

Министерство образования Республики Беларусь
Учреждение образования
«Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники»

Военный факультет

Кафедра радиоэлектронной техники
ВВС и войск ПВО

С. Н. Ермак, А. Н. Соколов, Д. Г. Назаров

***РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ВОЕННОГО
НАЗНАЧЕНИЯ. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
И ПРИМЕНЕНИЯ ПРВ-13***

*Допущено Министерством обороны Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для курсантов и студентов,
обучающихся в интересах радиотехнических войск*

Минск БГУИР 2019

УДК 623.626(075.8)
ББК 68.55я73
Е72

Рецензенты:

кафедра тактики и вооружения радиотехнических войск
учреждения образования «Военная академия Республики Беларусь»
(протокол №12 от 19.06.2017);

начальник 2 научно-исследовательского отдела (оперативного
искусства и тактики сухопутных войск) 1 научно-исследовательского
управления государственного учреждения «Научно-исследовательский
институт Вооруженных Сил Республики Беларусь»
кандидат военных наук, полковник А. А. Богатырёв

Ермак, С. Н.

Е72 Радиолокационные системы военного назначения. Особенности
эксплуатации и применения ПРВ-13 : учеб. пособие / С. Н. Ермак,
А. Н. Соколов, Д. Г. Назаров. – Минск : БГУИР, 2019. – 202 с. : ил.
ISBN 978-985-543-391-1.

Изложены основные вопросы устройства наземных средств системы государ-
ственного опознавания, их технические характеристики и описание.

Может быть использовано для самостоятельного изучения принципов постро-
ения и функционирования наземных средств системы государственного опознавания
специалистами Вооруженных Сил Республики Беларусь, а также слушателями военных
кафедр учебных заведений Республики Беларусь, обучающимися по специальностям,
связанным с эксплуатацией РЛС РТВ.

**УДК 623.626(075.8)
ББК 68.55я73**

ISBN 978-985-543-391-1

© Ермак С. Н., Соколов А. Н., Назаров Д. Г., 2019
© УО «Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники», 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
1. Назначение и место радиовысотомера ПРВ-13М1 в радиотехнических войсках ПВО страны.....	5
2. Состав высотомера и размещение его на позиции.....	5
3. Принцип измерения высоты.....	6
4. Боевые возможности радиовысотомера ПРВ-13М1	7
5. Основные технические характеристики.....	12
6. Структурная схема радиовысотомера	13
6.1. Передающее устройство	25
6.1.1. Назначение, состав и технические данные	25
6.1.2. Принцип работы и структурная схема	25
6.1.3. Принципиальная схема передающего устройства	27
6.1.4. Система жидкостного охлаждения аппаратуры.....	37
6.2. Антенно-волноводный тракт основного канала.....	40
6.2.1. Назначение и состав тракта	40
6.2.2. Краткая характеристика элементов тракта	41
6.2.3. Устройство и принцип работы ферритового циркулятора ФЦ-01 ...	43
6.2.4. Дегидратор автоматический МАД 220-400	47
6.3. Приемное устройство основного радиолокационного канала.....	51
6.3.1. Назначение, состав и технические характеристики приемного устройства.....	51
6.3.2. Принцип работы приемного устройства.....	51
6.3.3. Усилитель высокой частоты.....	54
6.3.4. Местный гетеродин ВГ-12.....	57
6.3.5. Смеситель сигналов РС-18	59
6.3.6. Предварительный усилитель промежуточной частоты ПУПЧ-03 ...	60
6.3.7. Приемник основного канала РП-08	61
6.3.8. Блок контроля РК-08	75
6.3.9. Оценка качества работы когерентного канала	80
6.3.10. Система автоматической подстройки частоты.....	82
6.4. Аппаратура защиты от помех.....	90
6.4.1. Система подавления бокового ответа (ПБО).....	90
6.4.2. Блок ШБ-01	104

6.4.3. Одноканальный квадратурный автокомпенсатор (блок ПЦ-10)	112
6.4.4. Блок вычитания КВ-01	121
6.4.5. Блок защиты от несинхронных импульсных помех ФП-02	140
6.4.6. Блок питания и контроля БП-06.....	146
6.4.7. Параметры потенциалоскопа.....	151
6.5. Блок запуска и отметок дистанции ДД-06	154
6.5.1. Назначение и технические данные блока ДД-06.....	154
6.5.2. Структурная схема блока ДД-08	157
6.5.3. Принципиальная схема блока ДД-08.....	162
6.6. Система управления, защиты и контроля СУЗИК	178
6.6.1. Назначение, состав и технические данные	178
6.6.2. Схема автоматики аварийной сигнализации, освещения и блоков питания СУЗИК	180
6.6.3. Схема автоматики системы ЖВО	181
6.6.4. Схема включения накала радиовысотомера и аппаратуры вспомогательного канала.....	185
6.6.5. Схема автоматики передающего устройства.....	187
6.6.6. Схема автоматики переключения ВЧ-генераторов.....	191
6.6.7. Субблок КР-03.....	197
Список использованных источников.....	201

ПРЕДИСЛОВИЕ

С 1975 г. для радиотехнических войск промышленностью выпускаются радиовысотомеры ПРВ-13 трех модификаций: ПРВ-13М1, ПРВ-13М2, ПРВ-13М3.

Радиовысотомер ПРВ-13М1 предназначен для автономного использования, радиовысотомеры ПРВ-13М2 входят в состав радиолокационного комплекса 5Н87, а радиовысотомерами ПРВ-13М3 оснащаются маловысотные автоматизированные радиотехнические подразделения.

В данном учебном пособии описываются построение и боевое применение автономного радиовысотомера ПРВ-13М1.

1. НАЗНАЧЕНИЕ И МЕСТО РАДИОВЫСОТОМЕРА ПРВ-13М1 В РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ ВОЙСКАХ ПВО СТРАНЫ

Радиовысотомер предназначен для определения высоты полета целей и своих самолетов по данным целеуказания с дальномеров и КП. Кроме того, радиовысотомер может быть использован в автономном режиме:

- для определения трех координат целей: азимута, дальности и высоты;
- для работы в дальномерном режиме по низколетящим целям.

Выдача высоты и дальности может производиться в виде двоичного кода, постоянных напряжений или голосом.

Выдача азимута производится двоичным кодом или голосом.

Радиовысотомер ПРВ-13М1 используется в подразделениях радиотехнических войск, имеющих на вооружении РЛС П-37 (П-35), П-14Ф, П-18, и может с ними электрически сопрягаться. В состав высотомера входят два индикатора: индикатор высоты и индикатор кругового обзора.

На индикатор высоты поступают эхо-сигналы высотомера, по которым оператор определяет высоту и характеристики целей (количество, взаимное превышение, эшелонирование групповой цели по высоте и т. д.).

На индикаторе кругового обзора отображается воздушная обстановка сопряженных дальномеров, которая используется для целеуказания, или эхо-сигналы высотомера, если высотомер работает в режиме дальномера.

Радиовысотомер электрически может сопрягаться с автоматизированными системами управления «Воздух-1М» (объекты ВП-О1М, ВП-О2М, ВП-2), АСУРК-1 всех модификаций.

Высотомер работает в сантиметровом диапазоне волн.

2. СОСТАВ ВЫСОТОМЕРА И РАЗМЕЩЕНИЕ ЕГО НА ПОЗИЦИИ

Аппаратура радиовысотомера ПРВ-13М1 смонтирована в трех прицепах:

1. В приеме В1М1, состоящем из повозки типа КЛУ-10 и вращающейся кабины 805Н, размещены приемно-передающая аппаратура, антенно-волноводное

устройство, аппаратура системы управления и вспомогательное оборудование. Масса прицепа 17 000 кг.

2. В прицепе В2 типа 761 размещены индикаторный шкаф, шкаф синхронизации, шкаф с аппаратурой защиты от помех, агрегат питания АД-30-Т/230-Ч-400, ЗИП. Масса прицепа 7700 кг.

3. В прицепе В3 типа 761 размещены резервный агрегат питания АД-30Т/230-Ч-400 и преобразователь ВПЛ-30МД. Масса прицепа 7200 кг. Радиовысотомер размещается на ровной площадке радиусом не менее 50 м, имеющей углы закрытия не более +15'.

Прицепы В2 и В3 устанавливаются в укрытиях, а прицеп В1М1 – на насыпной горке высотой 6–8 м. Длина кабелей позволяет удалить прицепы В2 и В3 от прицепа В1М1 на расстояние до 50 м. Индикаторный шкаф И-7К, а также шкаф синхронизации Д-2 и шкаф с аппаратурой защиты могут выноситься из прицепа В2 на удалении до 500 м. Штатный кабель высотомера обеспечивает вынос шкафов на 100 м. Вынос на большие расстояния обеспечивается дополнительным комплектом кабелей ПЛ4.079.004, ПЛ4.075.009, ПЛ4.075.025, ПЛ.075.026, которые заказываются у завода-изготовителя радиовысотомеров ПРВ-13М1 через довольствующие органы.

При подготовке высотомера к транспортировке антенные системы, соединительные кабели и вспомогательное оборудование укладываются в 14 контейнеров и один ящик, общая масса которых 4000 кг. Транспортирование высотомера осуществляется тремя автотягачами – КрАЗ-214 или МАЗ-200, в кузовах которых перевозятся контейнеры. По железной дороге высотомер транспортируется на трех четырехосных платформах и вписывается в габарит 02-Т.

3. ПРИНЦИП ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТЫ

Антенная система радиовысотомера формирует диаграмму направленности, ширина которой в горизонтальной плоскости (по азимуту) 2°, а в вертикальной плоскости (по углу места) 55'.

Для определения высоты антенна высотомера устанавливается на азимут цели и качается по углу места в секторе 30° или 6° (рис. 3.1). Когда угол места соответствует углу места цели, цель облучается зондирующим импульсом, часть энергии которого отображается в сторону высотомера, и принятый эхо-сигнал отображается на экране индикатора высоты. Индикатор высоты работает в системе координат ВЫСОТА – ДАЛЬНОСТЬ.

Развертка индикатора в этой системе координат соответствует уравнению высоты:

$$H = h + \Delta h = D_H \sin \theta + \frac{D_H^2}{2R_{3Э}}$$

где H – высота полета цели, км;

h – высота цели относительно горизонта ($h = D_H \sin \theta$);

Δh – поправка на кривизну Земли ($\Delta h = \frac{D_H^2}{2R_{3Э}}$);

D_H – наклонная дальность цели, км;

θ – угол места цели;

$R_{3Э}$ – эквивалентный радиус Земли с учетом стандартной рефракции радиоволн, равный 8500 км.

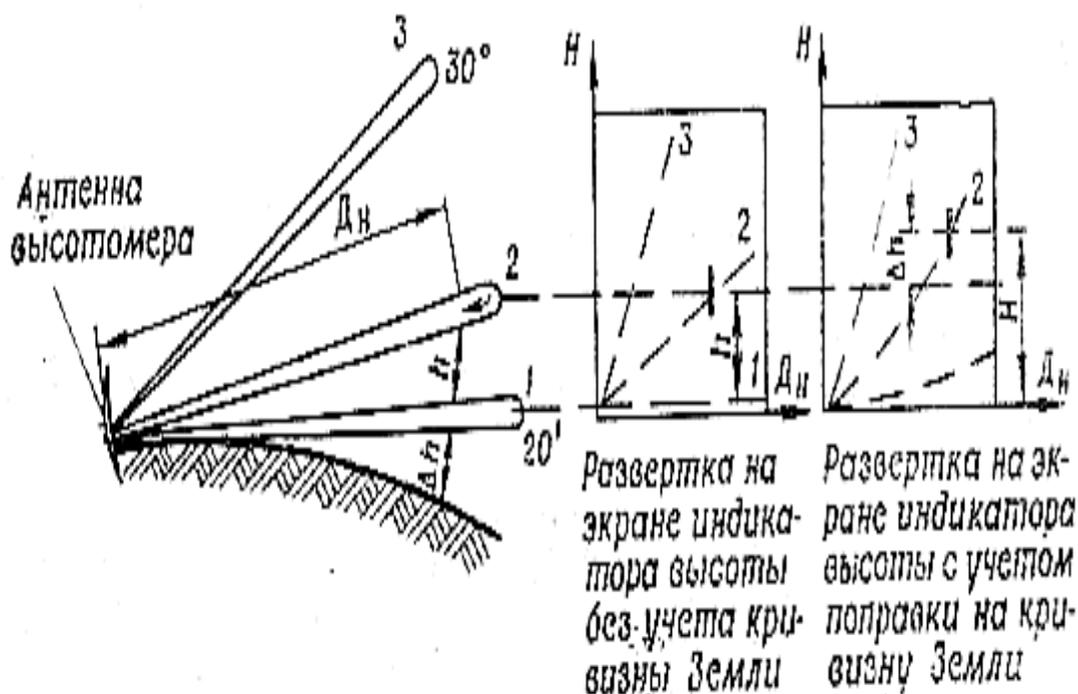


Рис. 3.1. Принцип определения высоты цели

Это уравнение решается автоматически аппаратурой в шкафу индикатора высоты. Исходными данными для решения уравнения является напряжение, пропорциональное $\sin\theta$ и поступающее с датчика угла места ДУ-22, и время запаздывания отраженного эхо-сигнала, пропорциональное наклонной дальности цели. В системе координат ВЫСОТА – ДАЛЬНОСТЬ масштабы индикатора по высоте и дистанции линейные, поэтому масштабные отметки высоты отображаются равноудаленными горизонтальными линиями, а по дальности – равноудаленными вертикальными линиями.

Отметки от цели на экране индикатора высоты наблюдаются в виде вертикального штриха. По положению середины отметки от цели относительно масштабных отметок высоты оператор считывает высоту цели.

4. БОЕВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАДИОВЫСОТОМЕРА ПРВ-13М1

Боевые возможности радиовысотомера характеризуются:

- составом выдаваемой информации;
- размерами и формой зоны обнаружения;

- точностью выдаваемой информации;
- разрешающей способностью по измеряемым координатам;
- дискретностью выдаваемой информации;
- помехозащищенностью;
- мобильностью;
- живучестью.

Состав выдаваемой информации

Радиовысотомер задает высоту целей, их количество, взаимное превышение, размеры групповой цели по высоте, угол места цели, пеленг угла места постановщика активных помех, размеры облака ядерного взрыва по высоте.

Работая в режиме дальномера, высотомер определяет азимут и дальность цели.

Размеры и форма зоны обнаружения

Зоной обнаружения называется область воздушно-космического пространства, в пределах которой с вероятностью 0,5 обеспечивается обнаружение целей, определение их координат и характеристик.

Зона обнаружения радиовысотомера (рис. 4.1) по углу места от -2° до 32° определяется пределами качания антенны. Радиус «мертвой воронки» равен $1,8 H_c$. Верхняя граница определения высоты ограничивается масштабом высоты индикатора и составляет 85 км.

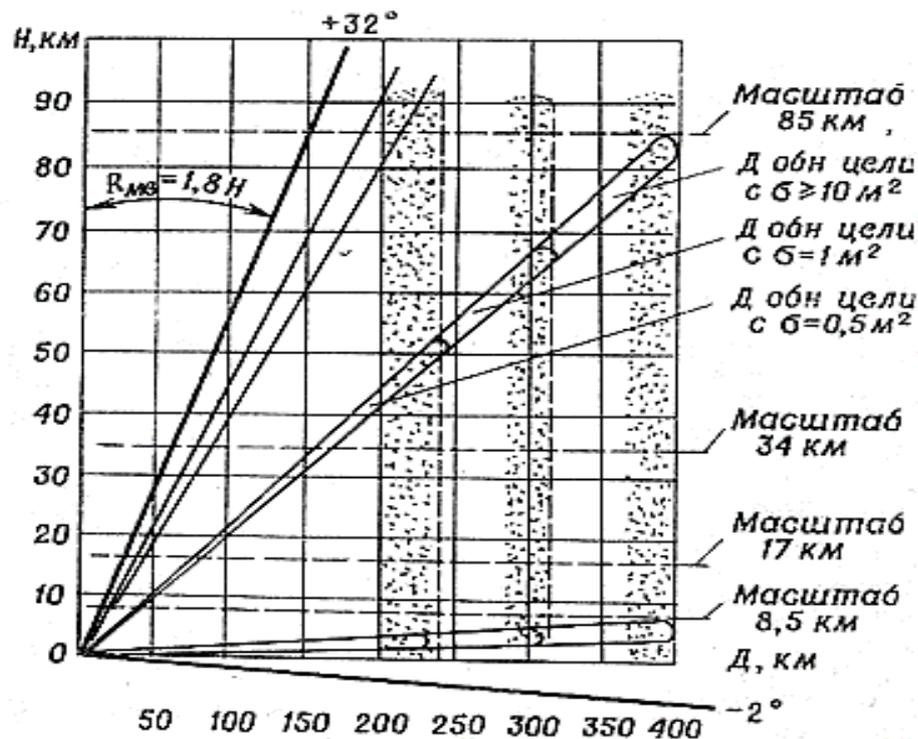


Рис. 4.1. Зона обнаружения радиовысотомера ПРВ-13М1

Максимальная дальность обнаружения на высотах более 6000 м при работе в высотомерном режиме без помех составляет:

– 400 км (предельный масштаб по дистанции) для целей с отражающей поверхностью $\sigma = 10 \text{ м}^2$;

– 310 км для целей с $\sigma = 1 \text{ м}^2$;

– 225 км для целей с $\sigma = 0,3 \text{ м}^2$.

Дальность обнаружения маловысотных целей с отражающей поверхностью $\sigma = 1 \text{ м}^2$ на позиции с углами закрытия 0° при работе в дальномерном режиме с углом наклона антенны $+15'$, скоростью вращения антенны 6 об/мин приведена в табл. 4.1.

Режимы вращения и качания антенной системы высотомера позволяют создать семь вариантов зон обнаружения, которые имеют следующие назначения и характеристики.

Таблица 4.1

Режимы работы

Режимы работы	Д _{обн} (км)			
	Н _ц = 50 м	Н _ц = 100 м	Н _ц = 300 м	Н _ц = 500 м
Амплитудный	32	46	77	90
Когерентный	–	42	65	85

1. РУЧНОЙ, КАЧАНИЕ 30° . По азимуту антенна устанавливается ручкой АЗИМУТ в пределах углов $0 - 360^\circ$, а по углу места обеспечивается непрерывное качание с амплитудой 15° и частотой 30 взмахов в минуту. Биссектриса сектора качания может быть плавно установлена на углы места в пределах $3-17^\circ$ при вращении ручки БИСSEKTPИCА от -2 до $+2^\circ$, что обеспечивает изменение нижней границы зоны обнаружения по углу места от -2 до $+2^\circ$, а верхней границы – от $+28$ до $+32^\circ$. Это основной режим работы радиовысотомера, обеспечивающий измерение высоты целей в максимальных пределах зоны обнаружения по углу места.

2. СЕКТОР, КАЧАНИЕ 30° . По азимуту антенна сканирует в заданном секторе со скоростью 54 град/мин. Ширина сектора устанавливается плавно ручкой СЕКТОР в пределах $0-170^\circ$. Биссектриса сектора устанавливается ручкой АЗИМУТ в пределах углов $0-360^\circ$. Качание антенны по углу места такое же, как и в режиме РУЧНОЙ, КАЧАНИЕ 30° . Режим СЕКТОР, КАЧАНИЕ 30° применяется при поиске и определении высоты целей на разных азимутах и пределах сектора до 170° .

3. РУЧНОЙ, ОСТАНОВ. По азимуту антенна устанавливается ручкой АЗИМУТ в пределах углов $0-360^\circ$, а по углу места – ручкой угол места от -2 до $+30^\circ$. Режим используется при определении угломестного пеленга постановщика активных помех и настройки системы качания.

4. КРУГОВОЙ, ОСТАНОВ. По азимуту антенна вращается со скоростью 6 об/мин или 10 об/мин в зависимости от положения переключателя СКОРОСТЬ

ВРАЩЕНИЯ, а по углу места антенна устанавливается ручкой УГОЛ МЕСТА на любой в пределах от -2 до 30° . Режим используется для обнаружения маловысотных целей в селекции целей по высоте с измерением плоскостных координат целей (азимута и дальности) на индикаторе кругового обзора.

5. КРУГОВОЙ, программа. По азимуту антенна вращается, как и в режиме КРУГОВОЙ, ОСТАНОВ. Ручкой УГОЛ МЕСТА можно задать начальное положение антенны в пределах углов от -2 до $+30^\circ$. При установке переключателя ПРОГРАММА в положения 1, 2 или 3 соответственно возможны одновитковый, двухвитковый и трехвитковый обзоры пространства. При одновитковом режиме антенна по азимуту вращается вкруговую с заданным начальным углом наклона, что соответствует режиму **КРУГОВОЙ, ОСТАНОВ**.

При двухвитковом режиме антенна совершает один оборот с начальным углом наклона, после чего автоматически поднимается по углу места на ширину диаграммы направленности ($55'$ за время поворота антенны на 66° , совершает на новом углу места полный оборот, после чего антенна опускается на начальный угол наклона. В дальнейшем этот процесс повторяется.

При трехвитковом режиме антенна на втором и третьем витках поднимается по углу места соответственно на одну и две ширины диаграммы направленности относительно начального угла наклона, после чего опускается на первый виток. Для исключения пропусков целей в формируемой зоне обнаружения переход на последующий виток производится с сектором перекрытия в азимутальной плоскости 66° .

Режим **КРУГОВОЙ, ПРОГРАММА** используется для обнаружения и проводки маловысотных целей с определением плоскостных координат на экране индикатора кругового обзора.

В этом режиме при двухвитковом обзоре пространства возможно определение высоты цели «на проходе» с использованием табл. 4.2.

Значения высот соответствуют начальному углу наклона антенны $+15'$, т. е. для позиции высотомера с углом закрытия 0° в ответственном секторе (см. табл. 4.2).

Таблица 4.2

Начальные углы наклона в ответственном секторе

На каком витке наблюдается цель	Высота цели (м)			
	Дц до 70 км	Дц от 70 до 90 км	Дц от 90 до 110 км	Дц от 110 до 150 км
1	600	800	1200	1600
1 и 2	800	1400	2000	—
2	1600	2400	3200	—

6. СЕКТОР, КАЧАНИЕ 6°. По азимуту антенна управляется в выбранном секторе автоматически, скорость ее перемещения 135 град/мин. Ширина сектора и его биссектриса задаются аналогично режиму СЕКТОР, КАЧАНИЕ 30°.

По углу места антенна качается в секторе 6° с амплитудой 3° и частотой 72 взмаха в минуту. Биссектриса сектора качания может быть установлена ручкой УГОЛ МЕСТА на любое значение угла в пределах от +1 до 29°, что обеспечивает обнаружение целей в границах зоны по углу места от – 2 до +32°. Режим используется для определения трех целей в заданном секторе.

7. РУЧНОЙ, КАЧАНИЕ 6°. По азимуту антенна управляется ручкой АЗИМУТ, а по углу места – аналогично режиму СЕКТОР, КАЧАНИЕ 6°.

Режим используется на последнем этапе наведения.

Точность выдаваемой информации

Максимальная ошибка при определении координат цели в 80 % измерений составляет:

- по высоте не более +300 м на дальности до 200 км;
- по азимуту не более +2° в режиме высотомера и +1° в режиме кругового обзора;
- по дальности не более +1000 м на масштабе 200 км.

Разрешающая способность:

- по углу места 1° на дистанции более 260 км;
- по азимуту 3° на дистанции более 280 км;
- по дальности 2 км при работе индикатора высоты на масштабе 150 км.

Дискретность выдачи высоты

Время, необходимое для определения высоты одной цели после получения целеуказания, не превышает 11 с. Оператор за одну минуту выдает 5–6 донесений о высоте целей. Дискретность выдачи высоты зависит от количества целей, их взаимного расположения по азимуту и выбранного режима обзора воздушного пространства.

Помехозащищенность

Под помехозащищенностью понимают способность радиовысотомера выдавать информацию о воздушной обстановке при применении противником активных и пассивных радиопомех.

Для защиты от активных помех радиовысотомер имеет два разнесенных по частоте передающих канала. В каждом из них может быть установлен один из четырех литерных высотомера на заданный азимут с ошибкой не более +1°.

