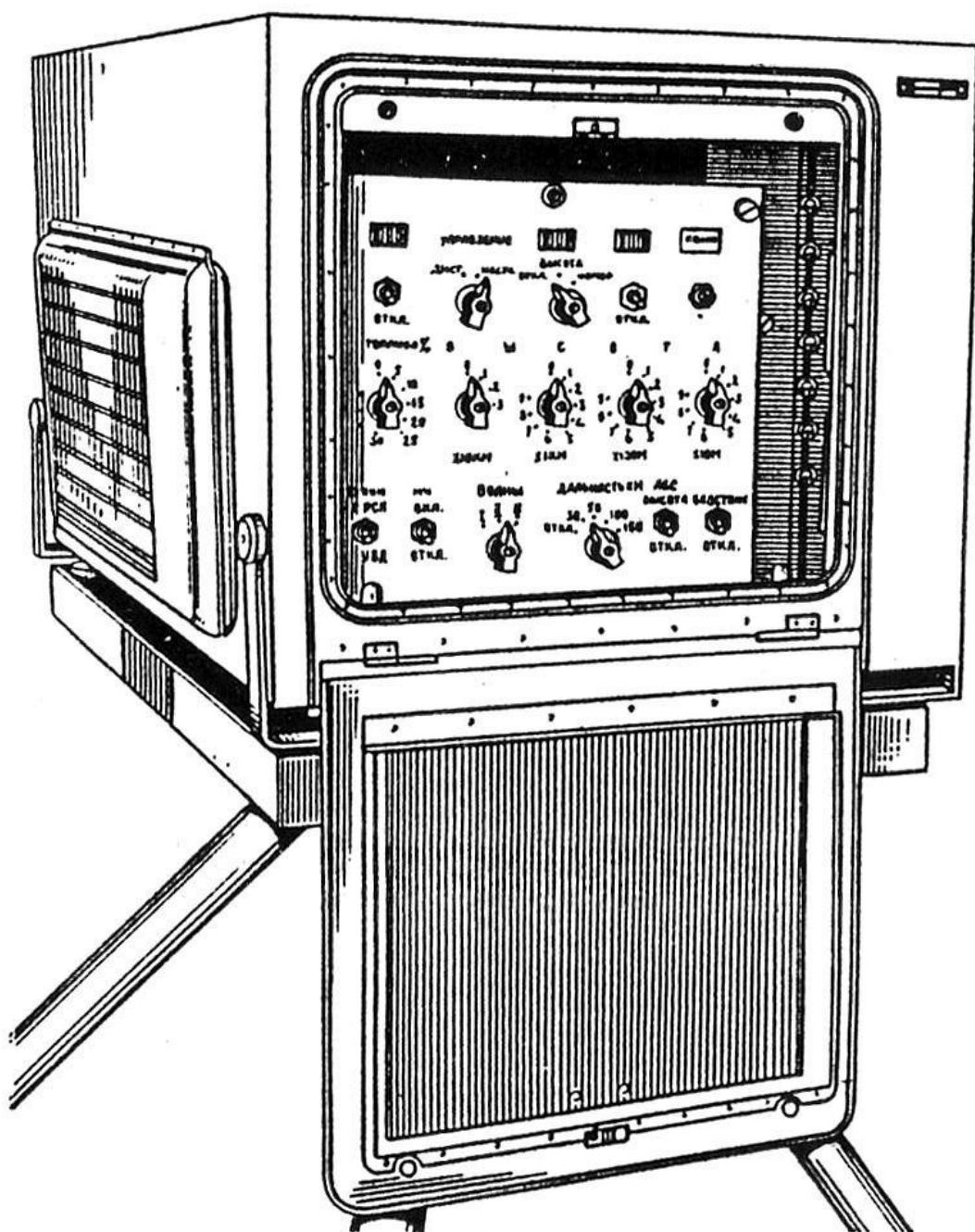


Рис. 5.1. Общий вид СО-63ТМ

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

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

Имитатор дальности обеспечивает:

декодирование запросных кодов с кодовыми интервалами 9,4 и 14 мкс;

задержку ответного сигнала относительно запросного на время, соответствующее дальностям 30, 50, 100 и 150 км;

работу ответчика в режиме внутреннего запуска.

Аттенюатор (минимальное затухание не более 12 дБ) служит для регулирования уровня высокочастотного сигнала.

Блок посадочных сигналов предназначен для усиления детектированных видеоимпульсов и декодирования запросных кодов. В блоке посадочных сигналов имеется также схема подавления сигналов, излучаемых боковыми лепестками диаграммы направленности антенн ПРЛ (по каналу запроса).

Антенна АВ-014 обеспечивает прием высокочастотных запросных сигналов сантиметрового диапазона ПРЛ. Антенна АЗ-018 предназначена для приема запросных сигналов ДРЛ на частоте $837,5 \pm 2,5$ МГц и передачи ответных сигналов на частотах 730, 740 и 750 МГц.