Режим ПЕДАЛЬ – это режим, при котором передатчик переключается на эквивалента на антенну только при нажатой педали.

Первые два режима используются при круговом вращении приемно-передающей кабины высотомера.

Мобильность

Мобильность высотомера определяется возможностями передислокации на новую позицию, условиями транспортировки, сроками развертывания (свертывания) и готовностью к боевой работе.

Высотомер ПРВ-13М1 выполнен в подвижном варианте, что позволяет перемещать его на новую позицию и использовать в качестве резерва для усиления или восстановления радиолокационного поля. Собственных транспортных средств высотометр не имеет. Аппаратура высотометра обеспечивает нормальную работу, если скорость транспортировки не превышает:

- 40 км/ч по асфальтному шоссе;
- 30 км/ч по бульжной мостовой;
- 20 км/ч по проселочной дороге;
- 8 км/ч по бездорожью.

Прицепы высотометра и контейнеры с антеннами и вспомогательным оборудованием транспортируются тремя автотягачами КраЗ-214 или МАЗ-200, а по железной дороге перевозятся на трех четырехосных платформах. Погрузка (разгрузка) контейнеров в кузова автотягачей и на железнодорожные платформы производится трехтонным краном. Время развертывания и свертывания радиовысотометра из расчета на 5 человек составляет 4–5 ч.

Время включения высотометра при прогретых агрегатах питания – 6 мин. Время включения при поданном первичном питании – 5 мин.

Живучесть

Живучесть радиовысотометра характеризуется избыточным давлением во фронте ударной волны, возникающей от взрыва ядерного оружия, при котором происходит разрушение прицепов и устройств радиовысотометра.

Результаты испытаний показали, что инженерные сооружения даже открытого типа (окопы, укрытия) снижают степень воздействия ударной волны на технику на 20–35 %. Закрытые инженерные сооружения для техники обеспечивают ее сохранность при избыточном давлении в ударной волне 0,5–1 кгс/см². Кабинам высотометра, расположенным на открытой местности, уже при избыточном давлении в ударной волне 0,17–0,21 кгс/см² наносятся повреждения, которые не устраняются расчетом.

Таким образом, основными способами повышения живучести являются всестороннее инженерное оборудование позиции, укрытие кабельного хозяйства и маскировка.

5. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Импульсная мощность передатчика не менее 1,35 МВт на всех частотах.
2. Режимы запуска:
 - РЕДКИЙ 1, основной запуск с частотой повторения 366 Гц (410 км);
 - РЕДКИЙ 2, с частотой повторения 333 Гц (450 км), используется только на масштабе дистанции 400 км;
 - ЧАСТЫЙ, несимметричный запуск с частотой повторения 730 Гц (220 и 190 км), используется при работе в условиях интенсивных пассивных помех;
 - ЧАСТЫЙ В, вобулированный несимметричный запуск с частотой повторения 730 Гц, используется для определения ложных целей;

– ВНЕШНИЙ 2, основной запуск при внешней синхронизации высотомера, повторяет частоту запуска синхронизирующего устройства;

– ВНЕШНИЙ 1, несимметричный запуск с удвоенной частотой повторения внешних импульсов синхронизации, используется аналогично внутреннему запуску ЧАСТЫЙ;

– ВНЕШНИЙ 1В, вобулированный несимметричный запуск, использующийся для определения ложных целей при работе в режиме внешней синхронизации.

3. Длительность высокочастотного импульса в режиме редких запусков 3 мкс, в режиме частого запуска 1,5 мкс.

4. В качестве высокочастотного генератора применяются магнетроны литер А, Г, Д, З.

5. Коэффициент шума приемных устройств основного канала и канала ПБО не более 5.

6. Масштабы-индикаторы кругового обзора 100, 200, 300 и 400 км.

7. Масштабы-индикаторы высоты:

а) по дистанции – 150, 200, 300 и 400 км;

б) по высоте – 8,5; 17; 34 и 85 км.

8. Запрет излучения устанавливается в пределах азимутального сектора шириной от 20 до 200°. Биссектриса сектора запрета излучения может быть установлена на любой азимут.

9. Радиовысотомер питается переменным трехфазным током напряжением 220 В ± частотой 400 Гц от основного или резервного электроагрегата питания АД-30-Т/230-Ч-400.

Предусмотрено питание от промышленной сети напряжением 220/380 В и частотой 50 Гц через преобразователь ВПЛ-30МД.

Потребляемая мощность высотомера 21 кВт.

10. Эксплуатационная надежность высотомера 130 ч.

11. Обеспечивается работа высотомера при следующих условиях:

– температура окружающей среды от –40 до +50 °С;

– влажность воздуха до 98 % при температуре +20 °С;

– скорость ветра до 25 м/с;

– толщина гололеда на трубках зеркала антенны до 2 мм;

– высота позиции над уровнем моря до 1000 м.

6. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА РАДИОВЫСОТОМЕРА

Вся радиолокационная аппаратура радиовысотомера размещена в прицепах В1М1 и В2.

Схема расположения аппаратуры в прицепе В1М1 приведена на рис. 6.1, а в прицепе В2 – на рис. 6.2.

Рассмотрим принципы построения высотомера и функциональные связи его аппаратуры по отдельным трактам, системам.

Тракт запуска и масштабных отметок дистанции

Синхронизация работы приемно-передающей аппаратуры, индикаторов, блоков вычитания и защиты от несинхронных помех осуществляется импульсами запуска, которые вырабатываются блоком запуска и масштабных отметок дистанции ДД-08, размещенным в шкафу Д-2. Частота повторения импульсов запуска зависит от выбранного на блоке ЦП-08 шкафа И-7К режима запуска.

На передающую аппаратуру поступают импульсы запуска С-3, на блоки вычитания и защиты от несинхронных помех – импульсы запуска С-7 и срыва С-21, на индикаторную аппаратуру – импульсы запуска С-6, на сопрягаемые системы – импульсы С-2, С-4 и С-25.

При сопряжении радиовысотомера с дальномером, например П-37, блок ДД-08 синхронизируется импульсами запуска дальномером через блок сопряжения ЛП-35.

Масштабные отметки дистанции (10 и 50 км) поступают с блока ДД-08 на индикатор высоты ИВ-06М и индикатор кругового обзора ИКО-02.

Тракт зондирующих импульсов

Импульсы запуска С-3 блока ДД-08 поступают на запуск модулятора, расположенного в шкафу П-03М. Модулятор вырабатывает короткий высоковольтный импульс, который поступает на магнетронный генератор. Генератор вырабатывает мощный высокочастотный импульс, который через фазовый трансформатор ПКП-02, волноводный переключатель АК-05, ферритовый циркулятор ФЦ-01, волноводные короткозамыкатели ЗВ-03, ЗВ-02, волноводное вращающееся сочленение АВ-04 поступает в облучатель АО-17М и затем излучается антенной АЗ-17М в пространство.

Фазовый трансформатор служит для согласования выхода магнетрона передатчика с волноводным трактом, что обеспечивает стабильность частоты генерируемых магнетроном высокочастотных колебаний и отдачу в волноводный тракт максимальной мощности.

Волноводный переключатель предназначен для направления энергии одного из передатчиков на ферритовый циркулятор ФЦ-01, который обеспечивает автоматическое переключение радиовысотомера с передачи на прием и обратно, а также подключение передатчика к антенне или эквиваленту.

Волноводные короткозамыкатели исключают прохождение высокочастотного импульса на антенну при работе передатчика на эквивалент.

Волноводное вращающееся сочленение соединяет подвижную часть волноводного тракта с неподвижной, обеспечивая качание облучателя совместно с отражателем антенны. Для повышения электрической прочности во вращающемся сочленении блоком дегидрататора создается избыточное давление.

Радиовысотомер имеет двухканальное передающее устройство, состоящее из двух высокочастотных генераторов и общего модулятора. К антенно-волноводному тракту и модулятору может быть подключен только один из генераторов. Переключение генераторов производится с блока ЦП-08С переключателем КАНАЛ 1 – КАНАЛ 2.

При переключении каналов коммутируются:

- выход модулятора к соответствующему генератору;
- выход включенного высокочастотного генератора к антенно-волноводному тракту.

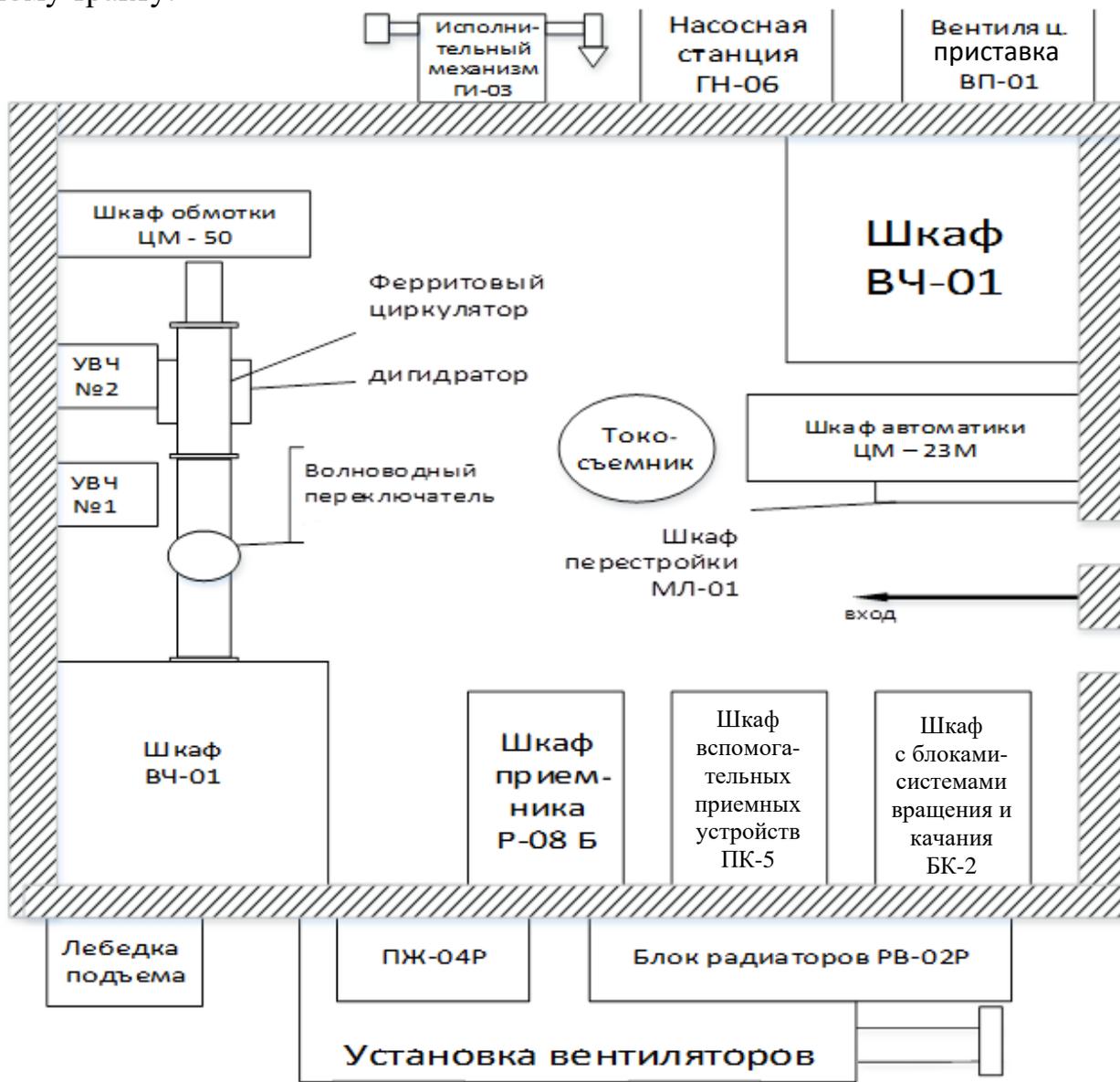


Рис. 6.1. Схема расположения аппаратуры прицепа В1М1

Одновременно с переключением высокочастотных генераторов производится перестройка местного гетеродина ВГ-12 и преселекторов блоков смесителей РС-18 основного приемного канала и канала ПБО.

Тракт приема отраженных сигналов

В радиовысотомере ПРВ-13М1 имеются два тракта приема отраженных сигналов:

- приемный тракт эхо-сигналов основного радиолокационного канала;
- приемный тракт сигналов подавления бокового ответа (вспомогательный канал).



Рис. 6.2. Схема расположения аппаратуры прицепа В2

Тракт эхо-сигналов основного радиолокационного канала

Отраженная от цели высокочастотная энергия (эхо-сигнал) попадает на отражатель антенны, далее на облучатель и в волноводный тракт. С выхода волноводного тракта эхо-сигнал поступает на УВЧ №1, где усиливается по высокой частоте, после чего преобразуется в эхо-сигнал с промежуточной частотой смесителем сигналов РС-18 №1, на который поступает также напряжение с местного гетеродина ВГ-12. Далее эхо-сигнал усиливается предварительным усилителем ПУПЧ-03 №1 и размножается на три выхода. При включенном режиме защиты СЕЛЕКЦИЯ в блоке ФП-02 происходит подавление несинхронной импульсной помехи. При выключенном режиме СЕЛЕКЦИЯ сигналы обходят блок ФП-02 и поступают через блок электронной коммутации эхо-сигналов ЗК-04, блок сопряжения и управления ДЛ-06 на индикаторы ИВ-06М и ИКО-02.

С когерентных выходов К1, К2 приемника РП-08 сигналы поступают соответственно на блоки вычитания КВ-01 №1 и КВ-01 №2, на выходе которых они замешиваются на общей нагрузке. Эти сигналы при включенном режиме защиты КОГЕРЕНТНЫЙ поступают на индикаторы через коммутатор ЗК-04 и блок ДЛ-06. При включении режима защиты СЕЛЕКЦИЯ блок ФП-02 подавляет несинхронные импульсные помехи в когерентном канале.

В режиме защиты СМЕШАННЫЙ коммутатор ЭК-04 позволяет иметь на индикаторах совмещенную обстановку когерентного и амплитудного каналов со стробированием их по дистанции.

Управление режимами работы: СЕЛЕКЦИЯ, АМПЛИТУДНЫЙ, СМЕШАННЫЙ, КОГЕРЕНТНЫЙ производится с блока дистанционного управления ЦП-08 шкафа И-7К.

Тракт подавления бокового ответа (ПБО) при защите от импульсных сигналов, принятых боковыми лепестками диаграммы направленности антенны основного канала

Подавление импульсных сигналов, принятых боковыми лепестками основной антенны, производится путем вычитания сигналов тракта ПБО из сигналов основного канала. Диаграмма направленности антенны ПБО перекрывает в горизонтальной и вертикальной плоскостях боковые лепестки диаграммы направленности антенны основного канала.

Сигналы, принятые антенной Б-08, через коаксиальный переключатель РЕ-01 №2 проходят на УВЧ №2, смеситель РС-18 №2, ПУПЧ-03 №2, которые по своей конструкции и назначению аналогичны одноименным блокам основного канала. С выхода №2 блока ПУПЧ-03 №2 сигналы поступают на приемник канала ПБО (блок РО-03), где происходит их усиление и преобразование в видеоимпульсы. Приемник ПБО не имеет когерентного канала; поэтому при когерентном режиме работы высотомера защита от ответно-импульсных помех не обеспечивается.

При включении на блоке ДЛ-06 канала ПБО сигналы с амплитудного выхода приемника РП-08 и сигналы вспомогательного канала поступают на субблок вычитания СВ-03 блока РО-03, который подавляет сигналы, принятые боковыми лепестками диаграммы направленности основной антенны. Заходные сигналы с субблока СВ-03 поступают в амплитудный канал приемного тракта и отображаются на индикаторах высотомера.

Особенности тракта приема сигналов при включении блоков защиты ШБ-01 и ПЦ-10

Блоки ШБ-01 предназначены для защиты приемных трактов основного канала и канала ПБО от активных шумовых и импульсных помех длительностью не менее 0,6 мкс (канал ШОУ блока ШБ-01), а также от активных и пассивных помех длительностью более 50 мкс (канал БАРУ блока ШБ-01). Защита приемных трактов от помех блоками ШБ-01 производится на промежуточной частоте.

Для включения блоков ШБ-01 необходимо переключатель ЗАЩИТА блока ЦП-08 поставить в положение 3 (ШОУ) или Б (БАРУ). При этом сигналы блоков ПУПЧ-03 №1 и №2 переключаются с выходов №2 на выходы №3 и поступают на входы соответствующих блоков ШБ-01, а выходные сигналы блоков ШБ-01 поступают на приемники РП-08 и РО-03.

Блок ПЦ-10 предназначен для защиты приемного тракта от непрерывных активных шумовых помех, принятых боковыми лепестками диаграммы направленности антенны основного канала.

Для включения блока ПЦ-10 переключатель ЗАЩИТА блока ЦП-08 устанавливается в положение КОМП.З или КОМП.Б. При его включении из вспомогательного приемного канала исключаются блоки ШБ-01 №2 и РО-03. Выходные сигналы блоков ПУПЧ-03 №1 и №2 с выходов №3 поступают на два входа блока ПЦ-10. Выходной сигнал блока ПЦ-10 поступает блок ШБ-01 №1, который обеспечивает дополнительную защиту каналом ШОУ или БАРУ и проходит далее в приемный тракт основного канала на приемник РП-08.

Включение автокомпенсатора ПЦ-10 исключает защиту приемного тракта от ответно-импульсных помех.

Система измерения высоты

В состав системы входят:

- датчик угла места ДУ-22;
- индикатор высоты ИВ-06М;
- блок сопряжения и маркера высоты ЦК-04.

Как уже отмечалось выше, для определения высоты цели необходимо решать уравнение

$$H_{ц} = h + \Delta h = D_H \sin \theta + \frac{D_H^2}{2R_{33}}.$$

Это уравнение решается автоматически аппаратурой индикатора высоты ИВ-06М. Для решения первого слагаемого уравнения на индикатор высоты подается напряжение, пропорциональное синусу угла наклона антенны, которое снимается с датчика угла места ДУ-22.

Датчик угла размещен на оси качания антенны и состоит из двух функциональных потенциометров: синусного $U_{\text{вых}} = \sin(\theta)$ и линейного $U_{\text{вых}} = \theta$, ползунки которых механически связаны с осью качания антенны. При работе индикатора в системе координат ВЫСОТА – ДАЛЬНОСТЬ выходное напряжение линейного потенциометра не используется.

Под воздействием напряжения датчика угла в канале развертки высоты индикатора при каждом запуске высотомера формируется линейное пилообразное напряжение

$$U = D_H \sin \theta = \frac{ct}{2} \sin \theta = A \sin \theta t,$$

где A – постоянный коэффициент ($A = \frac{c}{2}$).

Крутизна пилообразного напряжения развертки высоты определяется углом места антенны θ .

Для решения второго слагаемого уравнения в канал развертки высоты подается из канала дистанции пилообразное напряжение, которое после интегрирования преобразуется в напряжение

$$U \equiv \frac{D_H^2}{2R_{33}},$$

учитывающее поправку на кривизну Земли.

Для отсчета высоты в индикаторе ИВ-06М вырабатываются 17 масштабных отметок высоты с ценой деления:

- на масштабе 8,5 – 0,5 км;
- на масштабе 17 – 1 км;
- на масштабе 34 – 2 км;
- на масштабе 85 – 5 км.

Каждая пятая отметка высоты имеет повышенную яркость. При качании антенной системы по углу места масштабные отметки высоты на экране индикатора образуют равноудаленные горизонтальные линии. Аналогично высвечивается и линия маркера высоты, которая ручкой ВЫСОТА блока ЦК-04 может перемещаться во всем диапазоне высот. Диаграмма направленности антенны радиовысотомера в вертикальной плоскости узкая, поэтому в момент облучения цели в определенном месте экрана индикатора высветится отметка в виде вертикальной черточки.

Съем высоты цели с экрана индикатора производится путем интерполяции середины отметки цели относительно масштабных отметок высоты при передаче донесений о высоте голосом (по телефону) или путем совмещения маркера высоты с серединой отметки цели при автоматизированном вводе данных о высоте в канал АСУ.

Система перестройки рабочей частоты

Система перестройки рабочей частоты предназначена для быстрой перестройки приемных устройств радиовысотомера с одновременным переключением передающего устройства с одного литерного магнетрона на другой.

Для того чтобы изменить рабочую частоту приемных устройств, необходимо одновременно перестроить:

- местный гетеродин ВГ-12;
- преселектор (РС-18 №1) приемного тракта основного радиолокационного канала;
- преселектор приемного тракта вспомогательного канала.

Изменение частоты местного гетеродина при перестройке производится путем одновременного перемещения плунжеров анодного и сеточного контуров гетеродина. Это выполняет кулачковый механизм перестройки ЛГ-01, установленный в блоке ВГ-12.

Перестройка преселектора как основного, так и вспомогательного каналов производится перемещением плунжера внутри объемного резонатора (преселектора) блока РС-18 механизмом ЛР-06.

Система перестройки рабочей частоты состоит из трех маломощных следящих систем, т. е. для каждого элемента подстройки имеется своя следящая система.

Для управления сигналом используются задающие устройства блока ДП-05: потенциометрические датчики для системы перестройки гетеродина и сельсины для систем перестройки преселекторов.

Дистанционная перестройка с одной частоты на другую производится с блока ЦП-08 шкафа И-7К, местная перестройка – со шкафа ЦМ-23. При этом в следящих системах включаются датчики соответствующего канала. В результате

в цепях управления возникают сигналы, которые усиливаются соответствующими усилителями блока ДП-05 и подаются на двигатели механизмов перестройки ВГ-12, РС-18 №1 и 2.

Двигатели вращаются до тех пор, пока элементы подстройки каждой системы не займут определенного положения, соответствующего новой частоте.

На время перестройки рабочей частоты импульсы запуска снимаются с передающего устройства. Время перестройки частоты 2 с.

Система качания

Система качания антенны предназначена для управления движением антенной системы по углу места.

В состав системы качания входят:

- блок управления режимами систем качания и вращения ЛЦ-09С;
- усилитель сигналов управления – блок ГВ-01;
- силовой гидравлический привод качания антенны, который состоит из механизма управления МУ-01, насосной станции ГН-06 и гидравлического исполнительного механизма;
- ГИ-03;
- блок датчиков угла места антенны ГС-02;
- субблок задающих сигналов качания ГВС-01.

В радиовысотомере предусмотрены четыре режима качания антенны по углу места.

Режим КАЧАНИЕ 30° обеспечивает качание антенны в секторе 30° с амплитудой 15° и частотой 30 взмахов в минуту. При этом биссектриса сектора качания может быть плавно установлена в пределах углов 13–17°.

Режим КАЧАНИЕ 6° обеспечивает качание антенны в секторе 6° с амплитудой 3° и частотой 72 взмаха в минуту. Биссектриса сектора качания устанавливается на любое значение угла места +1 до +29°.

Режим ОСТАНОВ обеспечивает установку антенны на любое значение угла места от –2 до +30°.

Режим ПРОГРАММА обеспечивает ступенчатое перемещение антенны по углу места на 40–60'. Число ступенчатых перемещений может быть 0, 1, 2, что соответствует одновитковому, двухвитковому или трехвитковому круговому обзору. По окончании программы антенна устанавливается на начальный угол, который может задаваться в пределах углов от – 2 до +30°.

Система качания антенны представляет собой силовой следящий гидропривод. Переключение режимов качания осуществляется кнопочным переключателем блока ЛЦ-09С. В блоке ЛЦ-09С находятся датчики грубого и точного отсчета, определяющие заданное положение антенны по углу места.

Приемные сельсины грубого и точного отсчета, отображающие действительное положение антенны по углу места, связаны с осью качания антенны и расположены в блоке ГС-02.

Датчики и приемники вырабатывают сигнал управления, величина которого пропорциональна углу рассогласования между заданным значением и действительным положением антенны по углу места.

Предварительное усиление сигнала управления осуществляется в блоке ГВ-01, представляющем собой электронный усилитель. Преобразование электрического сигнала в гидравлический и дальнейшее усиление его мощности происходит в насосной станции ГН-06, которая приводит в движение исполнительный механизм ГИ-03.

Блок ГИ-03, состоящий из двух силовых гидроцилиндров, преобразует гидравлический сигнал во вращательное движение, которое через системы рычагов, образующих параллелограмм, передается на ось качания антенны. Движение антенны по углу места определяется заданным режимом работы.

Система вращения

Система вращения радиовысотомера служит для поворота кабины по азимуту в различных режимах работы.

В состав системы вращения входят:

- блок управления режимами систем качания и вращения ЛЦ-09С;
- блок усиления сигналов управления ЛУВ-02;
- блок задания секторного режима работы ВЗ-01;
- электромагнитный усилитель ЛМП-01;
- исполнительный двигатель ПБСТ-62 с редуктором вращения кабины ЛВР-01;
- блок сельсинов-приемников грубого и точного отсчетов ДФ-09.

При управлении системой вращения с блока ЛЦ-09С в радиовысотомере предусмотрены три режима работы:

- РУЧНОЙ, обеспечивающий установку антенны по азимуту на любой угол с точностью $\pm 20'$;
- СЕКТОРНЫЙ обзор пространства со скоростями 54 и 135 град/мин при плавно меняющейся ширине сектора от 10 до 170°; биссектриса сектора может устанавливаться на любой азимут;
- КРУГОВОЙ обзор пространства со скоростями 6 и 10 об/мин.

Для получения необходимой точности передачи угла в системе вращения применена двухканальная следящая система.

Датчиками угла служат два сельсина-датчика блока ЛЦ-09 – грубый и точный, связанные между собой редуктором с коэффициентом передачи 1:23.

На опорно-поворотном устройстве повозки КДУ-10 смонтирован блок ДФ-09, в котором находятся два сельсина-приемника, связанных тем же передаточным отношением 1:23.

Сигнал управления возникает при угловых рассогласованиях сельсинов-датчиков и сельсинов-приемников. Усиление сигналов управления системой вращения происходит в блоке ЛУВ-02. Сигнал управления на выходе блока ЛУВ-02 представляет собой постоянное напряжение, величина которого зависит от угла рассогласования сельсинов-датчиков и сельсинов-приемников, а полярность – от знака угла рассогласования. Это напряжение усиливается в электромагнитном усилителе ЛМП-01, после чего оно поступает на исполнительный двигатель. Последний через редуктор связан с поворотным устройством кабины.

Кабина будет поворачиваться по азимуту до тех пор, пока угол рассогласования сельсинов-датчиков и сельсинов-приемников не станет равным нулю.

При переходе в секторный режим работы в разрыв цепей сельсинных пар грубого и точного каналов включаются дифференциальные сельсины блока ВЗ-01, которые автоматически вращаются в заданном секторе шаговым двигателем. Вращение дифференциальных сельсинов эквивалентно изменению угловых положений сельсинов-датчиков.

При круговом режиме работы двухканальная следящая система размыкается. В качестве управляющего напряжения на модулятор блока ЛУВ-02 поступает постоянное напряжение.

При передаче управления вращением на блок ДД-06 или сопряженные автоматизированные системы управления в качестве сельсинов-датчиков используются сельсины блока ДД-06 или сельсины сопряженных АСУ. При этом секторный и круговой режимы исключаются.

Система кругового обзора

Система кругового обзора предназначена для определения азимута и наклонной дальности целей по данным высотомера, работающего в режиме дальномеромера, или для отображения воздушной обстановки сопрягаемых РЛС, используемой оператором высотомера для целеуказания.

В состав системы кругового обзора входят:

- блок индикатора кругового обзора ИКО-02;
- блок выделения огибающих и отметок азимута ДО-02;
- блок датчиков развертки и отметок азимута ДФ-12;
- повторитель вращения и запуска ЛП-35;
- блок сопряжения и управления ДЛ-06.

В индикаторе кругового обзора предусмотрено четыре масштаба дистанции Д1 – 100 км, Д2 – 200 км, Д3 – 300 км, Д4 – 400 км.

В ИКО-02 возможен кольцевой режим просмотра дистанции в масштабе 100 км с задержкой запуска на 100, 200 и 300 км.

На экране индикатора отображаются:

- эхо-сигнал;
- масштабные отметки дистанции и азимута;
- маркер дистанции;
- отметки опознавания и активного ответа (только при сопряжении с дальномером).

В индикаторе применена неподвижная отклоняющая система, состоящая из двух пар отклоняющих катушек, создающих два независимых взаимно перпендикулярных масштабных потока.

Система кругового обзора работает во внутреннем и внешнем режимах работы.

При внутреннем режиме на экране ИКО-02 отображается воздушная обстановка радиовысотомера. Масштабные отметки дистанции поступают с блока ДД-08, а азимутальные отметки – с блока ДО-02. В этом режиме работы на ИКО-02 формируется только радиально-круговая развертка. Для ее создания с

синусно-косинусного вращающегося трансформатора блока ДФ-12 поступает синусное и косинусное напряжения вращения, которое преобразуется блоком ДО-02 в синусные и косинусные огибающие. Эти огибающие соответственно поступают в каналы развертки X и Y блока ИКО-02 для создания радиально-круговой развертки.

В течение каждого шестнадцатого периода и запуска в каналы развертки X и Y вместо огибающих вращения подаются огибающие маркера дистанции, что обеспечивает отображение маркера на заданном азимуте. Огибающие маркера формируются также в блоке ДО-02 из напряжений синусно-косинусного вращающегося трансформатора, управление которым осуществляется кноппелем блока ДЛ-06. Подключение огибающих маркера к каналам развертки индикатора производится импульсами генератора шестнадцатого интервала блока ДО-02.

Импульс маркера вырабатывает генератор маркера дистанции ИКО-02. Его временное положение (дистанцию) определяет потенциометрический датчик, связанный с кноппелем ДД-06.

При внешнем режиме работы на экране ИКО-02 отображается воздушная обстановка сопряженного дальномера, от которого также поступают импульсы запуска, масштабные отметки, синусное и косинусное напряжение вращения. Маркер дистанции формируется и отображается аналогично режиму внутренней работы. В том случае когда датчики дальномера в своем составе не имеют синусно-косинусного вращения, маркер дистанции формируется и отображается аналогично режиму внутренней работы. В том случае когда датчики дальномера в своем составе не имеют синусно-косинусного вращающегося трансформатора, а сигналы вращения каналов ГО и ТО связаны передаточным отношением 1:36, сопряжение по вращению выполняется через повторитель вращения ЛП-35.

При внешнем режиме работы развертка индикатора может быть радиально-круговой или диаметральной. Диаметральная развертка формируется импульсами череспериодной коммутации, вырабатываемыми блоком ДО-02. Вид развертки на ИКО-02 определяется типом дальномера, с которым сопряжен выотомер.

Система управления, защиты и контроля (СУЗИК)

Система СУЗИК предназначена для обеспечения последовательности автоматического включения аппаратуры выотомера, автоматического отключения аппаратуры в случаях аварийного режима, световой и звуковой сигнализации при авариях, световой сигнализации при неисправностях в аппаратуре.

Основная аппаратура управления и защиты смонтирована в шкафу ЦМ-23М и в блоке автоматической системы ПВО ЦВ-01.

Последовательность включения аппаратуры задается с помощью реле времени. Оно устанавливает необходимые интервалы между включением охлаждения накала ламп, анодных напряжений. Цикл работы реле времени – 5 мин, что определяется максимальной выдержкой времени между включением накала и анодного напряжения на тиратроны, модуляторы передающего устройства.

Включение аппаратуры может производиться дистанционно с блока ЦП-08 шкафа И-7К или непосредственно в прицепах (со шкафа ЦМ-23М в прицепе В1М1 и с панели щитка ИЩ-03 в прицепе В2).

При возникновении неисправности в каком-либо из устройств, не допускающей работы этого устройства или высотомера в целом, срабатывает соответствующая система автоматической защиты. Она отключает аппаратуру и дает световой и звуковой сигналы аварии на блок дистанционного управления ЦП-08 и шкаф ЦМ-23М. При этом на панели шкафа ЦМ-23М срабатывает световая сигнализация, указывающая место неисправности.

При неисправностях в системах жидкостного и воздушного охлаждения, вентилятора шкафа ПК-5, допускающих работу высотомера в целом, на блок ЦП-08 подается световой сигнал о неисправности в той или иной системе, а сама система отключается.

Устранение неисправности в этом случае при боевой работе высотомера производится по мере возможности.

При срабатывании анодной защиты передатчика имеется возможность повторного включения передатчика с блока ЦП-08 или шкафа ЦМ-23М.

Если пробой, вызывающий срабатывание защиты, случайный, не связанный с выходом из строя какого-либо элемента, то повторное включение восстанавливает нормальную работу передатчика.

Питание релейных схем осуществляется постоянным током напряжением 27, 110 и 220 В.

Включение и защита блоков питания шкафов К-3, Д-2, И-7К, вентиляции прицепа В2 осуществляется с помощью аппаратуры, размещенной в щитке ИЩ-03 прицепа В2.

Система электропитания

Первичное электропитание высотомера осуществляется от собственных дизель-электрических агрегатов типа АД-30Т, вырабатывающих трехфазное напряжение 220 В и частоту 400 Гц.

Имеется возможность питания высотомера от промышленной трехфазной сети 50 Гц 220/380 В через сетевой преобразователь ВПЛ-30МД, размещенный в прицепе В3.

Дизель-электрические агрегаты и ВПЛ-30МД имеют возможность как дистанционного, так и местного включения, и управления. Дистанционное включение агрегатов осуществляется с помощью выносного щитка ЛУД-01. На агрегатах установлены датчики сигнализации и аварийного отключения при нарушении нормальной работы.

Дистанционное управление ВПЛ-30МД осуществляется с выносного пульта дистанционного управления (ПДУ).

Вторичное электропитание накальных, анодных цепей и цепей автоматики осуществляется от блоков питания, размещенных в шкафах аппаратуры радиовысотомера.

6.1. Передающее устройство

6.1.1. Назначение, состав и технические данные

Передающее устройство радиовысотомера предназначено для генерации высокочастотных колебаний с заданной частотой и мощностью в импульсном режиме работы при заданной длительности, форме и частоте повторения модулирующих импульсов.

Передающее устройство состоит из линейного импульсного модулятора, установленного в шкафу П-03М, и двух генераторов СВЧ, расположенных в шкафу ВЧ-01.

Передающее устройство имеет два частотных канала, каждый из которых работает на одной фиксированной частоте. Генератором мощных высокочастотных импульсов каждого канала является импульсный литерный магнетрон.

Для отвода тепла, выделяемого магнетронами и другими элементами передающего устройства, служит система жидкостного и воздушного охлаждения.

Основные технические данные передающего устройства:

- импульсная СВЧ-мощность не менее 1,35 МВт;
- средняя СВЧ-мощность 1,75 кВт;
- длительность импульсов 3 и 1,5 мкс;
- средний ток высоковольтного выпрямителя 300–600 мА;
- максимальная потребляемая мощность 13,5 кВт.

6.1.2. Принцип работы и структурная схема

Структура, поясняющая взаимную связь всех узлов передающего устройства, приведена на схеме рис. 6.3.

Питание от трехфазной сети 220 В 400 Гц подается через блоки магнитных регуляторов напряжения ВМГ-01 на высоковольтный выпрямитель ВВ-03, служащий для создания выпрямленного напряжения +6–14 кВ. Регулировка напряжения производится с помощью трех блоков БМГ-01 и субблока реостата, обеспечивающего подачу управляющего напряжения +6–110 В на блоки БМГ-01.

Напряжение +6–14 кВ от блока ВВ-03 через зарядный дроссель и диоды блока ПД-02 подается на зарядную линию ПЛ-01. Дроссель блока ЦД-02 и конденсаторы линии формирования ПЛ-01 образуют последовательный контур и этим самым обеспечивается резонансный заряд линии ПЛ-01 до удвоенного напряжения высоковольтного выпрямителя.

Линия ПЛ-01 при разряде обеспечивает формирование прямоугольных импульсов напряжения на импульсном трансформаторе. Она состоит из переключаемых секций, что позволяет формировать импульсы напряжения различной длительности. Переключение секций линии осуществляется высоковольтным контактором ВВК-31 шкафа П-03М при включении редкого и частого запусков.

Разряд формирующей линии происходит через тиратронный блок ЛТ-03М, первичную обмотку импульсного трансформатора ПИ-01 и высоковольтный контактор ВВК-31 шкафа ВЧ-01.

С вторичной обмотки импульсного трансформатора моделирующее напряжение с амплитудой до 50 кВ прямоугольной формы подается на магнетрон, выход которого соединен с антенно-волноводным трактом.

Тиратронный блок ПТ-03М обеспечивает усиление импульсов запуска и выполняет функции электронного ключа, а также обеспечивает коррекцию формы мощного модулирующего импульса, формируемого линией ПЛ-01. Кроме того, блок ПТ-03М обеспечивает формирование импульсов местного запуска с частотой 400 Гц.

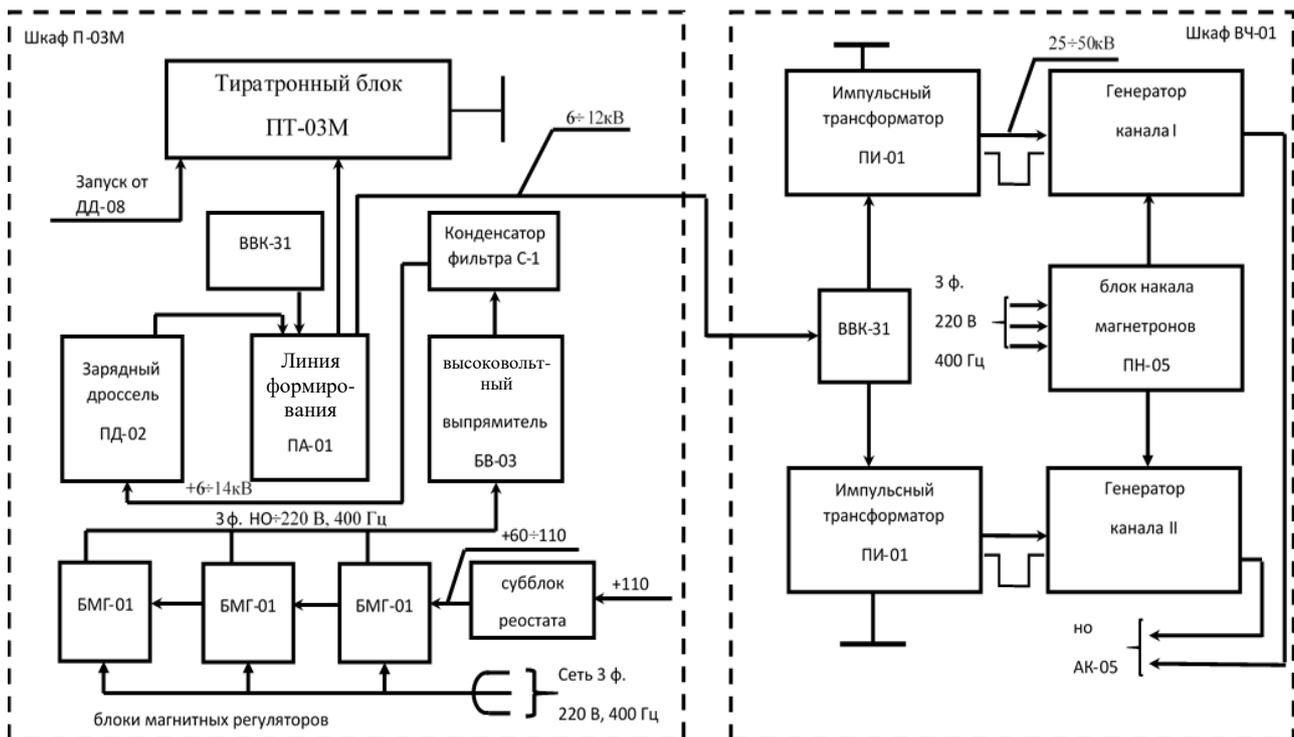


Рис. 6.3. Схема формирования и усиления сигналов в шкафах П-03М и ВЧ-01

При подаче импульсов запуска коммутирующий тиратрон блока ПТ-03М поджигается, происходит быстрый разряд линии формирования за время 3 или 1,5 мкс, в течение которого магнетрон вырабатывает кратковременный радиоимпульс.

Запуск осуществляется от блока ДД-08 положительными импульсами с амплитудой 25 В, длительностью 2 мкс, частота следования которых определяется выбранным режимом запуска.

Возбуждение магнетронов, установленных в разных каналах, производится от одного модулятора, а подключение каналов к модулятору осуществляется контактором ВВК-31 шкафа ВЧ-01. При обесточенном электромагните контактора ВВК-31 модулирующее напряжение подается в канал 1 шкафа ВЧ-01, а при поданном питании на электромагнит – в канал 2.

Одновременно с переключением каналов шкафа ВЧ-01 производится подключение волноводного выходного магнетрона соответствующего канала к волноводному тракту коммутатором АК-05.

Напряжение накала магнетронов подается от одного блока ПН-05 через вторичные обмотки импульсных трансформаторов каждого канала.

Схема включения высокого напряжения радиовысотомера позволяет производить смену магнетрона одного канала при работающем магнетроне другого канала.

Измерение мощности магнетрона при работе передающего устройства на эквивалент антенны производится по прибору ИПМ-23А, встроенному в волноводный тракт. При переключении передающего устройства на антенну мощность магнетрона контролируется по анодному току. Приборы контроля анодного тока установлены в блоке ПТ-03М шкафа П-03М и блоке ЦП-08 шкафа И-7К.

Управление режимом работы передающего устройства может производиться при местном включении с блока ПТ-03М и при дистанционном включении с блока ЦП-08.

Размещение аппаратуры шкафов ВЧ-01 и П-03М показано на рис. 6.4 и 6.5.

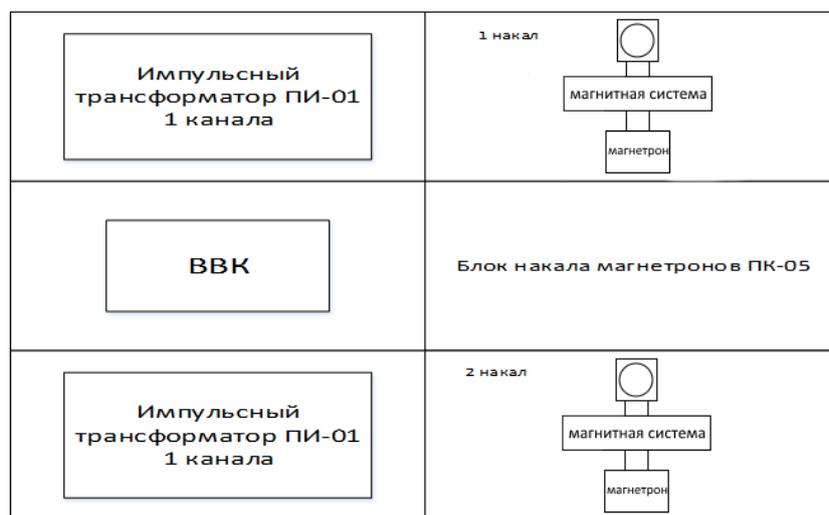


Рис. 6.4. Размещение элементов шкафа ВЧ-01

6.1.3. Принципиальная схема передающего устройства

При включении высотомера напряжение 220 В с частотой 400 Гц поступит на нормально разомкнутые контакты Р24б,в,г анодного контактора Р24 шкафа ЦМ-23М. Через 5 мин после включения охлаждения накала схемой автоматики включится реле Р17, которое контактами Р17К подготавливает цепь включения промежуточного реле Р22. Для блокировки контактов Р23б в цепи реле Р22 необходимо при местном включении на блоке ПТ-03М отжимный переключатель В3 РЕГ.В/В ВЫПР. установить на 5–7 с в положении МЕНЬШЕ. Напряжение +27 В поступит на реле Р44, которое контактами Р44а,б подключит напряжение 32 В с частотой 400 Гц к трехфазной обмотке двигателя М1 субблока реостата. При вращении двигателя ползунок реостата К1 перемещается в крайнее левое положение, что обеспечивает начальное включение передатчика при пониженном высоком напряжении. В крайнем положении ползунка реостата R1 контакты микровыключателя К3 отключают реле Р44 и блокируют контакт Р23б.

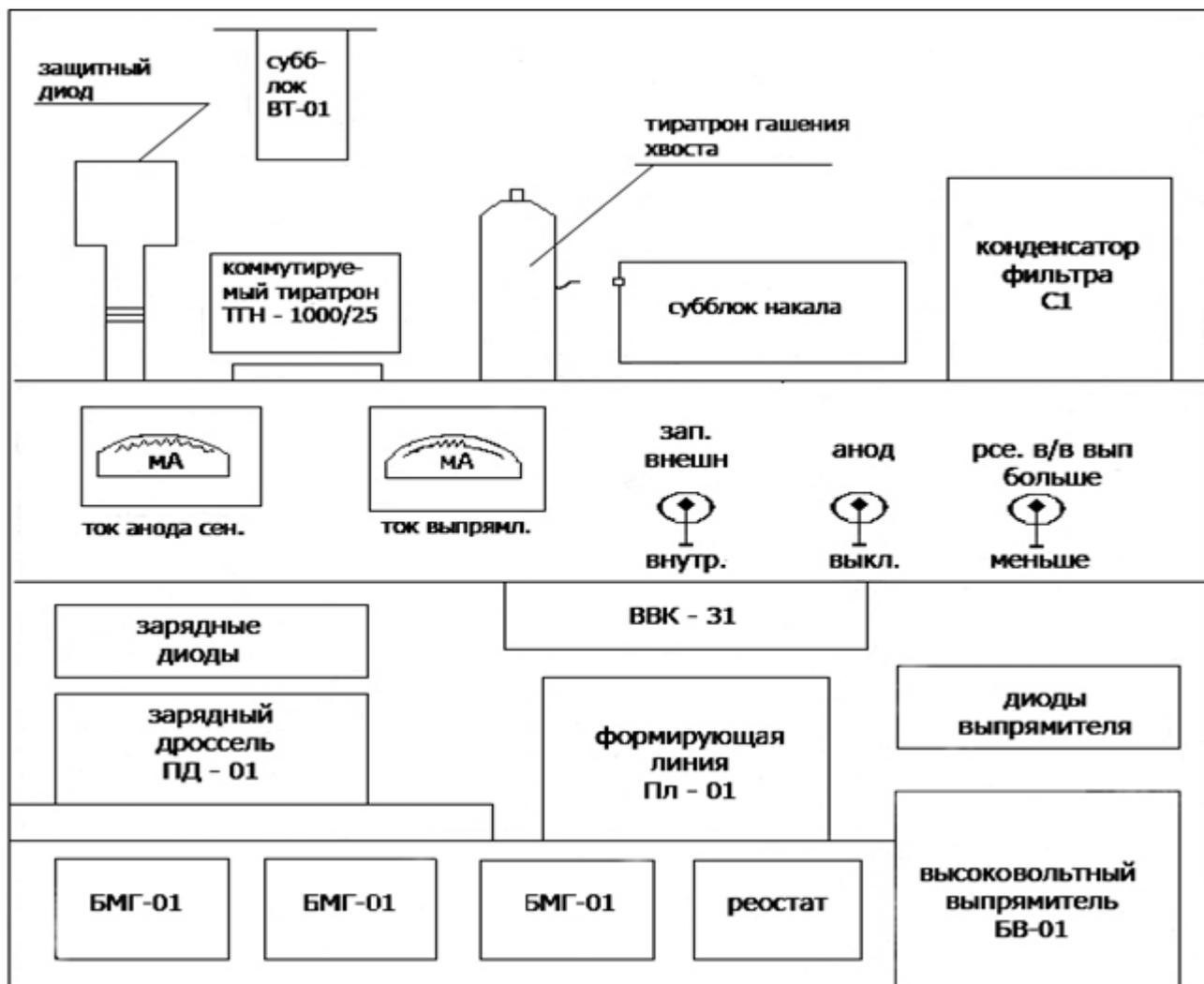


Рис. 6.5. Размещение элементов шкафа П-03М

Для включения высокого напряжения выключатель В4 блока ПТ-03М устанавливается в положении АНОД. Напряжение +27 В поступит на реле Р22, которое контактом Р22б включит реле Р23, а контактами Р22в,г – контактор Р24. Реле Р23 шунтирует концевой контакт КШ микровыключателя субблока реостата, что позволяет повышать напряжение на выходе высоковольтного выпрямителя. Контакт Р24 подает три фазы напряжения 220 В с частотой 400 Гц на блок магнитных регуляторов шкафа П-03М.