Щит управления контрольным ответчиком предназначен для включения и управления режимами работы ответчика СО-63ТМ из аппаратной ПРЛС-6М2.

СО-63ТМ имеет следующие технические характеристики:

а) при работе с ДРЛ:

рабочая частота приемника – $837,5 \pm 2,5$ МГц;

чувствительность приемника – 84 дБ/Вт;

полоса пропускания приемника – 30 МГц;

динамический диапазон приемника – 30 дБ;

код запроса бортового номера – 9,4 мкс;

код запроса высоты – 14 мкс;

рабочие частоты передатчика – 730, 740, 750 МГц;

мощность передатчика – не менее 250 Вт;

длительность ответного радиоимпульса – 0,6...1 мкс;

координатные ответные коды – 11 мкс и 14 мкс;
 координатный код опознавания – 6 мкс;
 передаваемая информация в режиме «УВД» –
 бортовые номера - до 100000;
 высота – до 15000 м (с градацией 10 м);
 запас топлива – 10 разовых сообщений;
 задержка ответных сигналов осуществляется на время, соот-
 ветствующее дальностям – 30, 50, 100 и 150 км;

б) при работе с ПРЛ:

частота настройки приемника – 9370 ± 100 МГц;
 чувствительность приемника – 62 дБ/Вт;
 динамический диапазон приемника – 30 дБ;
 коды запроса в режиме УВД –
 по курсу – 5,4 мкс;
 по глиссаде – 3,0 мкс;
 код запроса в режиме «РСП» – 5,4 мкс;
 код ответный по курсу и глиссаде – 9 мкс.

При работе с ПРЛ используется трехимпульсная система подавления запросных сигналов по боковым лепесткам основных антенн.

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

Структурная схема контрольного выносного ответчика СО-63ТМ

Схема взаимодействия ответчика СО-63ТМ с ДРЛ и ПРЛ, а также его структурная схема показаны на рис.5.2. Контрольный ответчик обеспечивает совместную работу с аппаратурой обработки навигационной информации ОНИ-75 или БОИ-М. Аппаратура ОНИ-75 входит в состав РСП-10МН, а также в состав выносных индикаторов системы посадки ВИСП-75Т. Рассмотрим принцип работы СО-63ТМ в режимах «УВД» и «РСП».

Использование СО-63ТМ в режиме «УВД» обеспечивает контроль функционального состояния аппаратуры вторичного канала РСП-6М2 (РСП-10МН). Запросные сигналы ДРЛ на частоте 837,5 МГц принимаются приемопередающей антенной ответчика АЗ-018 и через аттенюатор, блок фильтров ВТ-002 поступают в приемник.