Шкаф модулятора П-03М

Шкаф модулятора предназначен для формирования мощных модулирующих импульсов прямоугольной формы, подаваемых на вход шкафа ВЧ-01.

В шкаф модулятора П-03М входят:

- три блока магнитных регуляторов ВМГ-01;
- субблок реостата;
- высоковольтный выпрямитель БВ-03;
- блок зарядного дросселя ПД-02;
- формирующая линия ПЛ-01;
- тиратронный блок ПТ-03м;

- высоковольтный контактор ВВК-31;
- субблок охлаждения тириатрона ВТ-01.

Блоки магнитных регуляторов и субблок реостата предназначены для регулировки напряжения на входе БВ-03 в пределах от 110 до 220 В.

Каждый блок БМГ-01 состоит из понижающего автотрансформатора (Атр) с коэффициентом трансформации 1:2 и трансформатора (Тр) с коэффициентом трансформации меньше единицы, включенных последовательно (рис. 6.6).

Первичные обмотки всех трех магнитных регуляторов соединены звездой. Автотрансформатор и трансформатор содержат обмотки подмагничивания, питающиеся от источника +110 В через субблок реостата.

Принцип регулирования напряжения переменного тока основан на изменении индуктивного сопротивления обмоток трансформатора и автотрансформатора переменного тока при изменении величины тока в обмотке подмагничивания.

Если ползунок реостата R1 находится в положении 1, то ток подмагничивания Атр – минимальный, а Тр – максимальный. Сопротивление обмоток Атр велико, а обмотке Тр – минимально. Поэтому питающее напряжение 220 В практически полностью падает на автотрансформаторе, половина которого (110 В) подается через вторичную обмотку Тр на вход высоковольтного выпрямителя.

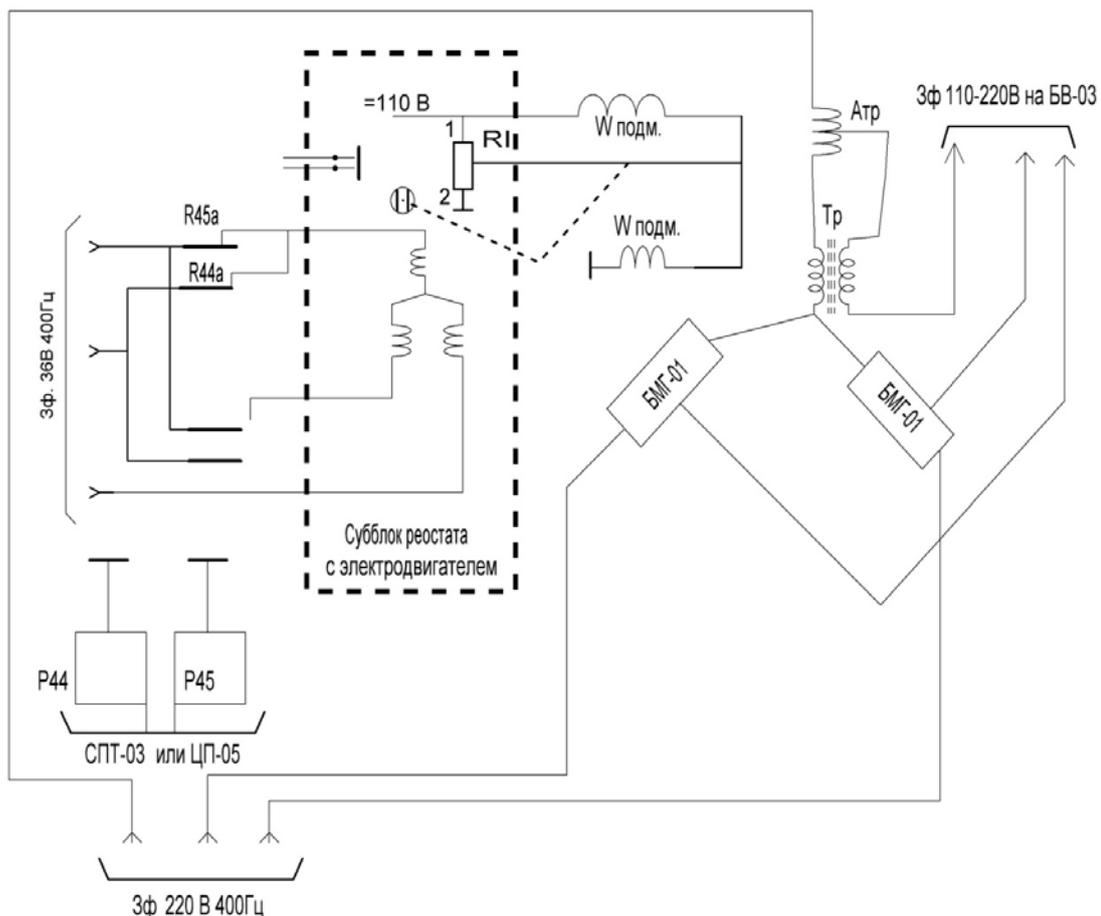


Рис. 6.6. Схема БМГ-01 с субблоком реостата

Если ползунок реостата переместить в положение 2, то подмагничивается только автотрансформатор. Сопротивление его обмотки переменному току минимально, питающее напряжение 220 В поступает на вход высоковольтного выпрямителя. Во вторичной обмотке T_r трансформируется напряжение, которое компенсирует падение напряжения на обмотке автотрансформатора.

Промежуточное положение ползунка реостата R1 соответствует напряжениям на выходах БМГ-01 в пределах от 110 до 220 В.

Ползунок реостата перемещается электродвигателем M1, который включается через реле P44, P45 переключателем ВЗ РЕГ. В/В ВЫПР. блока ПТ-03М (при местном управлении) или переключателем ТОК ГЕНЕРАТОРА блока ЦП-08 (при дистанционном управлении).

Величина выходных напряжений блоков БМГ-01 устанавливается такой, при которой ток магнетронного генератора соответствует паспортному значению (75–85 мА).

Высоковольтный выпрямитель БВ-03 предназначен для преобразования переменного напряжения 110–220 В в постоянное напряжение +6–14 кВ, которое используется для заряда накопительной линии. Пульсации выпрямленного напряжения не более 0,2 %, допустимый ток нагрузки – 0,6 А.

Выходное напряжение блоков БМГ-01 поступает на первичные обмотки повышающего трехфазного трансформатора T_{p1} . Со вторичных обмоток T_{p1} высокое напряжение с частотой 400 Гц поступает на высоковольтный выпрямитель, собранный по трехфазной мостовой схеме на кенотронах Л1–Л12 типа В1-0,15/55. С катодов кенотронов Л7–Л12 положительное выпрямленное напряжение поступает через сглаживающий фильтр Др1, С1 на зарядный дроссель блока ПД-02. Накальные цепи кенотронов питаются от трансформатора T_{p2} .

Для стабилизации выходного напряжения выпрямителя при изменении его нагрузки к его выводу подключена балластная нагрузка $R = 546$ кОм через обмотку реле P1. При перегрузке выпрямителя падает его выходное напряжение и реле P1 замыкает контакты 6, 7 цепи защиты.

В минусовую цепь выпрямителя включен амперметр ИП-2 и реле P3 блока ПТ-03М. Если ток выпрямителя упадет ниже допустимой величины (снят запуск, обрыв цепи зарядного дросселя), то реле P3 контактами P3б,в,г включит реле P39 и блоки БМГ-01 понизят выходное напряжение выпрямителя до +6 кВ. Во избежание пробоев на корпус в выпрямителе при обрыве цепи реле и амперметра эта цепь зашунтирована резисторами R1 и R2. Блок ПД-02 обеспечивает заряд формирующей линии ПЛ-01 удвоенным напряжением высоковольтного выпрямителя. В состав блока входят зарядный дроссель, накальный трансформатор и зарядные диоды Л1–Л6 типа В1-0,15/55.

Формирующая линия ПЛ-01 предназначена для накопления энергии за время между импульсами запуска и формирования мощного моделирующего импульса напряжения прямоугольной формы при разряде линии на нагрузку (высокочастотный генератор).

Основные технические данные линии:

– рабочее напряжение 24 кВ;

- волновое сопротивление 25 Ом;
- суммарная емкость линии 60 000 пФ.

Формирующая линия является искусственной линией с сосредоточенными емкостями и индуктивностями. Состоит из пятнадцати ячеек, которые объединены в две секции (по 7 и 8 ячеек). При внутреннем запуске модулятора и внешнем редком электромагнит высоковольтного контактора ВВК-31 обесточен. В этом случае в работу включены обе секции линии и при ее разряде формируется модулирующий импульс длительностью 3 мкс. При частом запуске ВВК-31 отключает вторую секцию и модулятор формирует импульс длительностью 1,5 мкс.

В промежутках времени между импульсами запуска происходит заряд емкостей формирующей линии от высоковольтного выпрямителя до цепи: +Ис – зарядный дроссель – зарядные диоды Л1–Л6 – конденсаторы линии – первичная обмотка импульсного трансформатора – корпус – обмотка реле РЗ – амперметр ИП2 – Ис. Индуктивность зарядного дросселя и суммарная емкость формирующей линии образуют последовательный резонансный контур (рис. 6.7), что обуславливает заряд емкостей линии, удвоенный напряжением высоковольтного выпрямителя за время, равное половине периода собственных колебаний контура. До поступления на модулятор импульса запуска это напряжение на линии удерживается зарядными диодами блока ПД-02.

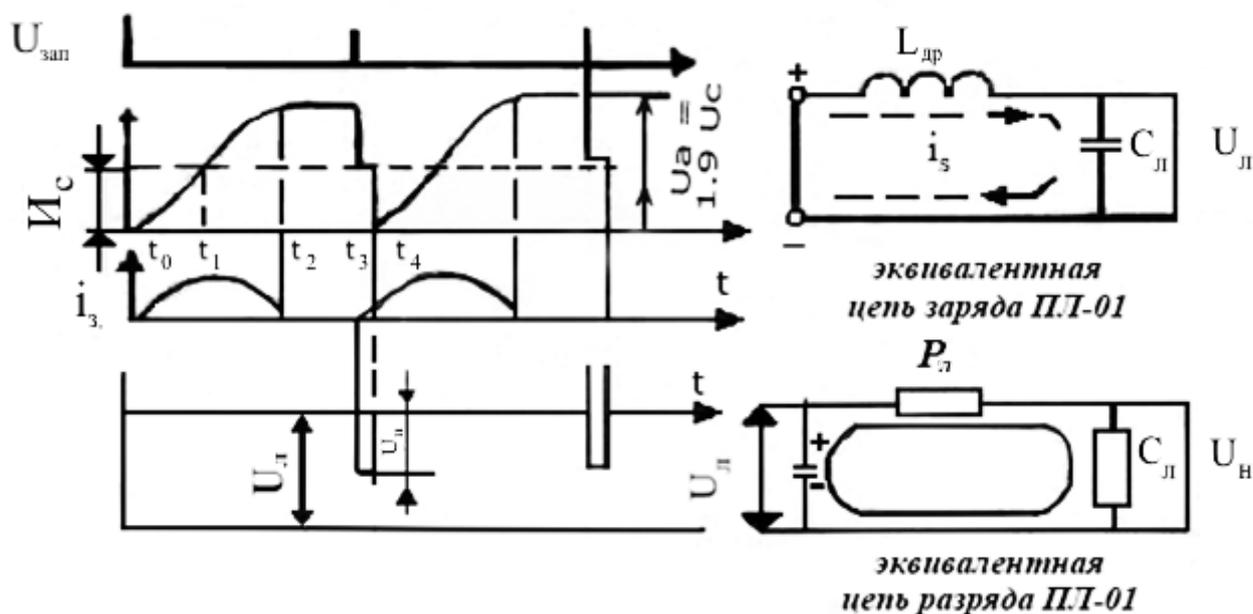


Рис. 6.7. График напряжений разряда и заряда цепи ПЛ-01

Блок модулятора ПТ-3М служит для коммутации формирующей линии ПЛ-01, снятия с линии напряжения перезаряда, а также для коррекции переднего фронта гашения «хвоста» модулирующего импульса (см. рис. 6.7).

В состав блока ПТ-03М входят:

- генератор пусковых импульсов;
- коммутирующее устройство;

- устройство снятия перезаряда линии формирования;
- цепь коррекции импульса и гашения послеимпульсного выброса;
- стабилизатор напряжения накала тиратрона БС-220/2;
- цепи управления и контроля передающего устройства.

Генератор пусковых импульсов вырабатывает пусковые импульсы для управления коммутирующим устройством.

Генератор работает в режимах ВНЕШНИЙ и ВНУТРЕННИЙ, которые устанавливаются переключателем В2 ЗАПУСК.

Режим ВНЕШНИЙ является основным режимом работы, при котором частота следования импульсов задается блоком запуска ДД-08. В режиме ВНУТРЕННИЙ частота следования импульсов задается питающим напряжением с частотой 400 Гц. Внутренний режим работы применяется при автономном включении передатчика для проверки его и настройки.

Рассмотрим оба режима работы генератора.

При внешнем режиме работы импульсы запуска поступают на линии задержек У2 и У3 и далее на трансформатор Тр6, который повышает напряжение импульса в два раза. Линии задержки применяются для того, чтобы выровнять по времени начало зондирующего импульса передатчика с импульсами запусков и нулевыми отметками дистанции индикаторных устройств.

Со вторичной обмотки импульсного трансформатора Тр6 импульсы подаются на сетку левой половины лампы Л7 через переключатели В2 ЗАПУСК (положение ВНЕШН.), В1 автоматика (положение +27 В) и контакты реле Р4 и Р5. Реле Р5 разрывает цепь импульса запуска при нарушении блокировки шкафа П-03М, Р4 – при возникновении аварийных режимов в аппаратуре.

Левая половина лампы Л7 является каскадом запуска ждущего блокинг-генератора, собранного на левой половине лампы Л7. Отрицательное напряжение на управляющие сетки Л7 подается с резистора R20.

С выхода блокинг-генератора импульсы через разделительный конденсатор С12 поступают на усилитель мощности Л3 типа ГИ-30, а через разделительный конденсатор С19 – на катодный повторитель Л8а. С выхода катодного повторителя импульс поступает через С24 на контрольное гнездо Г25 и высокочастотный разъем ШЗ для синхронизации измерительных приборов.

С выхода усилителя мощности через импульсный трансформатор Тр1 импульсы с амплитудой 700 В и длительностью не менее 3 мкс подаются на сетку коммутирующего тиратрона Л1.

При внутреннем режиме работы переключатель В2 ЗАПУСК устанавливается в положении ВНУТР. На сетку лампы Л8б, работающей в режиме усилителя – ограничителя, через конденсатор С29 с обмотки трансформатора Тр4 поступает синусоидальное напряжение с частотой 400 Гц. После двухстороннего ограничения и усиления синусоидальное напряжение преобразуется в импульсное напряжение (меандр) и с выхода Л8б поступает через переключатель В2 ЗАПУСК и дифференцирующую цепь С21, R22 на каскад запуска лампы Л7. Каскад запуска пропускает для синхронизации блокинг-генератора только положительные импульсы, выделяющиеся на резисторе R22 при дифференцировании меандра.

Дальнейшие процессы формирования импульсов аналогичны режиму внешней синхронизации.

Питание на анодную и сеточную цепи лампы Л3 подается от выпрямителя 3кВ, состоящего из трансформатора Тр2 и кремниевых столбиков Д1, Д2, Д3. В цепь первичной обмотки трансформатора Тр2 включены предохранитель Пр1 и контакты реле Р1. Реле Р1 замыкает контакты при работе выпрямителя – 200 В.

Питание на анодные и сеточные цепи ламп Л7 и Л8 подается от выпрямителей 300 и –200 В, состоящих из диодов Д4–Д19 и трансформатора Тр4. Питание накала ламп Л3, Л7, Л8 осуществляется от накального трансформатора Тр5.

Коммутирующее устройство выполнено на металлокерамическом импульсном тиратроне с водородным наполнением.

Индуктивность дросселя Др1 уменьшает крутизну фронта импульса тока, проходящего через тиратрон, а также улучшает форму модулирующего импульса (уменьшаются колебания на плоской части импульса).

Напряжение накала подается на тиратрон от трансформатора Тр5.

Устройство снятия перезаряда используется для снятия отрицательного напряжения, возникающего на формирующей линии при искрениях в магнетроне, а также для защиты модулятора при коротком замыкании в нагрузке.

При искрениях в магнетроне формирующая линия оказывается нагружена на малое сопротивление и перезаряжается отрицательным напряжением (на верхних обкладках конденсаторов линии положительный заряд). Так как коммутирующее устройство пропускает ток только в одном направлении, отрицательное напряжение перезаряда остается на линии. При следующем такте работы модулятора в зарядной цепи будут действовать два источника напряжения, соединенные последовательно: высоковольтный выпрямитель и заряженные конденсаторы линии. К концу процесса заряда линия окажется заряженной до напряжения, превышающего двойное напряжение высоковольтного выпрямителя, что нарушает устойчивую работу передающего устройства и может привести к пробоем формирующей линии или других устройств модулятора.

Для снятия отрицательного напряжения перезаряда применяются два высоковольтных кенотрона Л2 и Л4 типа ВИЗ-18/32, включенные последовательно с резисторами R6, R7.

К конденсатору С9 через резистор R14 подключено реле Р2. Постоянная времени цепи перезаряда выбрана такой, чтобы от единичных искрений или пробоев реле Р2 не срабатывало.

Цепь контактов реле Р2 выведена в шкаф ЦМ-23М, которая выключает высокое напряжение передатчика при продолжительных искрениях магнетрона. Цепочка С13, R18, включенная параллельно контактам реле, является искрогасящей. Напряжение накала на кенотроны Л2 и Л4 подводится от накального трансформатора блока ПД-02.

Цепь коррекции R19, С17, С18, С22 устраняет выброс переднего фронта модулирующего импульса. Для возбуждения в магнетроне колебания номинальной амплитуды необходимо 0,1–0,2 мкс. В этот период его внутреннее сопротивление

ление велико, т. е. $R_n > R_{л}$, что приводит к «выбросу» переднего фронта модулирующего импульса. Цепь коррекции подключена параллельно первичной обмотке импульсного трансформатора. Сопротивление резистора R19 равно 250 Ом. В начальный период формирования импульса сопротивление нагрузки R_n определяется резистором R19 и линия разряжается на согласованную нагрузку (25 Ом). Через 0,1–0,2 мкс конденсаторы C17, C18, C22 зарядятся и корректирующая цепь отключится.

Устройство гашения послеимпульсного выброса («хвоста») служит для подавления паразитных колебаний в обмотках импульсного трансформатора ПИ-01, возникающих после окончания моделирующего импульса. Устройство состоит из водородного тиратрона Л5 типа ТГИ 3-325/16, который зажигается напряжением с емкостного делителя C17, C18, C22 в положительный полупериод колебания и гасит их.

Работа цепи коррекции и гашения послеимпульсного выброса показана на рис. 6.8.

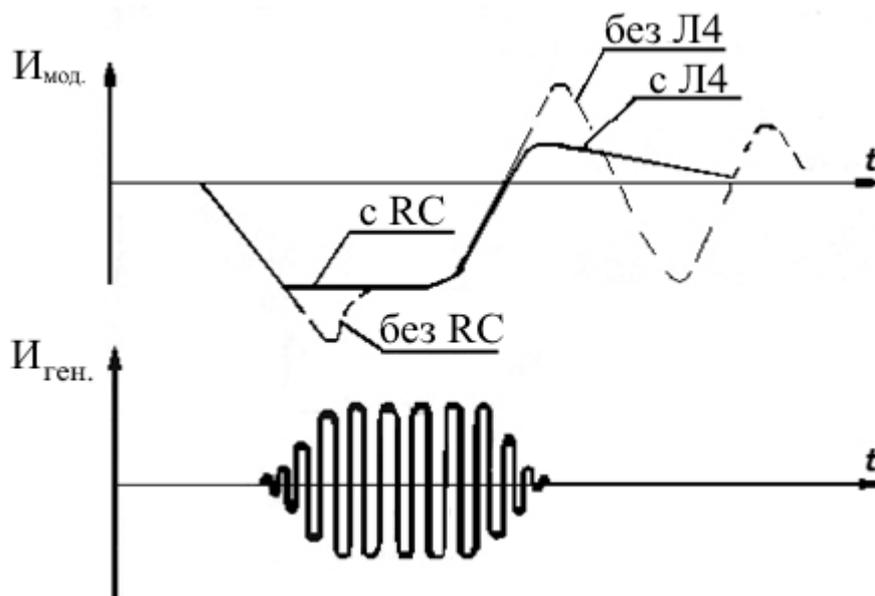


Рис. 6.8. Графики напряжений, иллюстрирующие работу корректирующей цепи и устройства гашения «Хвоста»

Стабилизатор напряжения накала тиратрона ВС-220/2 обеспечивает питание накального трансформатора ТР5 стабилизированным напряжением 220 ± 3 В при токе нагрузки до 2 А.

В состав субблока ВС-220/2 входят:

- чувствительный элемент – диод Л1 4Ц14С;
- усилитель сигнала на транзисторах Э1 (П-304), Э2 (П-201А), Э3 (МП14Б);
- регулирующий элемент – дроссель Др2 с обмоткой подмагничивания;
- выходной автотрансформатор Тр2;
- выпрямители 100 В и –20 В.

Работает стабилизатор следующим образом. Допустим, что выходное напряжение стабилизатора 220 В с частотой 400 Гц возросло. Это вызывает повышение напряжения накала диода Л1, что приводит к резкому возрастанию его анодного тока. Напряжение на его аноде, а следовательно, и на базе транзистора Э3 понизится. Возрастание тока в цепи коллектора Э3 повысит напряжение на базе Э2, а следовательно, уменьшит ток эмиттерно-коллекторного перехода триода. Потенциал базы выходного усилителя Э1 повысится. Нагрузкой усилителя Э1 является обмотка подмагничивания дросселя Др2, включенная в цепь коллектора. При возрастании потенциала базы Э1 уменьшится ток в обмотке подмагничивания, индуктивное сопротивление дросселя переменному току возрастет и на нем увеличится падение напряжения на выходе субблока БС-220/2 до 220 В.

Подобным образом можно рассмотреть работу субблока БС-220/2 в случае уменьшения его выходного напряжения.

Регулировкой R12 РЕГ.220 В устанавливается с помощью лампового вольтметра напряжение $6,3 \pm 0,1$ В в гнездах Г2 6.3 и Г5 КОРПУС, которые подключены ко вторичной обмотке накального трансформатора Тр5.

Если регулировка R12 не обеспечивает заданную величину накального напряжения, то дополнительной регулировкой R7 РЕГ.РЕЖИМА на клеммах К3, К4 платы 3 устанавливается по ламповому вольтметру напряжение 220 В.

Субблок ВТ-01 служит для охлаждения коммутирующего тиратрона Л1 блока ТП-03М. Конструктивно субблок выполнен в виде трубки, внутри которой находится электродвигатель и кронштейн, на котором расположен предохранитель, трансформатор, фазосдвигающие конденсаторы, монтажная плата и аэродинамическое реле.

Шкаф передатчика ВЧ-01

Шкаф ВЧ-01 предназначен для генерирования мощных высокочастотных импульсов, а также для согласования сопротивления магнетронного генератора с волновым сопротивлением формирующих линии ПЛ-01.

В состав шкафа передатчика ВЧ-01 входят:

- два блока импульсных трансформаторов ПИ-01;
- два блока высокочастотных генераторов БГ-03 и БГ-04;
- блок накала магнетронов ПН-05;
- высоковольтный контактор ВВК-31;
- трубопроводы системы жидкостного и воздушного охлаждения.