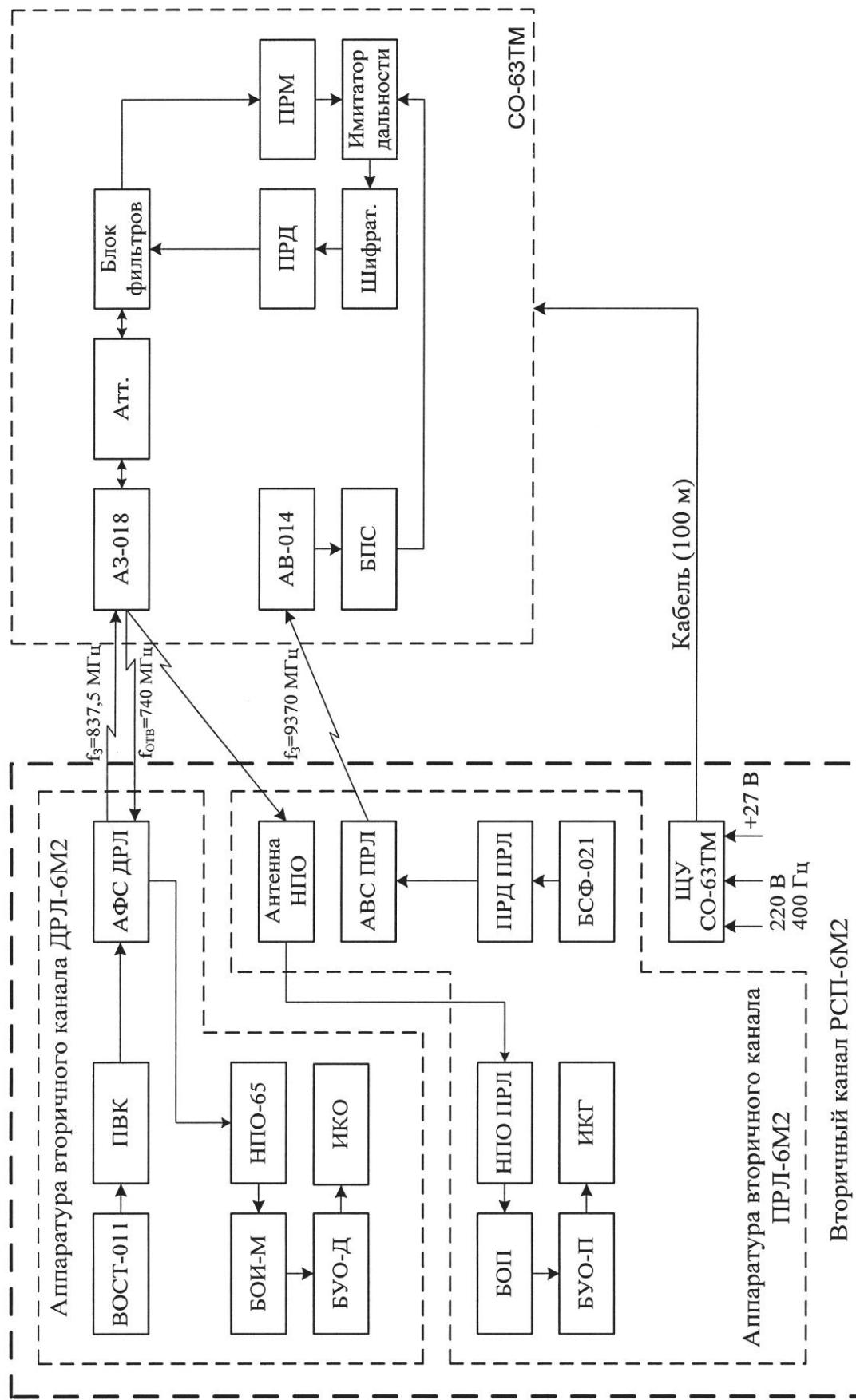


Рис.5.2. Схема взаимодействия CO-63TM с ДРЛ и ПРД

После усиления и детектирования запросные коды декодируются в блоке имитатора дальности. Декодированные сигналы задерживаются на время, соответствующее дальности, установленной переключателем **ДАЛЬНОСТЬ** на передней панели контрольного ответчика. Задержанные сигналы с имитатора дальности поступают на запуск шифратора, с выхода которого ответные коды поступают на запуск передатчика.

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

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

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

Сигналы контрольного ответчика СО-63ТМ принимаются антенной ДРЛ и поступают на наземный приемник ответчика (НПО-65). С выхода НПО-65 усиленные и детектированные видеоимпульсы ответного кода проходят на блок обработки ин-

формации БОИ-М. После декодирования и очистки от несинхронных импульсных помех информация поступает в блок управления отображением БУО-Д и далее на ИКО. При работе с ПРЛ сигналы контрольного передатчика принимаются щелевой антенной приема активного ответа и затем поступают в НПО посадочного радиолокатора. После усиления и детектирования ответный сигнал декодируется в блоке очистки от помех (БОП) и в виде одиночного импульса поступает в блок управления отображением ПРЛ и далее на индикаторы курса и глиссады.

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

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

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

Конструкция контрольного выносного ответчика СО-63ТМ

Внешний вид контрольного выносного ответчика с органами управления приведен на рис.5.3.

Ответчик СО-63ТМ смонтирован в прямоугольном корпусе из алюминиевого сплава. В боковых панелях корпус имеет откидывающиеся крышки, через которые облегчен доступ ко всем блокам ответчика. Съемные блоки (имитатор дальности, прие-

мопередатчик, шифратор и блок фильтров ВТ-002) располагаются на направляющих.

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

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

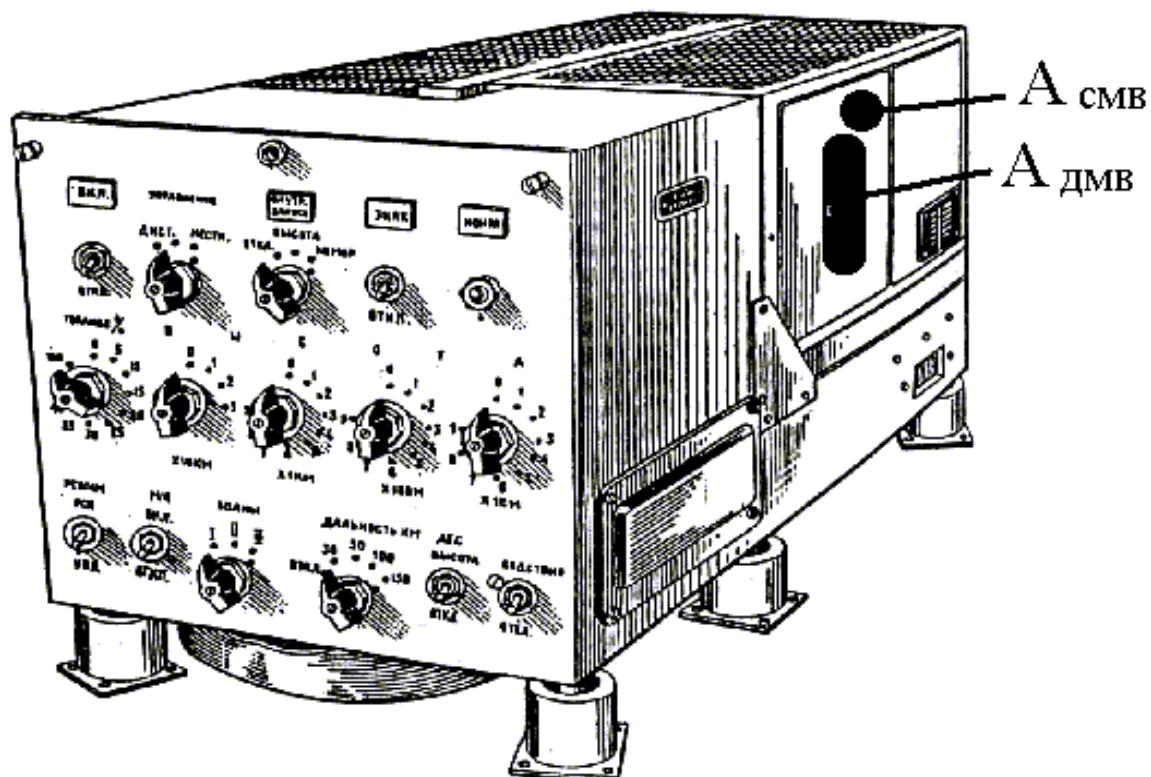


Рис. 5.3. Внешний вид контрольного выносного ответчика СО-63ТМ с органами управления

На щите управления ответчика размещены:

1) переключатель режимов работы на три положения: ОТКЛ. – для выключения ответчика; УВД – для проверки работоспособности аппаратуры вторичных каналов ДРЛ, ПРЛ и аппа-

ратуры отображения; РСП – для проверки работоспособности ПРЛ и ДРЛ в режиме «РСП»;

2) кнопка ОПОЗНАВАНИЕ – для перевода контрольного ответчика в режим опознавания;

3) кнопка КОНТРОЛЬ – для оперативной проверки работоспособности контрольного ответчика СО-63ТМ;

4) лампа ИНД. ОТВ. – для индикации наличия ответного сигнала от ответчика и контроля его работоспособности;

5) тумблер БЕДСТВИЕ – для проверки выдачи ответчиком информации о бедствии;

6) лампы для индикации включения на контролльном ответчике СО-63ТМ режимов работы «УВД» и «РСП»;

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

На передней панели контрольного ответчика СО-63ТМ расположены (рис.5.3):

1) переключатель УПРАВЛЕНИЕ, имеющий положения ДИСТ. и МЕСТН., которым осуществляются включение и управление контрольным ответчиком СО-63ТМ со щита управления или с передней панели ответчика;

2) тумблер ВКЛ.- ОТКЛ. – для включения ответчика;

3) лампа ВКЛ. – для индикации включения контрольного ответчика;

4) кнопка КОНТР. – для оперативной проверки работоспособности контрольного ответчика;

5) лампа КОНТР. – для индикации ответа и контроля работоспособности контрольного ответчика СО-63ТМ;

6) тумблер ЗНАК-ОТКЛ. – для проверки контрольного ответчика в режиме опознавания;

7) лампа ЗНАК – для индикации включения режима опознавания;

8) тумблер БЕДСТВИЕ-ОТКЛ. – для проверки выдачи информации о бедствии;

9) тумблер КАНАЛЫ БПС – для переключения кодов БПС;

10) переключатель ВОЛНЫ – для переключения рабочих частот передатчика ответчика;

11) тумблер РЕЖИМ, имеющий положения РСП и УВД;

12) переключатель ДАЛЬНОСТЬ КМ – для установки с имитатора дальностей 0, 30, 50, 100 и 150 км;

13) переключатель ВНУТР. ЗАПУСК – для проверки работоспособности контрольного ответчика СО-63ТМ;

14) лампа ВНУТР. ЗАПУСК – для индикации включения режима внутреннего запуска;

15) переключатель ВЫСОТА – для набора информации о высоте полета в режиме УВД;

16) переключатель ТОПЛИВО % - для набора информации о топливе в режиме УВД;

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

Порядок использования контрольного ответчика для контроля технического состояния радиолокационной системы посадки заключается в следующем:

1) переключатель ВНУТР.ЗАПУСК – на передней панели контрольного ответчика СО-63ТМ необходимо установить в положение ОТКЛ.;

2) тумблер ВЧ-ВИДЕО (на задней стенке контрольного ответчика СО-63ТМ под предохранительной крышкой) должен находиться в положении ВЧ;

3) переключатель режимов работы на щите управления ответчиком или тумблер РЕЖИМ на передней панели ответчика СО-63ТМ установить в положение РСП или УВД в зависимости от выбранного режима;

4) переключатель ДАЛЬНОСТЬ КМ установить в одно из положений: 0, 30, 50, 100 или 150 км в зависимости от установленного масштаба РЛС;

5) переключатель ВОЛНЫ установить в одно из трех положений, в зависимости от частот настройки: НПО, ДРЛ и ПРЛ.