Импульсный трансформатор ПИ-01 служит для повышения напряжения модулирующего импульса до величины, достаточной для возбуждения генерации магнетронов и для согласования сопротивления магнетронного генератора с волновым сопротивлением формирующей линии.

Основные технические данные блока:

- коэффициент трансформации 5,5;
- амплитуда напряжения на первичной обмотке до 10 кВ;
- амплитуда напряжения на вторичной обмотке до 50 кВ;

– длительность переднего фронта модулирующего импульса на вторичной обмотке 0,2–0,4 мкс;

– коэффициент полезного действия 0,85–0,9.

Импульсный трансформатор ПИ-01 находится в бачке, наполненном трансформаторным маслом. Сердечник выполнен в виде вытянутого тороида. Первичная обмотка состоит из двух секций, намотанных на обоих кернах сердечника, соединенных параллельно.

Вторичная обмотка также выполнена в виде двух секций, намотанных поверх первичной обмотки. Первичные и вторичные обмотки разделены изоляционным каркасом. Конденсаторы С1 защищают накальную цепь от высокочастотных наводок, а конденсаторы С2, С3 защищают нить накала магнетрона от импульсных напряжений, которые возникают при возможных асимметриях вторичных обмоток импульсного трансформатора.

Высоковольтный контактор ВВК обеспечивает коммутацию высоковольтных цепей с амплитудным напряжением до 25 кВ и используется в передающем устройстве для подключения формирующей линии ПЛ-01 к импульсному трансформатору соответствующего канала.

Высоковольтный контактор представляет собой переключатель с электромагнитным приводом подвижного контакта, который обеспечивает попарное замыкание четырех высоковольтных контактов.

Срабатывание контактора происходит в форсированном режиме, т. е. при большем токе, чем требуется для удержания плунжера в притянутом положении. С этой целью два нормально замкнутых контакта КШ и КП4, шунтирующие ограничивающий резистор R1, размыкаются при срабатывании контактора лишь в конце плунжера. Параллельно обмотке электромагнита включен искрогасящий конденсатор.

Блоки высокочастотных генераторов БГ-03 и БГ-04 предназначены для генерирования мощных высокочастотных импульсов прямоугольной формы.

Генераторами мощных высокочастотных импульсов являются импульсные магнетроны с литерами А, Г, Д, З.

В качестве магнитной системы блоков БГ-03 и БГ-04 используется рогообразная система СМР-6, создающая в центре зазора равномерное магнитное поле напряженностью 2350 ± 50 Э.

В целях безопасности обслуживающего персонала анод магнетрона соединяется с корпусом, а модулирующее напряжение отрицательной полярности, снимаемое со вторичной обмотки импульсного трансформатора, подается на катод магнетрона через накальные выводы.

Каждый из блоков генераторов БГ-03 и БГ-04 состоит из магнитной системы, магнетрона и элементов их крепления.

Блок накала магнетронов ПН-05 предназначен для питания накала магнетронов. Состоит блок из двух одинаковых регулируемых выпрямителей, выводы которых подключены соответственно через вторичные обмотки импульсных трансформаторов ПИ-01 к магнетронам блоков БГ-03 и БГ-04.

Технические данные блока ПН-05:

- напряжение на выходе выпрямителя 15 В;
- ток нагрузки выпрямителя 9–10 А;
- потребляемая мощность выпрямителем от сети 840 Вт.

Ввиду идентичности схем ниже описывается работа одного выпрямителя.

Напряжение сети 220 В с частотой 400 Гц через переключатель В2 НАКАЛ КАНАЛА 1 – ВЫКЛ., регулировочный дроссель Др1 и понижающий трансформатор Тр1 поступает на выпрямитель, собранный на кремниевых диодах Д1–Д6 типа Д231.

Регулировочный дроссель состоит из трех одинаковых дросселей с одновременно регулируемыми зазорами. При уменьшении воздушного зазора индуктивное сопротивление дросселей возрастает и на первичной обмотке Тр1 напряжение уменьшается.

Трехфазный трансформатор Тр1 понижает напряжение, поступающее после регулировочного дросселя до значения, необходимого для получения на выходе выпрямителя напряжения 15 В.

Выпрямитель собран по двухполупериодной трехфазной схеме. В выходную цепь выпрямителя включен резистор R1, являющийся шунтом прибора ИП накал генератора, который используется для контроля тока накала магнетронов. Подключение прибора к цепи накала магнетрона производится переключением В1 при установке его в положение КАНАЛ 1.

С помощью переключателей В2 и В3 производится выключение выпрямителей канала 1 и канала 2 соответственно. Реле Р1 и Р2 исключают возможность включения высокого напряжения без накала магнетронов.

6.1.4. Система жидкостного охлаждения аппаратуры

Система жидкостного охлаждения предназначена для отвода тепла от магнетронов, ферритового моста, разрядника и поглотителя мощности. Схема системы жидкостного охлаждения показана на рис. 6.9.

Элементы системы:

- бак блока ПК-04Р – 1;
- насос блока ПЖ-04Р – 2;
- электроподогреватель блока ПЖ-04Р – 3;
- распределитель блока ПЖ-04Р – 4;
- кран перепускной – 5;
- дифференциальный сигнализатор давления ДСДБ-НЗ – 6;
- разделитель блока ПК-04Р – 7;
- диафрагма – 8;
- манометр – 9;
- термометр – 10;
- радиатор блока РВ – 02Р – 11;
- осевой вентилятор блока РВ – 02Р – 12;
- аэродинамическое реле – 13;

- клапан разъема – 14;
- кран перекрывной – 15;
- сливная пробка – 16;
- магнетрон – 17;
- ферритовый мост – 18;
- разрядник – 19;
- поглотитель мощности – 20;
- температурное реле – 21.

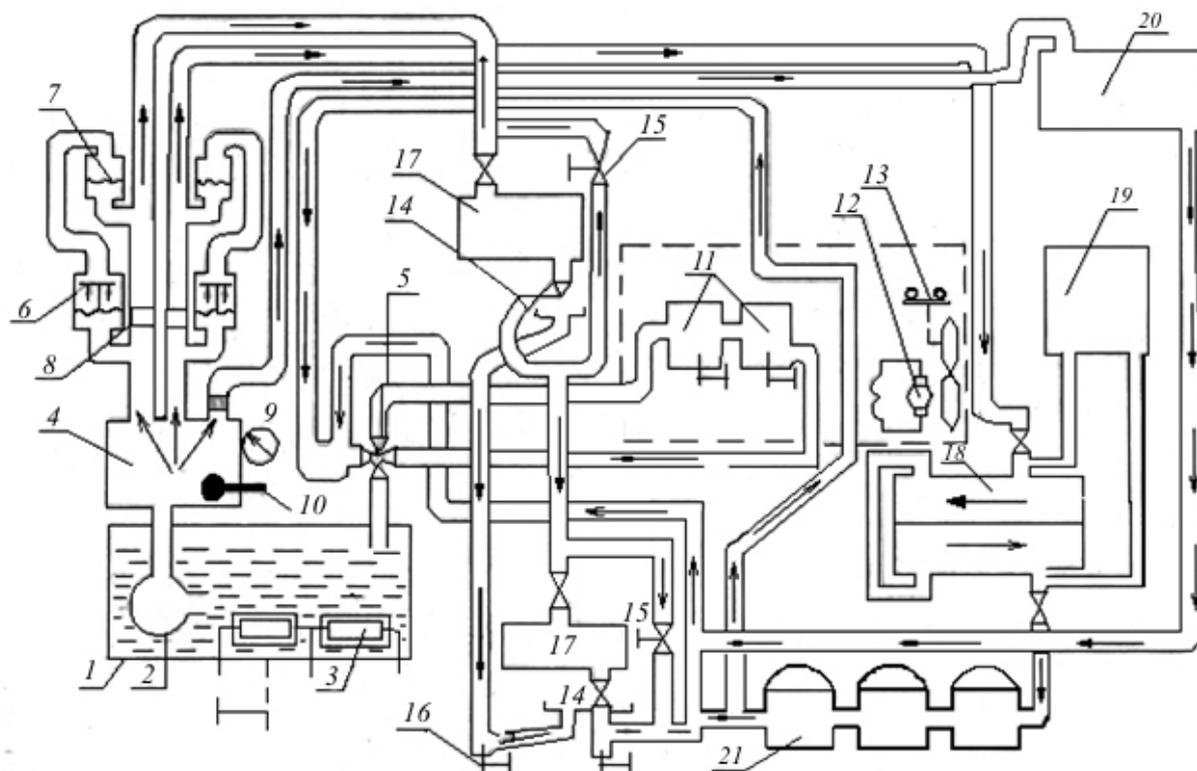


Рис. 6.9. Схема системы жидкостного охлаждения

Система состоит из блока ПЖ-04Р, обеспечивающего циркуляцию теплоносителя в системе блока РВ-02Р, предназначенного для охлаждения теплоносителя, блока температурных реле БТР трубопроводов.

Блок температурных реле предназначен для выдачи сигналов управления на подогреватель блока ПЖ-04Р и переключения рабочих токов ферритового циркулятора в зависимости от температуры охлаждения жидкости.

Блок состоит из трех температурных реле, одно из которых настроено на температуру 25 ± 5 °С, другое – на температуру 60 ± 5 °С, третье – на температуру 75 ± 5 °С.

Первое реле управляет включением подогревателями блока ПЖ-04, второе реле изменяет токи электромагнита ферритового циркулятора, а третье реле производит аварийное выключение аппаратуры.

Жидкостная система имеет три параллельных канала:

- канал охлаждения магнетронов;
- канал охлаждения ферритового моста и разрядника;
- канал охлаждения поглотителя мощности.

В первых двух каналах установлены реле расхода, служащие для выдачи сигнала аварии при уменьшении скорости протекания теплоносителя в этих каналах. Каждое реле состоит из дифференциального сигнализатора, увеличивается и прогибает мембрану разделителя вниз.

Если скорость протекания теплоносителя в канале станет ниже минимально допустимой величины, то перепад давления на диафрагме уменьшится, мембрана сигнализатора опустится вниз и замкнет сигнальные контакты, которые выдадут на схему автоматики сигнал аварии.

В канале охлаждения магнетронов два магнетрона включены последовательно. Магнетроны подключены в систему трубопроводов при помощи клапанов разъема 14, что позволяет производить замену одного магнетрона при работающем втором магнетроне, установив при этом рукоятку перекрывного крана 15 в положение ОТКРЫТО.

Клапан разъема 14 представляет собой два соединенных одной общей гайкой обратных клапана, которые открыты, когда гайка разъема завинчена, и закрыты, когда гайка разъема развинчена.

При развинчивании клапана выливается небольшой объем жидкости, заключенный в пружинных полостях обеих половинок разъема. Эта жидкость собирается в специальных козырьках, расположенных под клапанами разъема и соединенных трубопроводом, оканчивающимся пробкой 16 с надписью ДРЕНАЖ внизу правой стенки снаружи прицепа.

Рядом с пробкой ДРЕНАЖ расположена пробка СЛИВ, предназначенная для полного слива теплоносителя из системы.

Теплоносителем служит антифриз 65, имеющий точку замерзания $-65\text{ }^{\circ}\text{C}$. При температуре окружающей среды $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ и выше в качестве теплоносителя может быть использована дистиллированная вода.

Циркуляция теплоносителя в системе осуществляется центробежным насосом 2-го блока ПЖ-04Р по циклу: баш – насос – охлаждаемые элементы – перепускной кран – радиаторы – бак. Емкость бака блока ПЖ-04Р 19 л.

Для обеспечения быстрого прогрева охлаждаемых элементов в зимнее время в блоке ПЖ-04Р имеется электроподогреватель 3 и перепускной кран 5.

Электроподогреватель включается температурным реле при температуре теплоносителя ниже $25 \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Поворотом рукоятки перепускного крана 5 можно регулировать отвод теплоносителя от охлаждаемых элементов в бак блока ПЖ-04Р через радиатор 2 блока РВ-02Р.

Теплоноситель в радиаторах 2 охлаждается воздухом. Забор воздуха осевым вентилятором 12 осуществляется одновременно изнутри прицепа и из окружающей атмосферы. В качестве радиатора используются два последовательно включенных радиатора типа «Волга».

Температура и давление теплоносителя контролируются в распределителе блока ПЖ-04 термометром 10 и манометром 9.

Проверка уровня теплоносителя производится по рискам на смотровом стекле блока ПЖ-04Р.

6.2. Антенно-волноводный тракт основного канала

6.2.1. Назначение и состав тракта

Антенно-волноводный тракт служит для передачи высокочастотной энергии зондирующих импульсов от магнетрона к антенне, излучения их в узком секторе пространства, приема отраженных от целей сигналов и передачи их приемному устройству.

В его состав (рис. 6.10) входят:

- два фазовых трансформатора (1);
- волноводный переключатель АК-05 (2);
- волноводный переход на УВЧ (3);
- антенный переключатель ФЦ-01 (4);
- волноводный короткозамыкатель ЗВ-01 (5);
- вращающееся сочленение АВ-04 (6);
- рупорный облучатель АО-17 (7);
- поглотитель большой мощности (эквивалент) АЭ-07 (8);
- головка возбуждителя шумового генератора (9).

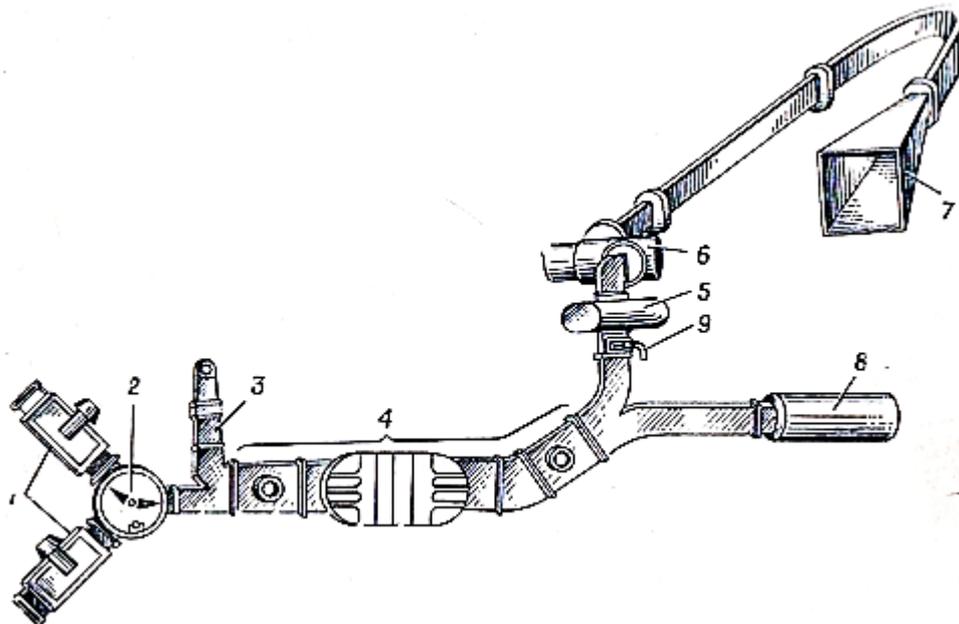


Рис. 6.10. Схема высокочастотного тракта с антенным облучателем

6.2.2. Краткая характеристика элементов тракта

Фазовый трансформатор ПКП-02 служит для соединения магнетрона с волноводным трактом и для подбора нагрузки магнетрона, при которой обеспечивается стабильная работа передатчика и требуемое качество спектра зондирующего импульса. Согласование нагрузки магнетрона осуществляется подбором оптимального положения фторопластовой пластины, помещенной внутри фазового трансформатора. Перемещение пластины производится вручную с помощью ручки на блоке. На круглой части блока имеется гофрированный сильфон для механической развязки подвижной части волноводного сочленения магнетрона и неподвижной части волноводного тракта.

Волноводный переключатель АК-05 служит для подключения одного из магнетронов к входу ферритового циркулятора ФЦ-01. Переключение магнетронов осуществляется отрезком волновода, расположенным на вращающемся барабане. Переключатель срабатывает автоматически при переключении переключателя КАНАЛ 1 – КАНАЛ 2 на блоке ЦП-08 или аналогичного переключателя на шкафу ЦМ-23М. В этом случае барабан приводится в движение гидроцилиндром, связанным трубопроводом с системой качания. При выключенной системе качания можно переключить каналы вручную с помощью ручки на блоке АК-05. Микровыключатели блока исключают включение высокого напряжения при неполном подключении ферритового циркулятора к магнетрону. Гидроцилиндр и микровыключатели установлены на передней стенке блока и закрыты крышкой со стрелочным указателем. На задней стенке блока установлены два электромагнитных крана и два дросселя маслопроводов.

Ферритовый циркулятор ФЦ-01 предназначен для подключения антенны к приемнику в интервалах между излучающими импульсами, быстрого переключения передатчика на антенну или эквивалент и защиты магнетрона от электромагнитных волн, отраженных от неоднородностей антенно-волноводного тракта.

Технические данные циркулятора:

- развязка выхода магнетрона от отраженных волн не менее 18 дБ;
- КСВ с входа циркулятора не более 1,12;
- потери в циркуляторе на передачу не более 0,6 дБ;
- потеря в циркуляторе при приеме не более 1,2 дБ.

Ферритовый циркулятор представляет собой четырехплечный фазовый циркулятор высокого уровня мощности, принцип действия которого основан на явлении невзаимного фазового сдвига, создаваемого невзаимным фазовращателем.

Волноводный короткозамыкатель с возбудителем ЗВ-03 служит для подключения генератора шума (субблока ЦУ2А-01) к волноводному тракту при проверке коэффициента шума приемника и ослабления просачивающейся мощности в антенну при работе передатчика на эквивалент.

Состоит из механизма переключения и проходной возбудительной головки.

Механизм переключения представляет собой асинхронный двигатель с полным малоинерционным ротором и развернутым статором.

Ротор (алюминиевый цилиндр) при изменении фазы управляющего напряжения совершает прямолинейное поступательное движение и может занимать два устойчивых положения: одно из них – ротор втянут внутрь механизма, второе – выдвинут из него. При введении в полость волновода ротора обеспечивается ослабление просачивающейся на антенну мощности не менее 30 дБ.

Проходная возбуждательная головка состоит из неподвижного корпуса, внутри которого перемещается коаксиальный фидер. Фидер перемещается в направляющих и имеет заделки, строго фиксирующие его в одном из крайних положений. На корпусе подвижной части головки установлен микровыключатель блокировки ВЫСОКОГО при установке головки в рабочее положение.

Волноводный короткозамыкатель ЗВ-02 обеспечивает дополнительное ослабление на 90 дБ просачивающейся на антенну мощности при работе передатчика на эквивалент антенны.

Блок ЗВ-02 состоит из трех механизмов переключения, установленных на волноводной секции.

Волноводное вращающееся сочленение АВ-04 соединяет неподвижную часть волноводного тракта с подвижной, на которой установлен облучатель А0-17М. Для исключения пробоев в блоке создается и поддерживается дегидратором избыточное давление 1 кгс/см². Блок герметизирован уплотнительными резиновыми прокладками. КСВ блока не более 1,1.

Герметизирующая заслонка ГЗ-01 служит для герметизации и предохранения волноводного тракта от попадания влаги со стороны облучателя. Заслонка выполнена из электрически прозрачного фольгированного и армированного фторопласта ФАФ-4, устанавливается между волноводными фланцами.

Антенна АЗ-17М предназначена для преобразования энергии токов с высокой частотой в энергию направленных электромагнитных волн в режиме передачи или обратного преобразования в режиме приема. Состоит из отражателя и облучателя А0-17М. Поверхность отражателя является несимметричной вырезкой из параболоида вращения эллиптическим цилиндром с осями эллипса: большая – 10 м, малая – 4 м.

Облучатель А0-17М представляет собой пирамидный рупор, переходящий в волновод с сечением 90×45 мм с плоским контактным фланцем. Облучатель установлен в фокусе параболического отражателя.

Коэффициент усиления антенны около 10 000. Ширина главного лепестка диаграммы направленности на уровне 3 дБ составляет 55' в вертикальной плоскости и 2° в горизонтальной плоскости. Относительный уровень боковых лепестков не более 25 дБ.

Эквивалент антенн АЭ-07 служит для поглощения мощности передатчика при скрытой работе радиовысотомера. В блоке АЭ-7 поглощается также та часть мощности передатчика, которая отражается за счет недостаточного согласования волноводного тракта.

Коэффициент стоячей волны блока во всем рабочем диапазоне не более 1,11.

Антенный эквивалент представляет собой волновод, у которого широкие и узкие стенки выполнены из поглощающего материала карборунда. Поступившая в блок мощность превращается в тепловую энергию, которая отводится охлаждающей жидкостью, протекающей в рубашке, охватывающей волновод.

Прибор И1М-23А с измерительной секцией СИ-01 обеспечивает контроль проходящей мощности передатчика при его работе на эквивалент антенны. В измерительной секции закреплен термоэлемент, выход которого подключен к микроамперметру прибора И1М-23А. Нагрев термоэлемента, а следовательно, и его выходное напряжение пропорционально мощности, проходящей через измерительную секцию. При установленном переключателе МНОЖИТЕЛЬ ШКАЛЫ в положение $\times 4$ показания микроамперметра МОЩНОСТЬ, соответствующие номинальной мощности передатчика, указываются на шильдике прибора ИПМ-23А.

Прибор ИПМ-23А позволяет также устанавливать оптимальный рабочий ток ферритового циркулятора ФЦ-01 при работе передатчика на антенну АЗ-17М. Оптимальному значению токов ферритового циркулятора соответствуют минимальные показания прибора И1М-23М.

6.2.3. Устройство и принцип работы ферритового циркулятора ФЦ-01

В состав ферритового циркулятора (рис. 6.11) входят:

- входная секция ВС-01;
- два щелевых моста ЩМ-01;
- ферритовый мост ФМ-01;
- электромагнит ЭМЦ-01;
- фазосдвигающая секция ФС-01;
- выходная секция ВД-01.

Входная секция представляет собой переходное устройство с двух одинарных волноводов на сдвоенный. В одном одинарном волноводе, подключенном к блоку АК-05, имеется петля связи, необходимая для отвода ослабленной на 50–60 дБ мощности передатчика в систему АПЧ приемного тракта.

Щелевой мост (рис. 6.12) представляет собой два прямоугольных волновода, имеющих общую боковую стенку, в которой прорезана щель.

При поступлении волны на вход (плечо I) происходит деление ее энергии пополам в два противоположных плеча III и IV. Из-за разности хода волна на выходе плеча III отстает по фазе относительно волны на выходе плеча IV на 90° . В плечо II энергия не распространяется.

Ферритовый мост (рис. 6.13) является невзаимным фазовращателем и представляет собой сдвоенный прямоугольный волновод, в котором симметрично общей узкой стенке на его широких стенках прикреплены два ряда ферритовых пластин.

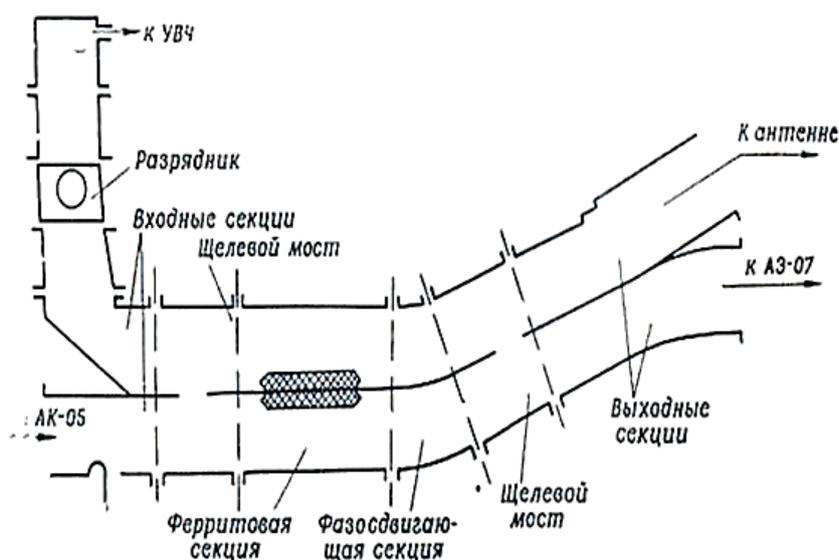


Рис. 6.11. Ферритовый циркулятор

Электромагнит ЭМЦ-01 создает магнитное поле, силовые линии которого перпендикулярны широким стенкам волновода. Этим полем намагничены ферритовые пластины.