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

5.4. Имитатор СДЦ

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

Функциональная схема имитатора СДЦ приведена на рис.5.4.

Имитатор состоит из следующих элементов:

- параболической зеркальной антенны с облучателем волноводного типа;
- направленного ответвителя;
- детекторной секции;
- фазовращателя с приводом;
- блока проверки частоты повторения (БПЧС).

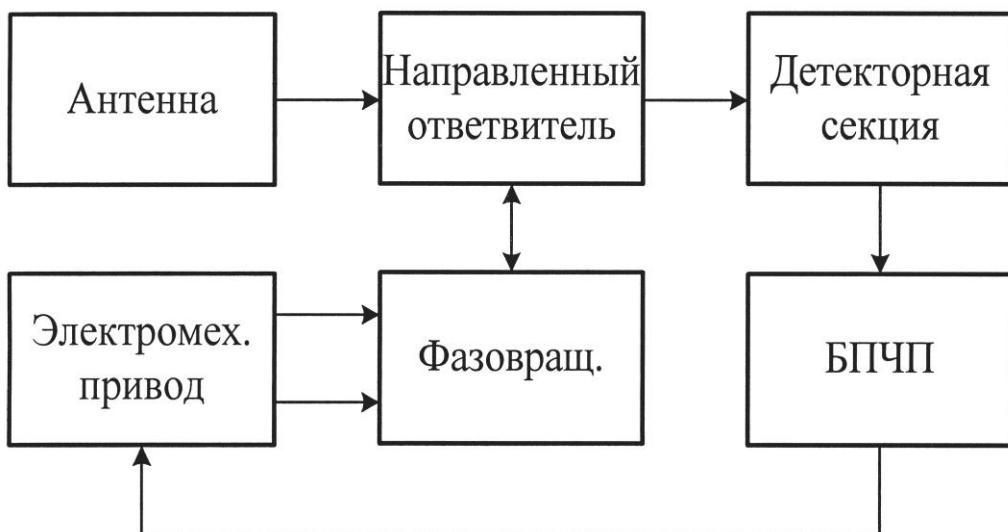


Рис. 5.4. Функциональная схема имитатора СДЦ

Антенна состоит из отражателя, представляющего собой параболоид вращения, и облучателя, выполненного в виде открытого конца волновода.

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

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

Питание имитатора осуществляется от сети 220 В 50 Гц.

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

Функциональная схема блока проверки частоты повторения изображена на рис.5.5, а временные диаграммы, поясняющие принцип его работы, – на рис.5.6. Блок представляет собой селектор по частоте повторения импульсов. В режиме СДЦ период повторения импульсов передатчика посадочного радиолокатора – переменный (500 или 416 мкс). На выходе блока появляется напряжение +27 В для включения двигателя привода ротора фазовращателя только при наличии на его входе импульсов, следующих с этими периодами повторения. Схема работает следующим образом. Импульсы положительной полярности с выхода детекторной секции имитатора поступают на вход усилителя У1. Усиленный импульс после дифференцирования в усилителе поступает на запуск ждущего мультивибратора. Мультивибратор вырабатывает импульсы длительностью 80 мкс отрицательной полярности с периодом, равным периоду повторения сигналов ПРЛ в режиме СДЦ. Фронтом каждого импульса запускается ждущий мультивибратор, выполняющий функцию линии задержки на 200 мкс (ЛЗ-1). Срезом импульса мультивибратора, прошедшего через

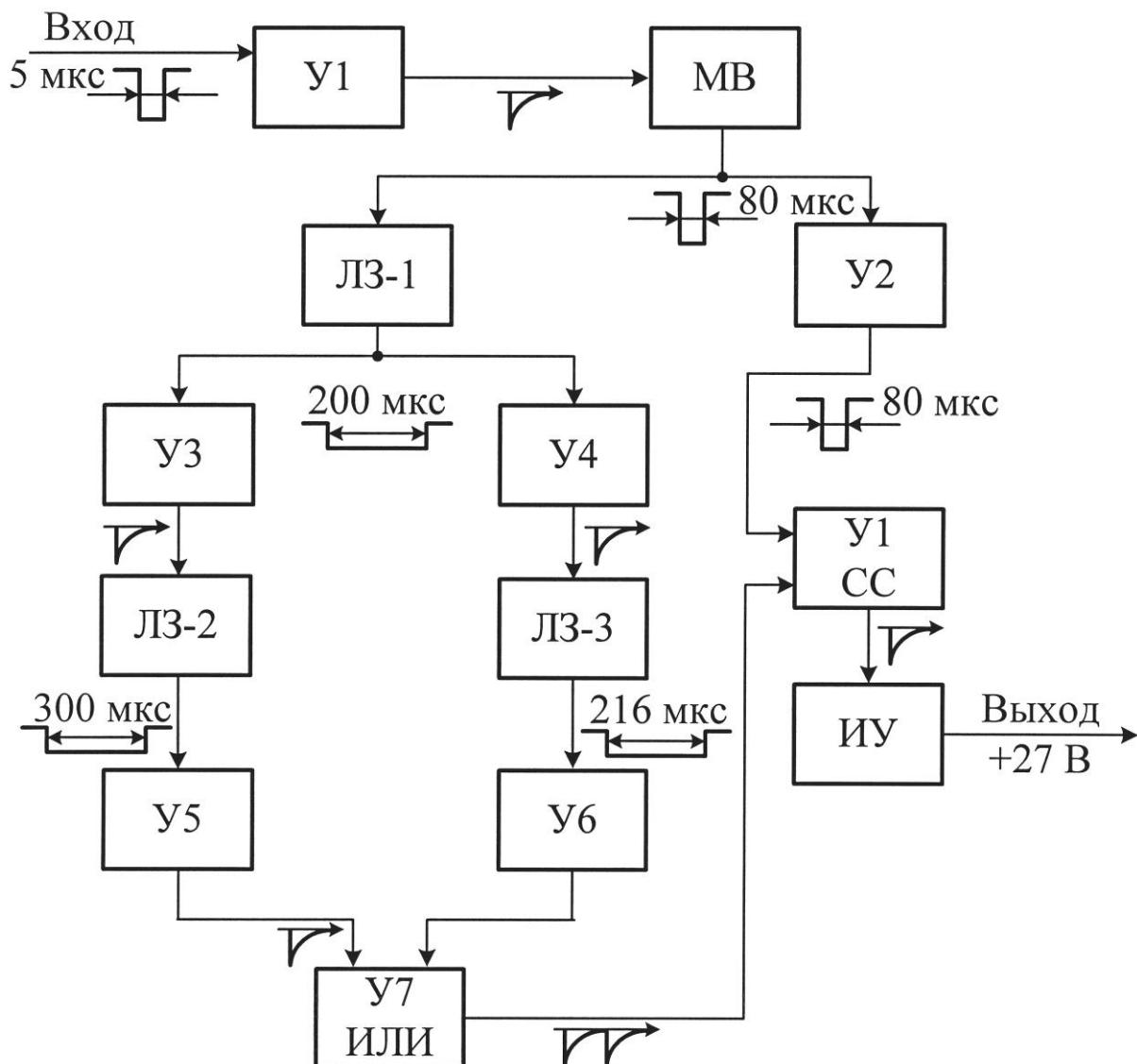


Рис. 5.5. Функциональная схема блока проверки частоты повторения

фазоинверторы У3 и У4, запускаются ждущие мультивибраторы, выполняющие функции линий задержки ЛЗ-2 на 300 мкс и ЛЗ-3 на 216 мкс. Для этого ждущий мультивибратор (ЛЗ-3) вырабатывает импульсы длительностью 216 мкс, а мультивибратор (ЛЗ-2) - импульсы длительностью 300 мкс. С выхода линий задержки ЛЗ-2 и ЛЗ-3 сформированные импульсы через соответствующие фазоинверторы У5 и У6 поступают на схему сложения У7. С выхода схемы ИЛИ У7 импульс отрицательной полярности поступает на один вход схемы совпадения У1. На другой вход этой схемы через эмиттерный повторитель У2 подается импульс длительностью