Благодаря специфическим свойствам намагниченных ферритовых пластин, фазовые скорости волн, распространяющихся в противоположных направлениях, различны. Вследствие этого, если в верхнем волноводе прямая волна при распространении слева направо будет опережать по фазе обратную волну, то в нижнем она будет отставать от нее на тот же угол.

Ферритовые пластины и постоянное намагничивающее поле подобраны так, что этот угол составляет 90° , а следовательно, и фазовый сдвиг между прямыми волнами, распространяющимися в верхнем и нижнем волноводах, также составляет 90° .

При распространении энергии справа налево прямая волна в верхнем волноводе будет отставать от волны, распространяющейся в нижнем волноводе, и фазовый сдвиг между ними также будет равен 90° .

Изменение полярности постоянного намагниченного поля (направление рабочего тока электромагнита) аналогично изменению направления распространения энергии в ферритовом мосте.

Для отвода тепловой энергии, выделяющейся за счет потерь в ферритовых пластинах, мост имеет рубашку жидкостного охлаждения.

Электромагнит служит для создания необходимого постоянного магнитного поля в ферритовом мосте. Напряженность поля в месте расположения ферритовых пластин моста регулируется и может изменяться от 150 до 350 Э при изменении тока электромагнита от 0,2 до 0,7 А. Величина рабочих токов и их полярность задаются блоком КМЦ-01.

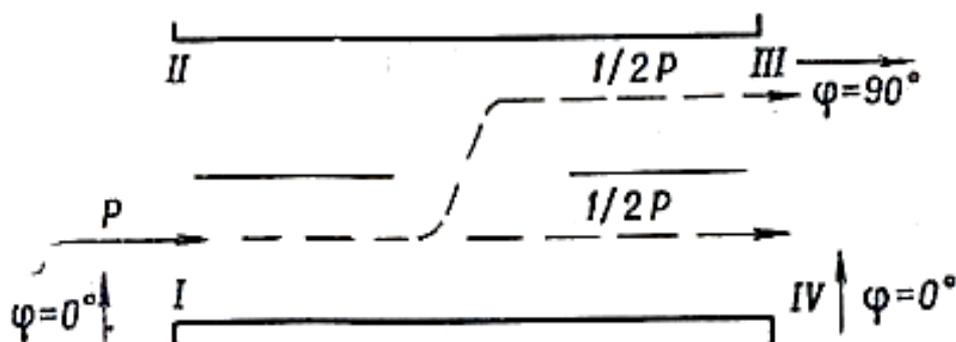


Рис. 6.12. Щелевой мост

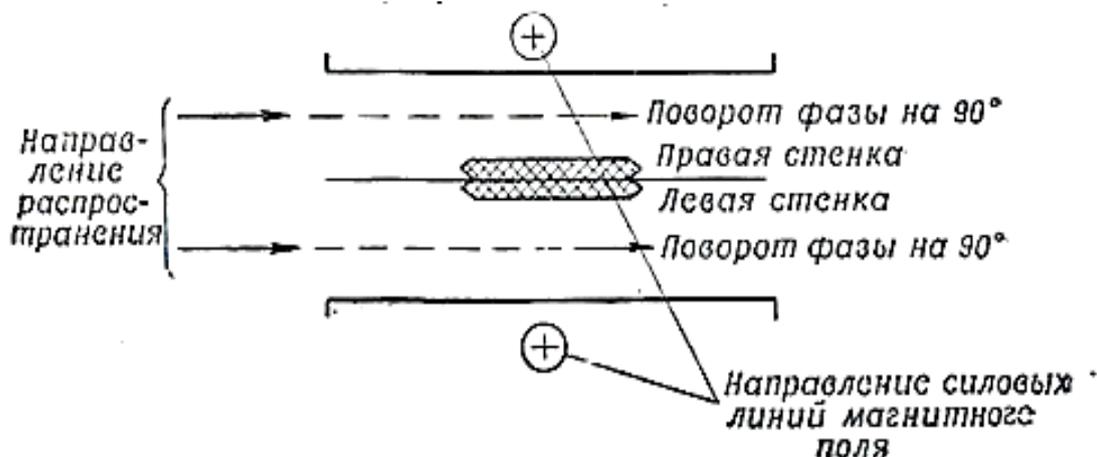


Рис. 6.13. Ферритовый мост

Фазосдвигательная секция представляет собой сдвоенный прямоугольный волновод, в котором длина одного из одинарных волноводов короче другого на величину, необходимую для создания сдвига фаз на 90° между волнами, распространяющимися в ее одинарных волноводах.

Выходная секция представляет собой переходное устройство от сдвоенного волновода к двум одинарным.

Рассмотрим режимы работы ферритового циркулятора.

Работа на передачу

Из рис. 6.14, а видно, что энергия передатчика в первом щелевом мосту поделится пополам и распространяется по двум волноводам. На выходе щелевого моста сдвиг фазы в верхнем плече равен 90° по отношению к нижнему. После ферритового моста в верхнем волноводе сдвиг фазы будет уже 180° . На выходе фазосдвигающей секции сдвиг фазы волны в верхнем волноводе сократится до 90° , т. к. волна в нижнем волноводе секции проходит путь на четверть длины волны больше. С выхода фазосдвигающей секции энергия поступает во второй щелевой мост. На выход верхнего плеча щелевого моста энергия от нижнего и верхнего плеча волноводов поступает с нулевым сдвигом фазы волн и свободно распространяется к антенне, т. к. путь волны нижнего волновода на четверть длины волны больше.

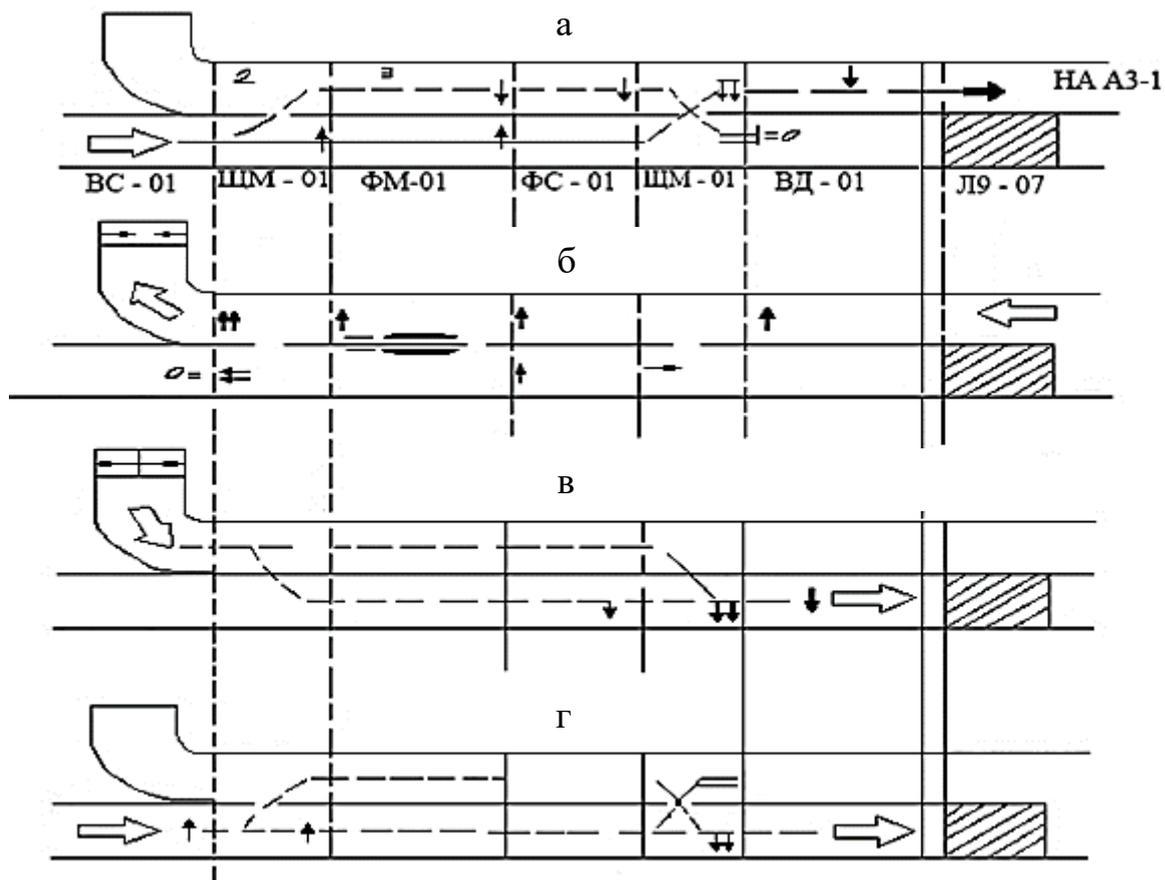


Рис. 6.14. Графики работы ферритового циркулятора:
 а – на антенну; б – на прием; в – при подавлении отраженной волны;
 г – на эквивалент

На выход нижнего плеча щелевого моста энергия от нижнего и верхнего волноводов поступит в противофазе, т. к. волна верхнего волновода, ранее отставшая по фазе на 90° , пройдет в этом случае дополнительный путь в четверть волны. Следовательно, распространения энергии к эквиваленту антенны не будет.

Работа на прием

Из рис. 6.14, б видно, что энергия отраженного сигнала поступает в щелевой мост, делится пополам и распространяется по двум волноводам. По верхнему волноводу энергия распространяется без дополнительного сдвига фазы. В нижнем волноводе фаза волны на выходе ферритового моста отстает на 270° . На выходе щелевого моста видно, что в направлении приемника фазы волн совпадают и сигнал свободно распространяется. В сторону передатчика волны верхнего и нижнего волноводов поступают в противофазе, что исключает прохождение сигнала в этом направлении.

Работа при защите магнетрона от отражений, обусловленных несогласованностью антенно-волнового тракта

Волна, отраженная от антенн, поступит в приемное плечо ферритового циркулятора аналогично случаю, рассмотренному при работе на прием. Так как

уровень мощности отраженной волны высокий, то разрядник приемного плеча РР-32 пробьется и закоротит вход на приемное устройство. От замкнутого участка волновода волна отразится, изменит фазу на 180° и поступит с верхнего волновода входной секции ВС-01 на щелевой мост (рис. 6.14, в).

При распространении волны по ферритовому циркулятору слева направо в верхнем волноводе волна задержится в ферритовом мосту на 90° , а в нижнем волноводе на 180° (в первом щелевом мосту и фазосдвигающей секции). Поэтому на входе второго щелевого моста волна в верхнем волноводе будет опережать волну в нижнем волноводе на 90° . На выход щелевого моста волны нижнего и верхнего волноводов в сторону антенны поступают в противофазе, что исключает их распространение, а в сторону эквивалента антенны волны совпадают по фазе и, распространяясь, поглощаются согласованной нагрузкой блока АЭ-07.

Работа на эквивалент

При установке на блоке ЦП-08 или шкафу ЦМ-23М переключателя ЭКВИВАЛЕНТ – ВЫКЛ. в положение ЭКВИВАЛЕНТ происходит изменение направления магнитного поля электромагнита ферритового циркулятора. Учитывая изменение свойств ферритового моста, можно убедиться, что энергия от передатчика будет распространяться к эквиваленту антенны (рис. 6.14, г).

6.2.4. Дегидратор автоматический МАД 220-400

Дегидратор МАД 220-400 представляет собой полностью автоматизированную установку, предназначенную для осушки воздуха, засасываемого из атмосферы, и подачи его под давлением в волноводное вращающееся сочленение АВ-04.

Технические данные:

- работает при температуре от -50 до 65°C ;
- обеспечивает заполнение герметичного объема емкостью 20 л до давления $0,9\text{ кгс/см}^2$ за время не более 1 мин;
- влагосодержание осушенного воздуха не более $0,117\text{ г/м}^3$ при его расходе 15 л/мин;
- питается от сети трехфазного тока 220 В 400 Гц, потребляемая мощность 1,2 кВт.

Пневматическая система

При включении дегидратора влажный атмосферный воздух поступает в компрессор 1 через пылезащитный фильтр.

На выходе из компрессора поток воздуха направляется по трем направлениям:

- через обратный клапан 2 (1) и холодильники 3 (1) – 3 (3) сушительные камеры 4 (1) – 4 (4);
- через обратный клапан 2 (1) к соленоидному клапану 5 (3);
- к спусковому клапану реле давления 7.

Воздух, прошедший через сушительные камеры 4 (1) и 4 (2), в которых силикагель прошел цикл регенерации и охлаждения, отдает свою влагу частицам

селикагеля. Осушенный воздух проходит далее через соленоидальный клапан 5 (1), обратный клапан 2 (2), регулятор расхода 8, регулятор давления 9, индикатор влажности 10 и поступает в линию потребления. Давление воздуха в линии потребления контролируется манометром 11. Индикатор влажности 10 содержит контрольный селикагель.

Определение относительной влажности осушенного воздуха производится путем сравнения оттенка контрольного селикагеля со шкалой цветности, приведенной в инструкции по эксплуатации дегидрататора.

Поток воздуха, проходящий через вторую пару осушительных камер 4 (3) и 4 (4), находящихся в это время в состоянии регенерации, уносит пар, выделившийся из селикагеля за счет тепла нагревательных элементов ЭНЗ и ЭН4. Влажный воздух проходит через соленоидный клапан 6 (2) и выбрасывается в атмосферу через дроссельное отверстие этого клапана.

Движение воздуха по описанной схеме происходит в течение семи часов (цикл регенерации). К концу этого промежутка времени селикагель в осушительных камерах 4 (3) и 4 (4) полностью восстанавливается, а воздухопроводы, идущие от этих камер, высушиваются проходящим через них горячим воздухом.

По истечении семи часов соленоидный клапан 6 (2) закрывается, нагревательные элементы осушительных камер 4 (3) и 4 (4) отключаются и атмосферный воздух проходит только через осушительные камеры 4 (1) и 4 (2) еще в течение трех часов (цикл охлаждения осушительных камер 4 (3) и 4 (4)). За это время осушительные камеры успеют охладиться до температуры окружающей среды и селикагель в них окажется подготовленным к осушке воздуха.

Таким образом, половина рабочего цикла будет выполнена за 10 ч работы дегидрататора. Во второй половине рабочего цикла происходят аналогичные процессы, при которых регенерация и охлаждение селикагеля выполняются в осушительных камерах 4 (1) и 4 (2), а осушенный воздух поступает в линию потребления из осушительных камер 4 (3) и 4 (4).

Переключение циклов работы дегидрататора производится автоматически при помощи регулятора циклов.

Реле давления 7 предназначено для предохранения дегидрататора от перегрузки давлением воздуха. При достижении давления в линии 1,3–1,7 кгс/см² реле давления соединит полость нагнетания компрессора с атмосферой на цикле регенерации, а на цикле охлаждения, кроме того, отключит электродвигатель компрессора. При падении давления воздуха до 0,8–1,1 кгс/см² производится обратное действие.

Соленоидный клапан 5 (3) при работе прибора в режиме ОСУШКА всегда закрыт. При отрицательных температурах окружающего воздуха возможна подача его в линию потребления без предварительной осушки. В этом случае переключатель режимов устанавливается в положение АТМОСФЕРА и воздух из компрессора поступает непосредственно в линию потребления через соленоидный клапан.

Электрическая схема

Для автоматического управления технологическими процессами осушки воздуха в дегидрататоре установлен регулятор циклов, определяющий порядок и длительность включения электроэлементов, в состав которого входят электродвигатель М2 типа АДП-120 и микровыключатель В3-В7. Циклограмма представлена ниже (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Циклограмма дегидрататора МАД 200-400

Время работы в часах					Номер контакта	Микровыключатель
0	7	10	17	20		
–					1-3	В3
	–	–	–		3-4	
–	–				1-2	В4
		–	–		3-4	
		–			1-2	В5
–	–		–		3-4	
–	–	–	–	–	1-2	В6
–	–		–		3-4	
–	–	–	–	–	1-2	В7
	–	–	–	–	3-4	

Согласно циклограмме с начала первого полуцикла в течение семи часов через замкнутые контакты 3-4 микровыключателя В3 подается питание на реле Р3, через контакты которого включаются электронагреватели ЭН1 и ЭН2 осушительных камер, и на соленоидный клапан ЭМ2, открывающий выход воздуха в атмосферу из осушительных камер 4 (1) и 4 (2), находящихся на регенерации.

Через замкнутые контакты 3-4 микровыключателя В4 подается питание на соленоидный клапан ЭМ3, предназначенный для подачи воздуха потребителю с 4 (3) и 4 (4), которые в первый полуцикл сушат воздух.

Контакт 3-4 микровыключателя В7 блокируют контакты 3-4 микровыключателя В8 реле давления, предотвращая отключение электродвигателя компрессора М1 типа А0ЛП 21/12 и, следовательно, прерывистую работу осушительных камер во время регенерации.

По окончании семичасового цикла регулятор циклов размыкает контакты 3-4 микровыключателей В3 и В7. При этом электронагреватели ЭН1 и ЭН2 отключаются, соленоидный клапан ЭМ2 закрывается и весь воздух из компрессора через открытый соленоидный клапан ЭМ3 поступает в магистраль потребления. Блокировка микровыключателя В8 снимается. В таком режиме дегидрататор работает 3 ч.

По истечении десяти часов регулятор циклов переключает дегидратор на второй семичасовой цикл. При этом на регуляторе циклов замкнутые контакты 1-2 микровыключателя В4 подают питание на соленоидный клапан ЭМ1, предназначенный для подачи сухого воздуха потребителю; замкнутые контакты 3-4 микровыключателя В5 подают питание на реле Р4, через контакты которого включаются электронагреватели ЭН3 и ЭН4, и на соленоидный клапан ЭМ4, открывающий выход воздуха в атмосферу из осушительных камер 4 (3) и 4 (4), находящихся на регенерации.

Замкнутые контакты 3-4 микровыключателя В6 блокируют контакты 3-4 микровыключателя В8 реле давления.

По истечении семи часов второго полуцикла остаются замкнутыми контакты 1-2 микровыключателя В4, через которые подается питание на соленоидный клапан ЭМ1, служащий для подачи осушенного воздуха в магистраль потребления.

Полный цикл осуществляется за 20 ч.

Направление на электродвигатель М1 компрессора подается через контакты контактора Р1, в цепь питания которого включен микровыключатель В8 реле давления. При повышении давления выше допустимого на трехчасовом цикле контакты микровыключателя В8 размыкаются и, отключив контакт Р1, выключают электродвигатель М1.

Питание 127 В на электродвигатель М2 регулятора циклов подается через контакты реле Р2, которое отключает электродвигатель при работе в режиме АТМОСФЕРА, а также при повышении давления на трехчасовом цикле при работе в режиме ОСУШКА.

Питание 27 В на контактор Р1, реле Р2, Р3, Р4 и соленоидные клапаны подается от двухполупериодного выпрямителя, собранного на диодах Д1, Д2.

Термореле Р5–Р8 служат для отключения нагревательных элементов при повышении температуры в осушительных камерах выше допустимой. Контакты термореле размыкают и отключают питание соответствующих реле Р3 или Р4, через контакты которых включены электронагреватели ЭН1–ЭН4.

Лампа Л1 сигнализирует подачу напряжения на дегидратор. Лампы Л2 и Л3 сигнализируют о регенерации соответствующих камер.

Переключатели В2 и В9, объединенные общим механическим включением, служат для переключения дегидратора в режим ОСУШКА или АТМОСФЕРА. В режиме АТМОСФЕРА соленоидный клапан ЭМ5 включен, а соленоидные клапаны ЭМ1–ЭМ4 и электронагреватели осушительных камер выключены.

От дегидратора к волноводу включено реле давления, которое при уменьшении давления воздуха в линии потребления ниже допустимого уровня включает сигнализацию аварии дегидратора и выключает высокое напряжение передатчика.

6.3. Приемное устройство основного радиолокационного канала

6.3.1. Назначение, состав и технические характеристики приемного устройства

Приемное устройство предназначено для усиления принятых антенной АЗ-17М эхо-сигналов, преобразования их в видеоимпульсы и подачи на индикаторы ИВ-06М и ИК0-02.

Приемное устройство содержит:

- амплитудный канал (А) для усиления и преобразования высокочастотных эхо-сигналов в видеоимпульсы;
- когерентный канал (К) для выделения сигналов от подвижных объектов на фоне отражений от местных предметов, пассивных помех и облаков;
- систему автоматической подстройки частоты (АПЧ) для подстройки приемного устройства на частоту передатчика;
- блок контроля для проверки и настройки приемного тракта.

В состав приемного устройства входят:

- усилитель высокой частоты с блоком питания БШ-03;
- смеситель сигналов РС-18 №1;
- местный гетеродин ВГ-12;
- предварительный усилитель промежуточной частоты ПУПЧ №1;
- приемник РП-08;
- блок РЧ-06;
- блок контроля РК-08;
- блок питания приемного устройства БР-11М.

Состав приемного устройства показан на рис. 6.15.

Технические характеристики:

- коэффициент шума приемного тракта не более 5;
- промежуточная частота $30 \pm 0,15$ МГц;
- полоса пропускания УПЧ $0,75 \pm 0,15$ МГц;
- амплитуда сигнала на выходе амплитудного канала 4–6 В;
- амплитуда сигнала на выходе когерентного канала 6–8 В;
- полюса перестройки местного гетеродина не менее 210 МГц;
- точность автоматической подстройки частоты ± 100 кГц;
- коэффициент ручной регулировки усиления не менее 1000.

6.3.2. Принцип работы приемного устройства

Принцип работы приемного устройства рассмотрим по структурной схеме рис. 6.15.

Эхо-сигналы, принятые антенной, по волноводному тракту поступают на усилитель высокой частоты. В блоке УВЧ они усиливаются и затем через преселектор поступают на смеситель сигналов РС-18.

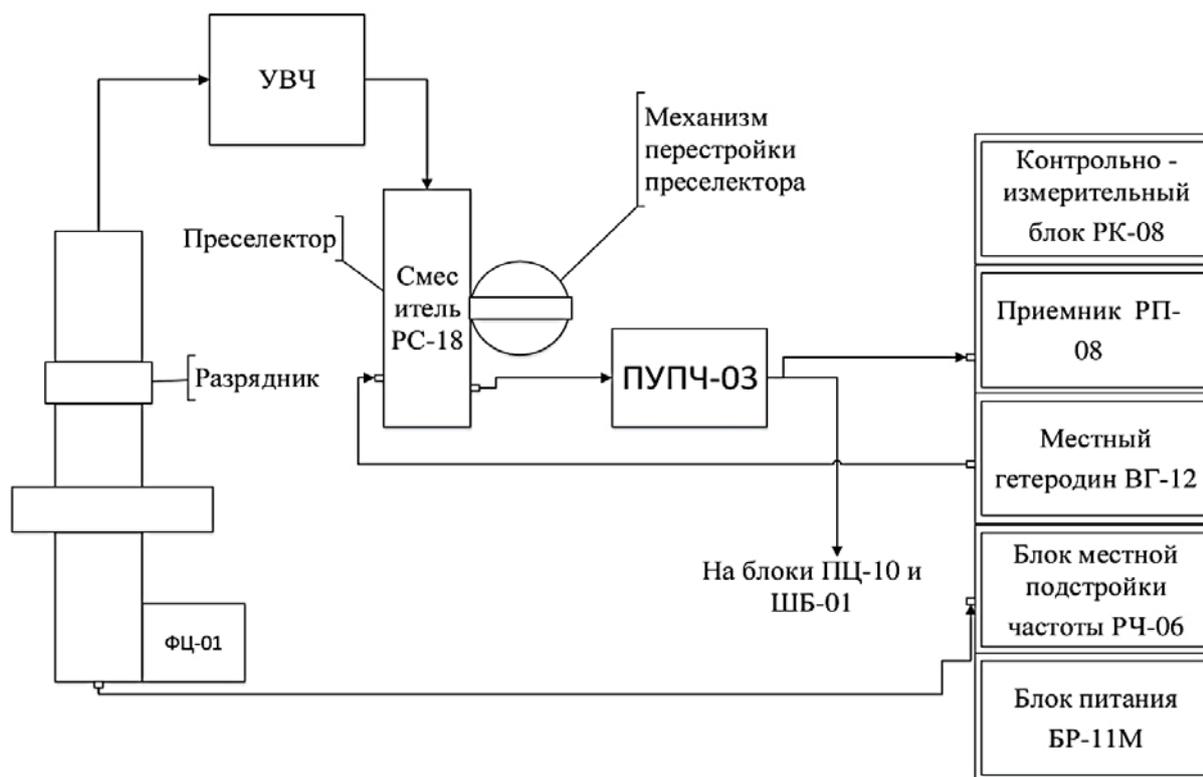


Рис. 6.15. Состав приемного устройства

Преселектор обеспечивает необходимую избирательность принятых сигналов. Он перестраивается при изменении частоты высотомера с помощью механизма перестройки ЛР-06. Смеситель сигналов РС-18 преобразует высокую частоту сигналов в более низкую, промежуточную, равную 30 МГц. Чтобы обеспечить это преобразование, на смеситель подаются высокочастотные колебания от местного гетеродина, частота которых ниже частоты эхо-сигналов на 30 МГц.