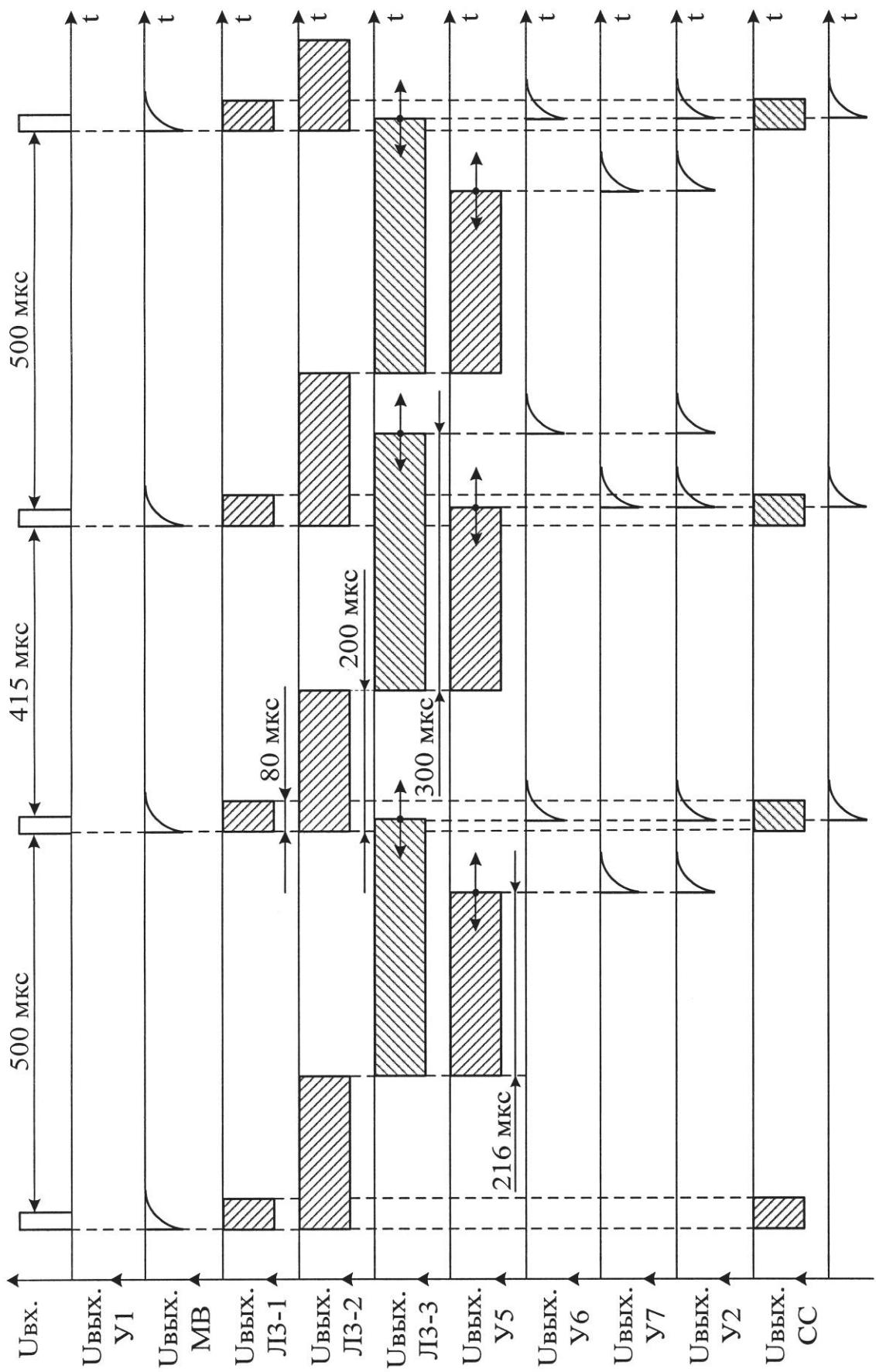


Рис. 5.6. Временные диаграммы напряжений БПЧИ

80 мкс с мультивибратора (МВ). Если на вход БПЧП поступают импульсы с периодом 500 или 416 мкс, то схема совпадения У1 срабатывает. В этом случае на выходе схемы совпадения появляется отрицательный импульс, запускающий схему исполнительного устройства (ИУ). Исполнительное устройство вырабатывает команду в виде напряжения +27 В на включение двигателя имитатора СДЦ.

Внешний вид имитатора СДЦ представлен на рис.5.7. Имитатор СДЦ состоит из корпуса (1), выполненного в виде полусфера, внутри корпуса смонтирована параболическая антенна (3) с волноводом (2).