С выхода смесителя сигналы на промежуточной частоте подаются на предварительный усилитель промежуточной частоты ПУПЧ-03, где они разрываются на три выхода.

Сигналы с первого выхода используются только у тех высотомеров, которые имеют в своем составе логарифмический приемник. Сигналы с третьего выхода поступают на блоки защиты ПЦ-10 и ШБ-01 при установке переключателя ЗАЩИТА блока ЦП-08 в положения Ш, Б, КОМП.Ш, КОМП.Б. Если переключатель ЗАЩИТА блока ЦП-08 установлен в положение ВЫКЛ., то сигналы со второго выхода ПУПЧ-03 поступят на приемник основного канала РП-08, в котором на промежуточной частоте производится детектирование и усиление видеосигналов. С амплитудного выхода (А) приемника видеосигналы поступают на индикаторы ИВ-06М и ИКО-02.

С когерентных выходов приемника (К1 и К2) видеосигналы подаются на блоки вычитания КВ-01, в которых происходит подавление сигналов от местных предметов, пассивных помех и выделение сигналов движущихся целей. Сигналы с выхода блоков КВ-01 подаются на индикаторы.

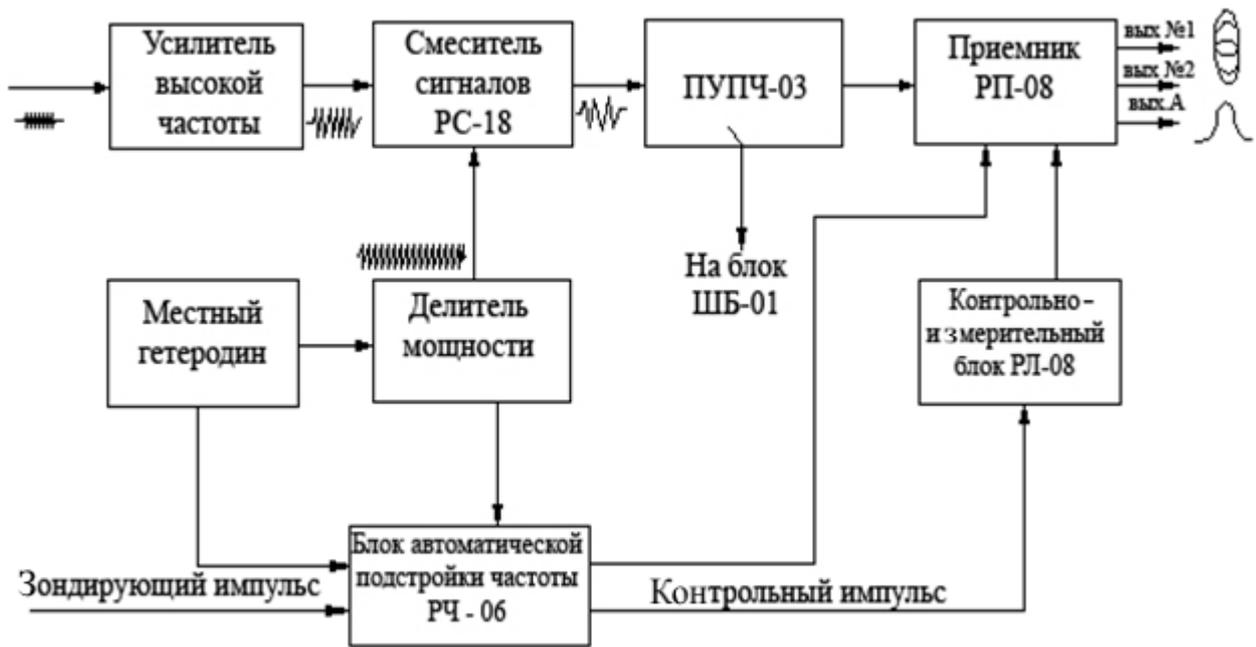


Рис. 6.16. Преобразование сигнала

Подключением амплитудного или когерентного выходов приемника к индикаторам управляет субблок электронной коммутации ЭК-04, режимы работы которого задаются переключателем РЕЖИМЫ ЗАЩИТЫ блока ЦП-08.

Для поддержания постоянства промежуточной частоты эхо-сигналов при нестабильности частот магнетрона и местного гетеродина в приемном устройстве предусмотрена система АПЧ, основу которой составляет блок РЧ-06. Для работы АПЧ на блок РЧ-06 подаются зондирующие импульсы передатчика через ослабитель с волнового тракта. В блоке РЧ-06 эти импульсы преобразуются в импульсы промежуточной частоты. При отклонении промежуточной частоты от номинального значения в блоке РЧ-06 вырабатывается управляющее напряжение, воздействующее на механизм АПЧ блока местного гетеродина. Механизм АПЧ подстраивает местный гетеродин так, что промежуточная частота станет равной 30 МГц.

Кроме того, с блока РЧ-06 поступает усиленный на промежуточной частоте зондирующий импульс в приемник РП-08 для фазирования когерентного гетеродина, а также в блок РК-08 для формирования контрольного импульса.

Контрольный импульс служит для проверки приемного тракта. В блоке РК-08 он задерживается на 133 мкс, что соответствует дистанции 20 км, и затем подается на вход УПЧ приемника РП-08. Наличие контрольного импульса на экранах индикаторов сигнализирует об исправности приемного тракта со входа УПЧ.

Блок питания БР-11М вырабатывает стабилизированное напряжение питания для блоков приемного устройства.

6.3.3. Усилитель высокой частоты

УВЧ в радиовысотомере выполняет две задачи:

- а) усиление эхо-сигналов перед преобразованием для обеспечения малого коэффициента шума приемного устройства;
- б) защита кристаллического детектора смесителя РС-18 от зондирующего импульса передающего устройства, просачивающегося через разрядник.

Технические характеристики УВЧ:

- коэффициент шума не более 3;
- коэффициент усиления не менее 18 дБ;
- время готовности не более 2 мин;
- полоса пропускания не менее частотного диапазона передающего устройства.

Значительное снижение коэффициента шума ЛБВ высотомера по сравнению с ЛБВ других типов достигнуто:

- за счет высокой плотности пространственного заряда в ленточном электронном луче;
- снижения неоднородности электронного потока благодаря применению катода специальной формы и многоэлектродной пушки;
- обеспечения хорошей фокусировки луча постоянными магнитами;
- понижения рабочей температуры УВЧ, т. к. включен нагрев ее фокусирующей системы.

УВЧ состоит из ЛБВ, фокусирующей системы, входного и выходного согласующих устройств и экранирующего кожуха.

ЛБВ содержит катод с подогревателем, девять фокусирующих электродов, замедляющую спираль и коллектор (рис. 6.17).

Оксидный катод имеет сложную форму, его имитирующая поверхность $0,05 \times 2,5$ мм определяет поперечный размер электронного ленточного луча.

Девять фокусирующих электродов позволяют обеспечить равномерный плоский электронный луч большой плотности.

В качестве замедляющей системы УВЧ используется плоская спираль из посеребренного молибдена, укрепленная на ситалловых держателях. Плоская спираль, кроме обеспечения более интенсивного взаимодействия усиливаемого сигнала с электронным лучом, позволяет уменьшить длину замедляющей системы и понизить напряжение спирали и коллектора.

Для устранения попадания вторичных и отраженных от коллектора электронов в пространство взаимодействия коллектор изготавливается из магнитного материала – ковара, покрытого тонким слоем углерода. Развязка входа и выхода ЛБВ обеспечивается поглотителем, нанесенным на держатель спирали.

Корпус ЛБВ – металлокерамический, имеет прямоугольную форму.

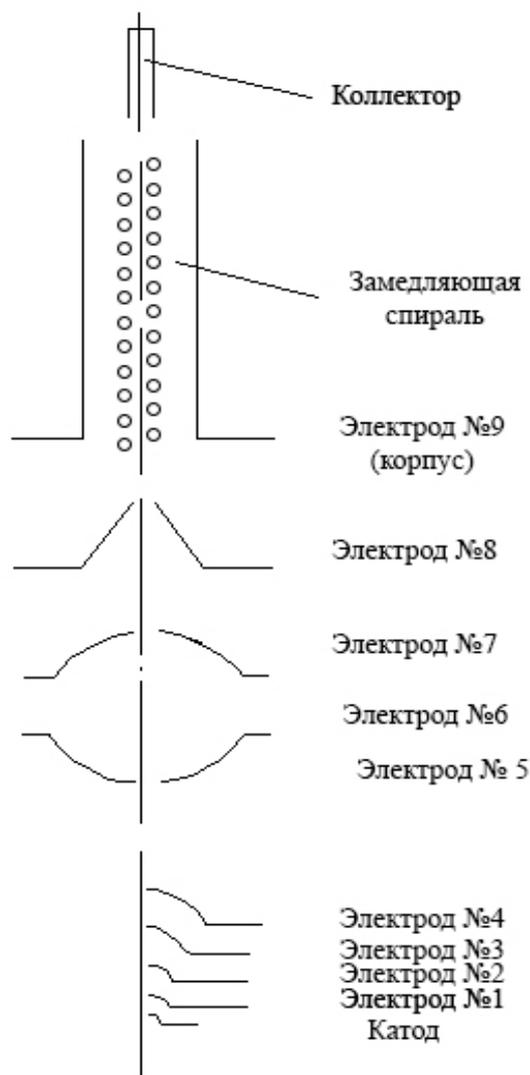


Рис. 6.17. Схема ЛБВ

Фокусирующая система выполнена на постоянных магнитах. В области катода напряженность магнитного поля достигает 1500–1600 Э. В области заземляющей системы она спадает до 750–350 Э. Большая напряженность магнитного поля нужна только у катода для предотвращения расфокусировки электронного луча. В области фокусирующих электродов и замедляющей системы спадающее магнитное поле создается с помощью полюсных наконечников специальной формы. Входное и выходное согласующие устройства (рис. 6.18) состоят из спирали с переменным шагом и специального трехступенчатого коаксиального перехода. Согласующее устройство обеспечивает плавный переход от волнового сопротивления кабеля, равного 50 Ом, к входному сопротивлению ЛБВ, равному 200 Ом. Для уменьшения потерь во входном и выходном согласующих устройствах внутренний проводник коаксиального перехода имеет гальванический контакт со спиралью. Внешний вид УВЧ без экранирующего кожуха показан на рис. 6.19.

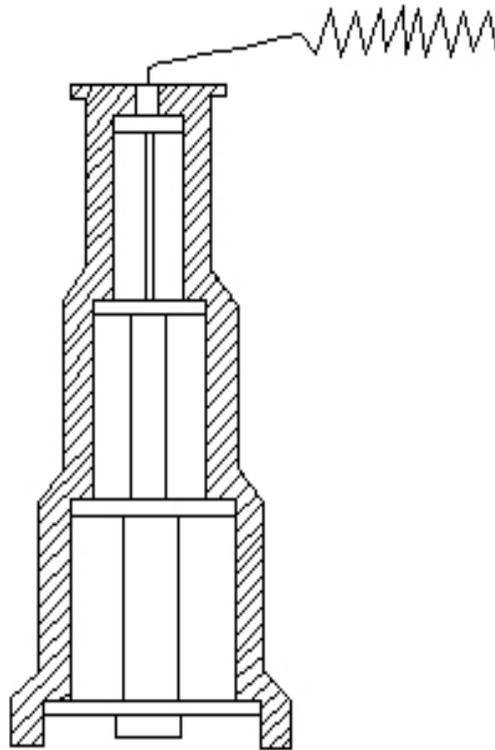


Рис. 6.18. Согласующее устройство

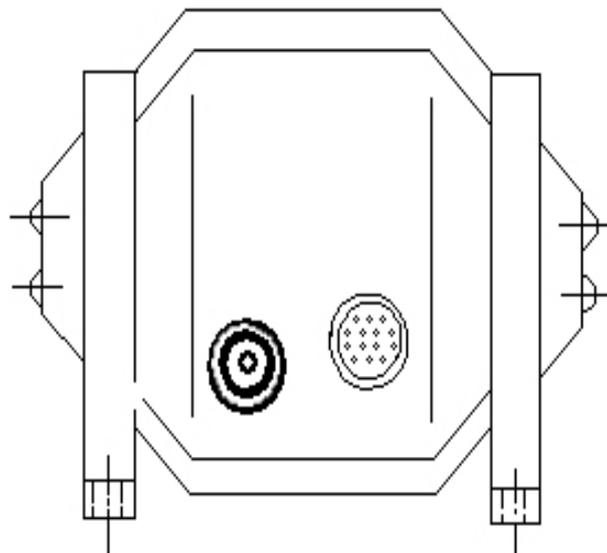


Рис. 6.19. Внешний вид УВЧ

Экранирующий кожух выполнен из листового железа и предназначен для исключения влияния внешних магнитных полей на работу ЛБВ. К основанию кожуха ЛБВ крепится латунными болтом с гайкой, что позволяет изменять пространственное положение ЛБВ внутри кожуха. Оптимальное положение ЛБВ определяется по минимальному коэффициенту шума приемного тракта.

Работа УВЧ основана на длительном взаимодействии сигнала, распространяющегося от входа ЛБВ по спирали к выходу, с электронным потоком внутри спирали.

Подбор потенциалов на всех электродах и спирали ЛБВ первоначально по паспорту, а окончательно по наименьшему коэффициенту шума обеспечивает максимальный коэффициент усиления. При воздействии сильных сигналов происходит расфокусировка электронных ступков, ЛБВ теряет усилительные свойства и превращается в отрезок коаксиальной линии с большим затуханием. Это и защищает кристаллический детектор смесителя РС-18 от просачивающейся мощности зондирующих импульсов.

6.3.4. Местный гетеродин ВГ-12

Местный гетеродин вырабатывает непрерывные высокочастотные колебания, частота которых на 30 МГц ниже частоты передающего устройства. Это напряжение через делитель мощности ВГ1-11 поступает на смесители сигналов РС-18 №1, РС-18 №2 и на смеситель РА-07 блока РЧ-06 (рис. 6.20).

Блок ВГ-12 состоит из:

- местного гетеродина;
- делителя мощности ВГ1-11;
- исполнительного механизма АПЧ ЛА-03;
- исполнительного механизма перестройки частоты ЛГ-01;
- кулачкового механизма перестройки частоты.

Технические данные:

– выходная мощность на каждом из выходов делителя мощности не менее 10 мВт;

– уход частоты гетеродина между двумя зондирующими импульсами не более 15 Гц;

– уход частоты гетеродина в интервале времени между подстройками прерывистой АПЧ не более 50 кГц;

– точность установки фиксированных частот при перестройке не хуже 1 МГц.

Гетеродин собран на металлокерамическом триоде ГС-13 по схеме емкостной трехточки с общей сеткой. Анодно-сеточный и катодно-сеточный контуры гетеродина образованы отрезками коаксиальных линий. Частота колебаний гетеродина регулируется изменением длины анодно-сеточной линии и контролируется по волномеру Ч2-9А. Мощность колебаний гетеродина регулируется изменением длины катодно-сеточной линии и контролируется по току смесителя. Регулировка осуществляется на каждой рабочей частоте регулировочными винтами ЧАСТОТА и МОЩНОСТЬ кулачкового механизма.

Накал лампы ГС-13 осуществляется от источника постоянного напряжения 6,3 В. Анодное напряжение подается через потенциометр R6 ТОК АНОДА и фильтр, состоящий из резисторов R5, R4, R3, R2 и конденсатора C2.

Потенциометр R6 позволяет устанавливать номинальную величину анодного тока 30–50 мА, который контролируется по миллиамперметру ИП блока ВГ-12.

Высокая стабильность частоты местного гетеродина, необходимая для эффективной работы когерентного канала, достигается:

- выбором лампы и параметром контура;
- питанием гетеродина стабилизированным напряжением и постоянным напряжением накала;
- установкой гетеродина на массивной плате с амортизаторами (при транспортировке плата стопорится).

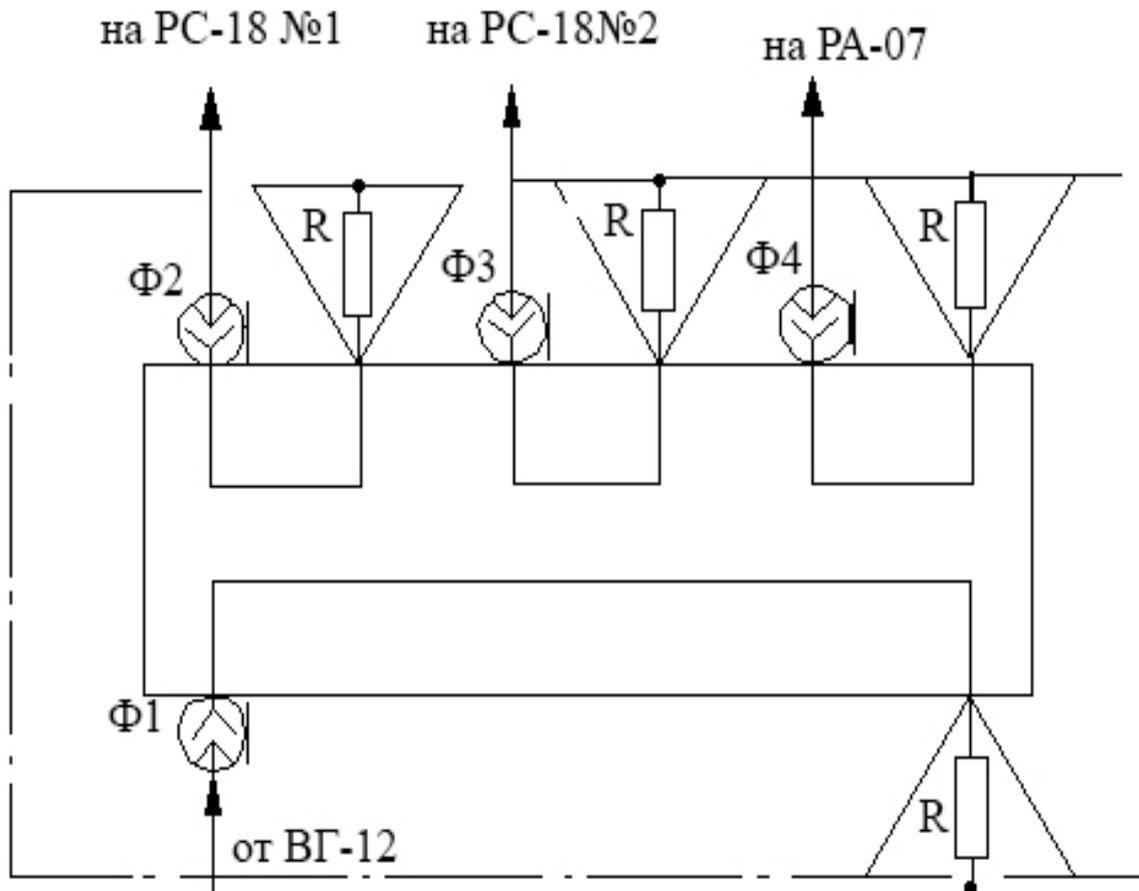


Рис. 6.20. Делитель мощности ВГ1-11

Делитель мощности гетеродина ВГ1-11 предназначен для разделения его выходной мощности на три части для питания смесителя АПЧ РА-07 и двух смесителей РС-18, а также осуществления развязки не менее 20 дБ выходных цепей друг от друга.

Делитель мощности состоит из основной полосковой линии и трех петлевых направленных ответвителей, выполненных в виде несимметричных четвертьволновых полосковых линий, заканчивающихся с одной стороны разъемом, а с другой стороны – согласованной нагрузкой.

Прогибая в небольших пределах петлю связи с помощью специальных винтов, можно изменить переходное затухание каждого из ответвителей до получения равного деления мощности. Основная полосковая линия заканчивается оконечной нагрузкой.

Механизм перестройки ЛГ-01 при переходе высотомера с одной частоты на другую изменяет одновременно длину обоих контуров гетеродина, обеспечивая изменение частоты и подбор оптимальной мощности.

Механизм АПЧ ЛА-03 подстраивает гетеродин на каждой частоте с помощью элемента (сектора) в анодно-сеточном контуре.

6.3.5. Смеситель сигналов РС-18

Смеситель сигналов предназначен для преобразования высокочастотных сигналов, отраженных от цели, в сигналы с промежуточной частотой и обеспечения избирательного приемного устройства по зеркальному каналу с помощью присоединения преселектора входящего в блок РС-18.

Технические данные:

- коэффициент шума не более 50;
- ослабление зеркального канала не менее 15 дБ;
- мощность, потребляемая от гетеродина, не менее 10 мВт.

Смеситель сигналов РС-18 состоит из:

- смесительной головки;
- перестраиваемого преселектора;
- коаксиального-волноводного перехода КВП-02;
- механизма перестройки преселектора ЛР-06.

Схема смесителя сигналов приведена на рис. 6.21. Коаксиально-волноводный переход предназначен для подключения коаксиального тракта, идущего от УВЧ, к волноводному входу преселектора. На середине широкой стенки волновода на расстоянии $\lambda/4$ от закороченной стенки расположен высокочастотный разъем, центральный проводник (вibrator) которого опущен внутрь волновода. Форма и диаметр vibratorа, глубина погружения подобраны так, чтобы получалась наименьшая величина КСВ и широкая полоса согласования.

Преселектор обеспечивает частотную избирательность принятых сигналов. Он представляет собой перестраиваемый объемный резонатор, который образуется установленными в волноводе индуктивными диафрагмами.

Грубая настройка преселектора осуществляется введением в резонатор со стороны широкой стенки волновода емкостного штыря. Подстройка преселектора в диапазоне осуществляется введением в резонатор со стороны узкой стенки волновода керамического стержня с серебряным покрытием. Перемещение стержня осуществляется механизмом перестройки ЛР-06, управляемого с блока перестройки ДП-05.

С преселектора эхо-сигналы поступают в смесительную головку, к которой подводится также сигнал от местного гетеродина. Смесительная головка представляет собой отрезок волновода, внутри которого помещен кристаллический

диод Д40ЗВ. Смесительная головка заканчивается короткозамыкающим поршнем, который перемещается вращением винта. Поршень служит для согласования реактивного сопротивления смесительного диода (настраивается в заводских условиях).