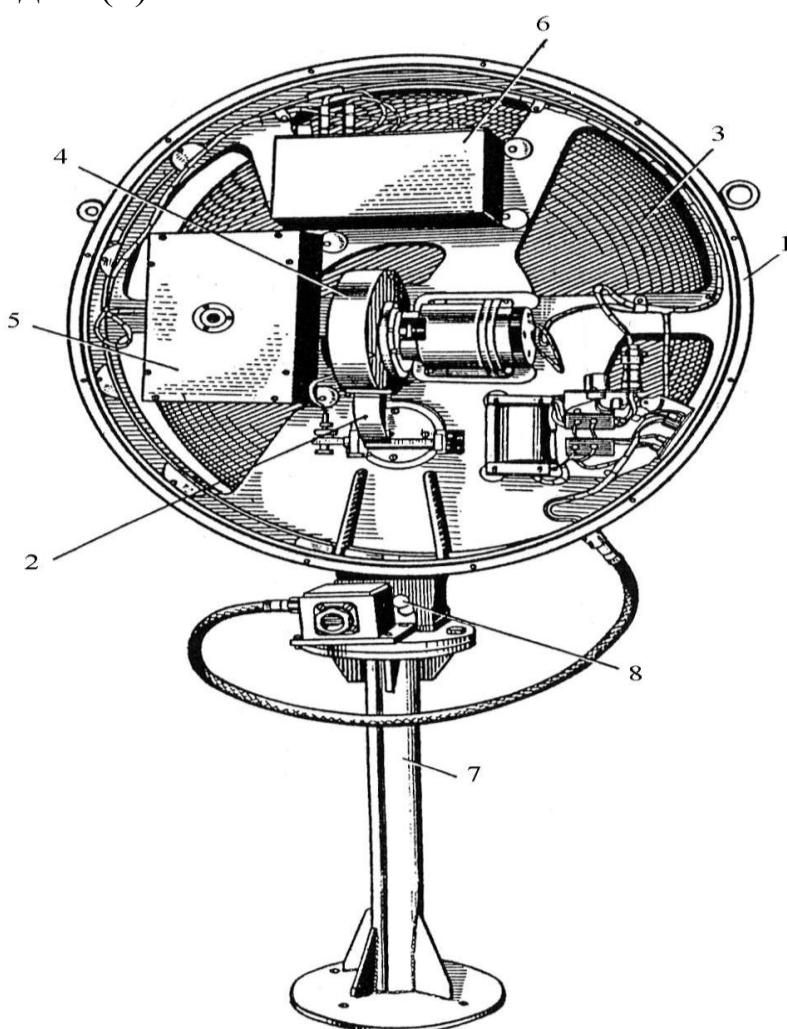


Рис. 5.7. Имитатор СДЦ

На другой стороне корпуса размещаются фазовращатель (4), блок проверки частоты повторения (5) и блок питания (6). Для обеспечения герметичности имитатора антенна закрыта радио-

прозрачным сферическим колпаком, а блоки (4), (5), (6) – крышкой из алюминия. Имитатор закреплен на стойке (7) таким образом, что может перемещаться при настройке в горизонтальной и вертикальной плоскостях при помощи установленных болтов (8). Стойка имитатора укрепляется на бетонированной площадке.

Контрольные вопросы к главе 5

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

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

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

СОДЕРЖАНИЕ

1. Аппаратура защиты ПРЛ-6М2 от пассивных помех.....	3
1.1. Основные сведения об аппаратуре защиты ПРЛ-6М2 от пассивных помех	3
1.2. Особенности структурной схемы КУ-02	7
1.3. Функциональная схема БСР	10
1.4. Унифицированный блок компенсирующих устройств ...	12
1.4.1. Общие сведения об аппаратуре УБКУ.....	12
1.4.2. Структурная схема блока УБКУ.....	13
1.4.3. Функциональные схемы плат УБКУ.....	17
1.5. Конструкция блоков КУ-02, УБКУ.....	27
<i>Контрольные вопросы к главе 1</i>	<i>34</i>
2. Аппаратура отображения радиолокационной информации ПРЛ-6М2.....	34
2.1. Основные сведения об аппаратуре отображения ПРЛ-6М2	34
2.2. Блок управления отображением БУО-П.....	36
2.2.1. Принцип работы БУО - П по структурной схеме	36
2.2.2. Принцип работы БУО - П по функциональной схеме	41
2.3. Блок развертывающих напряжений БРН-021.....	60

2.3.1. Функциональная схема БРН-021	60
2.3.2. Принципиальная схема канала формирования развертывающих напряжений курса и глиссады	63
2.4. Датчики развертывания курса и глиссады.....	68
2.5. Конструкция блоков аппаратуры отображения ПРЛ-6М2	69
<i>Контрольные вопросы к главе 2</i>	70
3. Аппаратура радиосвязи и объективного контроля РСП-6М2	70
3.1. Назначение, состав, технические характеристики, структурная схема аппаратуры радиосвязи	70
3.2. Аппаратура громкоговорящей связи.....	79
3.3. Аппаратура звукозаписи и фотоконтроля	81
<i>Контрольные вопросы к главе 3</i>	84
4. Система энергоснабжения и распределения питания РСП-6М2. Освещение, отопление, вентиляция и обдув аппаратуры ПРЛС-6М2 и ПЭП-6М2.....	84
4.1. Электростанция ПЭП-6М2.....	84
4.2. Щиты распределения питания.....	87
4.3. Системы освещения, отопления, вентиляции и обдува аппаратуры ПРЛС и ПЭП-6М2	90
<i>Контрольные вопросы к главе 4</i>	94

5. Имитатор СДЦ и контрольный ответчик СО-63ТМ.....	94
5.1. Общие сведения об аппаратуре контроля РСП	94
5.2. Общие сведения о системах вторичной радиолокации....	96
5.3. Выносной контрольный ответчик СО-63ТМ.....	97
5.4. Имитатор СДЦ.....	107
<i>Контрольные вопросы к главе 5</i>	112
Библиографический список.....	112
Содержание	113

Сергей Иванович Волков
Юрий Владимирович Лобачев
Евгений Сергеевич Перевозов

**РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ**

Учебное пособие

Часть 4

Редактор

Литературные редакторы

Изд. Лицензия № 020456 от 04.03.97

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

Бумага офсетная. Печать офсетная.

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

Тираж 000 экз. С 00.

Московский государственный институт радиотехники,
электроники и автоматики (технический университет)

117454, Москва, просп. Вернадского, 78