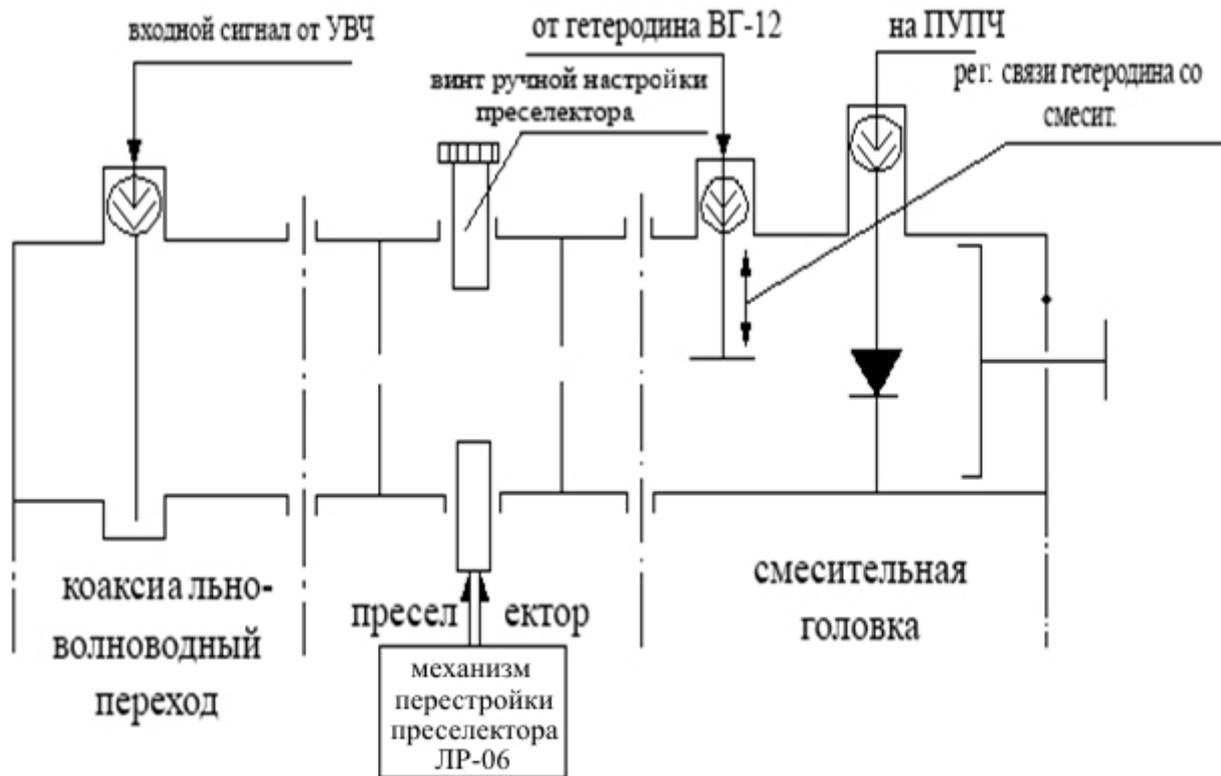


Рис. 6.21. Смеситель сигналов РС-18

Нормальная работа смесителя контролируется по величине тока кристалла прибором блока РП-08. Ток смесителя устанавливается в пределах 0,15–0,75 мА с помощью винта регулировки связи гетеродина со смесителем.

Эхо-сигналы на промежуточной частоте с выхода смесителя поступают на предварительный усилитель промежуточной частоты ПУПЧ-03.

6.3.6. Предварительный усилитель промежуточной частоты ПУПЧ-03

Предварительный усилитель промежуточной частоты предназначен для усиления и разделения на три выхода сигналов, поступающих со смесителя.

Технические данные:

- резонансная частота блока $30 \pm 1,5$ МГц;
- полоса пропускания по уровню 0,7 не менее 10 МГц;
- коэффициент передачи блока не менее 0,7.

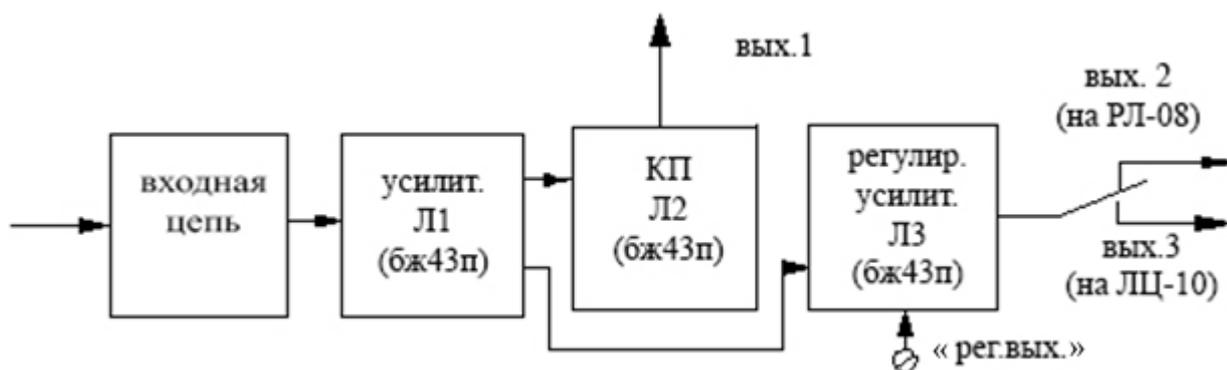


Рис. 6.22. Структурная схема блока ПУПЧ-03

Входная цепь блока L1, L2, L3, L4, C1 собрана по схеме двух связанных контуров, что обеспечивает согласование выходного сопротивления смесителя с входным сопротивлением усилителя и широкую полосу пропускания.

Во входной цепи усилителя для контроля тока смесителя имеется цепочка из резисторов R1, R2, R3 и переключателя В1. При подключении блока ПУПЧ-03 к смесителю РС-18 переключатель В1 устанавливается в положение 2 и постоянная составляющая тока диода смесителя протекает через резисторы R2 и R3.

Усилитель собран на пентодах типа 6Ж43П с двумя отдельными анодами. С выхода катодного повторителя Л2 сигнал поступает на выход 1, который в автономном радиовысотомере ПРВ-13М1 не используется. С регулируемого усилителя Л3 через контакты реле Р1 сигналы поступают на выход 2 (к блоку РП-08) или выход 3 (к блокам защиты ПЦ-10 и ШБ-01). Реле Р1 обесточено при установке переключателя ЗАЩИТА блока ПП-08 в положение ВЫКЛ.

Резисторы R11 и R14 необходимы для согласования выходного сопротивления блока с водным сопротивлением кабеля.

Потенциометр R15 РЕГ. ВЫХ. регулирует аппаратуру сигнала на выходах 2 и 3 за счет изменения сопротивления в цепи автосмещения усилителя Л3.

6.3.7. Приемник основного канала РП-08

Блок РП-08 предназначен для усиления эхо-сигналов на промежуточной частоте с последующим их преобразованием в видеосигналы, а также для преобразования принятых эхо-сигналов в видеоимпульсы с постоянной или изменяющейся амплитудой, необходимые для работы системы вычитания.

Блок РП-08 состоит из канала сигнала, канала опорного напряжения и схемы контроля и управления блоком.

В канал сигнала входят:

- усилитель промежуточной частоты с амплитудным детектором (субблок РПУ-02);

- видеоусилитель амплитудного канала, схема БАРУ, дифференцирующая цепочка и схема ВАРУ (субблок БАРУ-02);

- фазовые детекторы с ограничителями (субблок РПФ-01);
- видеоусилители когерентного канала (субблок РПВ-03).

В канал опорного напряжения входят:

– когерентный гетеродин с усилителем фазирующих импульсов (субблок РПГ-01);

- преобразователь опорного напряжения (субблок РПП-01);
- кварцевые генераторы и схема управления (субблок РПГ-02);
- фазовращатель (субблок РПГ-03).

Технические данные:

- полоса пропускания $0,75 \pm 0,15$ МГц;
- амплитуда сигнала на выходе амплитудного канала 4–6 В;
- амплитуда сигнала на выходе когерентного канала 6–8 В;
- пределы перестройки частоты кварцевого генератора $КВ 1 \pm 800$ Гц;
- величина задержки усилителем фазирующих импульсов 2 мкс;
- величина опорного напряжения на входах фазовых детекторов импульса 1,1 В;
- динамический диапазон по выходному сигналу в режиме БАРУ не менее 15 дБ;
- коэффициент ручной регулировки усиления не менее 1000.

Принцип работы приемника РП-08

Если на блоке ЦП-08 переключатель ЗАЩИТА установлен в положение ВЫКЛ., то эхо-сигналы с промежуточной частотой с выхода 2 блока ПУПЧ-03 подводятся через полуволновой кабель на первый каскад УПЧ субблока РПУ-02, усиливаются УПЧ и преобразуются амплитудным детектором в видеосигналы.

С амплитудного детектора видеосигналы поступают на субблок БАРУ-02, где усиливаются усилителем, ограничиваются по максимуму и с выхода катодного повторителя подаются на выходной разъем Э2 блока РП-08.

Если на блоке ЦП-08 переключателем ЗАЩИТА включен любой из режимов Ш, Б, КОМП. Ш, КОМП. Б, то эхо-сигналы с промежуточной частотой поступают с блока защиты ШБ-01 №1 на третий каскад УПЧ субблока РПУ-02 (первые два каскада УПЧ отключаются) и проходят на выход Э2 блока РП-08 аналогично вышерассмотренному случаю. При этом в субблоке БАРУ-02 во входной цепи видеоусилителя включается дифференцирующая цепь, а также схема быстродействующей автоматической регулировки усиления (БАРУ).

Сигналы с выхода восьмого каскада УПЧ субблока РПУ-02 подаются на вход фазовых детекторов через ограничитель сигналов субблока РПФ-01. Опорное напряжение вырабатывается когерентным гетеродином РПГ-01 и через преобразователь опорного напряжения РПП-01 также подается на фазовые детекторы субблока РПФ-01.

Работа когерентного канала приемника обеспечивается только при привязке фазы колебаний когерентного гетеродина к фазе колебаний передатчика. В высотомере предусматривается два режима фазирования: зондирующим импульсом и помехой.

При первом режиме фазирования зондирующий импульс передатчика на промежуточной частоте поступает в приемник из блока РЧ-06 и навязывает фазу колебаний когерентному гетеродину. В этом случае эхо-сигналы от неподвижных объектов поступают на фазовый детектор с постоянным сдвигом фазы относительно опорного напряжения. Такие сигналы преобразуются фазовым детектором в видеоимпульсы, амплитуда и знак которых не изменяются от перехода к периоду.

Эхо-сигналы от движущихся целей поступают на фазовый детектор с различным фазовым сдвигом относительно опорного напряжения, поэтому на выходе фазового детектора они преобразуются в видеоимпульсы, изменяющиеся по амплитуде и значку в соответствии с фазовой характеристикой детектора. Это дает возможность выделить в системе вычитания сигналы подвижных целей и подавить отражения от неподвижных объектов.

Для того чтобы уменьшить флуктуации эхо-сигналов на выходе системы вычитания, обусловленных амплитудно-фазовой характеристикой детектора, в приемном устройстве применяется два фазовых детектора, на которые опорные напряжения подаются со сдвигом по фазе на 90° .

Сигналы фазовых детекторов после их усиления видеоусилителями когерентных каналов РПВ-03 поступают на выходы приемника К1 и К2. При сложении выходных напряжений обоих когерентных каналов после системы вычитания амплитуда суммарного видеоимпульса мало меняется от периода к периоду, что существенно улучшает видимость отметки цели на индикаторах.

Для подавления сигналов от помех с относительно малыми скоростями предусмотрена схема компенсации скорости ветра, включающая субблоки РПГ-02 и РПП-01 и обеспечивающая изменение частоты опорного напряжения в таких пределах, при которых дополнительный фазовый сдвиг будет равен изменению фазы эхо-сигнала движущейся помехи за период зондирования.

В режиме контроля, когда производится замер параметров фазовых каналов, к преобразователю РПП-01 вместо субблока РПГ-02 подключается фазовращатель РПГ-03, выдающий напряжение с частотой $6,7 \pm 0,5$ МГц, что позволяет в широких пределах изменять фазу контрольного сигнала относительно опорного напряжения.

В режиме фазирования когерентного гетеродина помехой сигнал для фазирования подается из субблока РПУ-02. При воздействии на когерентный гетеродин сигнала помехи с достаточной амплитудой последнему навязывается фаза колебания эхо-сигнала, отраженного от помехи. Следовательно, все фазовые изменения, которые вносятся движением помехи, будут автоматически учитываться в фазе опорного напряжения. Чтобы исключить фазирование когерентного гетеродина сигналами от цели, одновременно с появлением этого сигнала на входе фазового детектора в усилитель фазирующего сигнала субблока РПГ-01 сигнал фазирования задерживается на 2–2,5 мкс. Если бы этой задержки не было, то сигнал от движущихся целей на выходе фазового детектора был бы, как и сигнал помехи, постоянной величины и полярности.

Усилитель промежуточной частоты РПУ-02

Эхо-сигналы с блока ПУПЧ-01 №1 (выход 2) подаются по кабелю через разъем Э1 во входной контур субблока РПУ-02.

Чтобы кабель не вносил реактивности во входной контур, его электрическая длина кратна половине длины волны колебаний с промежуточной частотой.

Усилитель промежуточной частоты включает в себя восемь каскадов усиления и выполнен на лампах Л1-Л8 с одиночными контурами, настроенными на промежуточную частоту. Контуров образованы катушками индуктивности с параллельно включенными конденсаторами, емкостями ламп и емкостью монтажа. Полоса пропускания каждого каскада определяется суммарной емкостью и шунтирующим сопротивлением нагрузки, включенными в анодную цепь лампы.

На катод лампы Л2 с разъема Ф4 подается контрольный импульс с блока РК-08, который используется при настройке приемного тракта.

На управляющие сетку лампы Л2 и катушку индуктивности L2 с разъема Ф3 поступает напряжение временной автоматической регулировки усиления (ВАРУ), которое уменьшает усиление приемника в начале дистанции.

На управляющие сетки ламп Л3 и Л4 подается напряжение ручной регулировки, усиления с потенциометра R36 РЕГ. УСЛ. при местном управлении или с разъема Ш49/1 при дистанционном управлении.

В седьмом каскаде с части катушки индуктивности L8 сигнал подается в субблок БАРУ-02 на сетку лампы Л5 схемы БАРУ.

Восьмой каскад выполнен на лампе Л8 типа 6Ш5П, которая позволяет получить линейную амплитудную характеристику при больших входных сигналах. С части катушки индуктивности L9 сигнал подается на ограничитель субблока РШ-01.

При включении блока защиты ШБ-01 напряжение ± 27 В с разъема Ш49/12 включит контакты реле Р3, Р4, Р5 блока РП-08, реле Р1 субблока РДУ-02 и реле Р1 субблока БАРУ-02. При этом реле Р4 контактами 1-3 отключит +125 В от анодных и экранных цепей первых двух каскадов УПЧ, а контактами 4-5-6 отключит управляющие сетки ламп Л3, Л4 от цепи ручной регулировки усиления и подключит их к цепи управляющих сеток ламп Л5 и Л6. Реле Р1 субблока БАРУ-02 контактами 4-5 подключит управляющие сетки ламп Л3-Л6 к выходу схемы БАРУ 5, реле Р1 субблока РДУ-02 контактами 2-3 подключит выход блока ШБ-01 к катоду лампы Л3.

Реле Р5 блока РП-08 контактами 4-5 подключит потенциометр R9 РЕГ. УСЛ. ШБ к управляющей сетке лампы Л8.

Амплитудный детектор выполнен на лампе Л9. Напряжение с промежуточной частотой подается на катод диода. Нагрузка детектора состоит из трех последовательно соединенных резисторов R31, R32 и R33. Конденсатор C49 шунтирует нагрузку детектора по промежуточной частоте. На нагрузке детектора выделяется импульс отрицательной полярности.

Напряжение, подаваемое на видеоусилитель амплитудного канала, снимается с половины нагрузки, а напряжение, подаваемое на цепочку дифференцирования, – с полной нагрузки. С R33 напряжение подводится через дроссель Др18 к контрольному гнезду Гн.1 ДЕТ.А и к измерительному прибору ИП1.

Напряжения 125 и 250 В подводятся на аноды экранных сеток ламп через высокочастотные дроссели. Напряжение накала ламп также подводится через последовательно включенные накальные дроссели.

Видеоусилитель амплитудного канала, схемы БАРУ и ВАРУ (субблок БАРУ-02)

Видеоусилитель состоит из дифференцирующей цепи С1, R3, усилителя-ограничителя, выполненного на лампе Л1, и катодного повторителя на лампе Л2.

При работе видеоусилителя в режиме без дифференцирования сигнала с амплитудного детектора подается половина нагрузки (реле Р1 обесточено). Ограничитель сигналов Л1 применяется только для того, чтобы предотвратить перегрузку видеоусилителя импульсами с большой амплитудой. Правая половина ограничителя –125 В R8, R9.

Если положительный импульс, снимаемый с левой половины лампы, превысит уровень смещения, правая половина лампы откроется и на аноде появится отрицательный импульс, компенсирующий дальнейшее увеличение положительного импульса. Уровень ограничения подбирается таким, чтобы на выходе катодного повторителя максимальная амплитуда выходного сигнала была равна 4–6 В. Параллельно резистору R7 в цепи сетки правой половины лампы Л1 включен диод Д3 для восстановления постоянной составляющей, который поддерживает неизменной рабочую точку лампы при подаче импульсов с большой амплитудой и длительностью.

Параллельно резистору R10 в цепи сетки катодного повторителя Л2 включен диод Д4, который является восстановителем постоянной составляющей. Диод пропускает на сетку лампы Л2 только положительные сигналы и поддерживает постоянное рабочее напряжение на сетке лампы Л2. Видеосигналы с выхода катодного повторителя подаются на высокочастотный разъем блока З2.

При работе видеоусилителя в режиме с дифференцированием уменьшается засвет индикатора помехой большой длительности. Включение дифференцирующей цепи происходит одновременно с включением БАРУ.

Переключение режима осуществляется дистанционно переключателем ЗАЩИТА блока ЦП-08. При работе с дифференцирующей цепочкой сигнал с амплитудного детектора через дифференцирующую цепочку С1, R3 подается на сетку лампы Л1. Постоянная времени цепочки выбрана таким образом, чтобы дифференцировались импульсы более 3 мкс. Диод Д2, подсоединенный к резистору R3, шунтирует положительный импульс дифференцированного сигнала.

Схема быстродействующей автоматической регулировки усиления служит для защиты УПЧ от перегрузки помехами с большой амплитудой и длительностью.

Схема БАРУ состоит из усилителя промежуточной частоты на лампе Л5, детектора, выполненного на левой половине лампы Л6 в диодном включении, и катодного повторителя (правая половина лампы Л6).

Постоянная времени БАРУ выбирается равной ($5-10\tau_{и}$), что позволяет снизить усиление УПЧ при наличии на его входе длительной помехи, не ослабляя при этом рабочие импульсы, принимаемые вслед за помехой. Постоянная времени схемы БАРУ определяется параметрами R37 и C17.

Диод Д5 служит для уменьшения времени восстановления схемы БАРУ после окончания действия помехи.

Напряжение с катодного повторителя подается через дроссель Др3, резистор R38 и контакты 4–5 реле Р1 на управляющие сетки ламп Л3, Л4, Л5 и Л6 субблока РПУ-02.

При поступлении на вход приемника помехи с большой амплитудой и длительностью с части катушки L8 субблока РПУ-02 на сетку Л5 подается напряжение с промежуточной частотой. Усиленное напряжение с промежуточной частотой прикладывается к детектору. Полученное при этом отрицательное напряжение поступает на сетку катодного повторителя. Для того чтобы при действии БАРУ полезный сигнал не подавлялся, интегрирующая цепь R37 и C17 передает сигнал детектора с задержкой.

Потенциометром R36 НУЛЬ БАРУ устанавливается нулевое смещение на сетках ламп Л3, Л4, Л5, Л6 субблока РПУ-02 при отсутствии сигнала помехи.

Дроссель Др3 служит для подавления промежуточной частоты, проходящей по цепи обратной связи БАРУ.

Элементы R38, R39, C18 образуют пропорционально-интегрирующую цепочку и служат для повышения стабильности работы БАРУ.

Схема ВАРУ снижает усиление приемника с начала дистанции до 40 км с последующим восстановлением усиления по экспоненциальному закону на дистанции 90–120 км. Уменьшение усиления приемника в начале дистанции улучшает подавление местных предметов и пассивных помех аппаратурой СДД в ближней зоне и исключает прием сигналов боковыми лепестками диаграммы направленности антенны. Для этого отрицательный пилообразный импульс, вырабатываемый в схеме ВАРУ, подается через контакты реле Р2 на сетку лампы второго каскада УПЧ и на блок ШБ-01.

Схема ВАРУ выполнена на лампах Л3 и Л4. Левая половина Л3 – зарядная лампа конденсатора С8, запертая в исходном состоянии, правая – катодный повторитель. Импульсы запуска положительной полярности открывают левую половину лампы Л3. Конденсатор С8 через открытую лампу заряжается до потенциала анода диода Л4а. Уровень заряда определяется делителем 125 В R25, R26, задающим исходный потенциал анода диода Л4а.

После окончания импульса запуска конденсатор С8 разряжается через резисторы R22 и R23 до тех пор, пока напряжение на нем не станет равным напряжению на катоде диода Л4б.

После этого напряжение на конденсаторе С8 остается неизменным до прихода следующего импульса запуска.

Постоянная времени разряда конденсатора выбирается такой величины, чтобы разряд конденсатора С8 от потенциала анода диода Л4а до потенциала катода диода Л4б происходил за время, соответствующее заданной дистанции ВАРУ.

Пилообразное напряжение с конденсатора С8 приложено к управляющей сетке катодного повторителя ЛЗб, который вначале полностью запирается, а затем с уменьшением напряжения на конденсаторе, постепенно открывается.

Конденсатор отрицательной обратной связи С9 корректирует форму импульса ВАРУ, при которой усиление приемника после дистанции 40 км возрастает примерно по линейному закону.

С выхода катодного повторителя трапецидальное отрицательное напряжение, уменьшающееся до нуля в конце дистанции 90–120 км, подается с потенциометра R18 ВАРУ через контакты 4–5 реле Р1 на второй каскад УПЧ, а с потенциометра R21 ВАРУ ШБ через контакты 6–7 реле Р1 и высокочастотный разъем В1 на блок защиты ШБ-01.

Реле Р1 включается переключателем ВАРУ блока ЦП-08.

При отсутствии импульса запуска потенциометром R27 НУЛЬ ВАРУ устанавливается исходное отрицательное напряжение смещения на сетке катодного повторителя ЛЗб таким, чтобы напряжение на катоде было равно нулю. Контроль осуществляется по прибору ИШ блока РП-08.

Фазовые детекторы и ограничители (субблок РПФ-01)

Фазовый детектор предназначен для преобразования изменения разности фаз между напряжением сигнала и опорным напряжением когерентного гетеродина в соответствующие изменения амплитуды видеосигналов.

Фазовый детектор выполнен по двухтактной схеме на лампе Л2 с симметричными выходами. На фазовый детектор подается одновременно напряжение сигнала с ограничителя, собранного на лампе Л3, и опорное напряжение с выхода субблока Р4-01 через усилительный каскад на лампе Л1, работающей в режиме анодно-сеточного ограничения. Опорное напряжение снимается с индуктивности L4 и подается на плечи детектора через резисторы R6, R7, R8, R9. Выходное напряжение нагрузки R10, С10 и R11, С11 фазового детектора поступает на сетку видеоусилителя когерентного канала РПВ-03.

Работу фазового детектора рассмотрим по упрощенной схеме (рис. 6.23) $I \cdot U_c = 0$. В этом случае опорное напряжение $U_{оп}$ в те полупериоды, когда на аноде детектора Д2б действует плюс, вызывает ток цепи: индуктивность L5 (+), анод – катод Л2б, R11, R10, анод – катод Д2а, индуктивность L6 (–). Так как выход фазового детектора симметричен, то падения напряжений на резисторах R11 и R10 будут равны. Соответственно будут равны и напряжения на конденсаторах С11 и С10, но полярность их будет различна, т. к. нижняя обкладка С11 и верхняя обкладка С10 подключены к корпусу. Выходное напряжение фазового детектора в этом случае равно нулю.

1. При воздействии на фазовый детектор только напряжения сигнала U_c ($U_{оп} = 0$), его выходное напряжение также будет равно нулю. В этом случае через

диоды Л2а и Л2б протекают токи в разные полупериоды, которые обуславливают заряд конденсаторов С10 и С11 равным напряжением, но противоположной полярности.

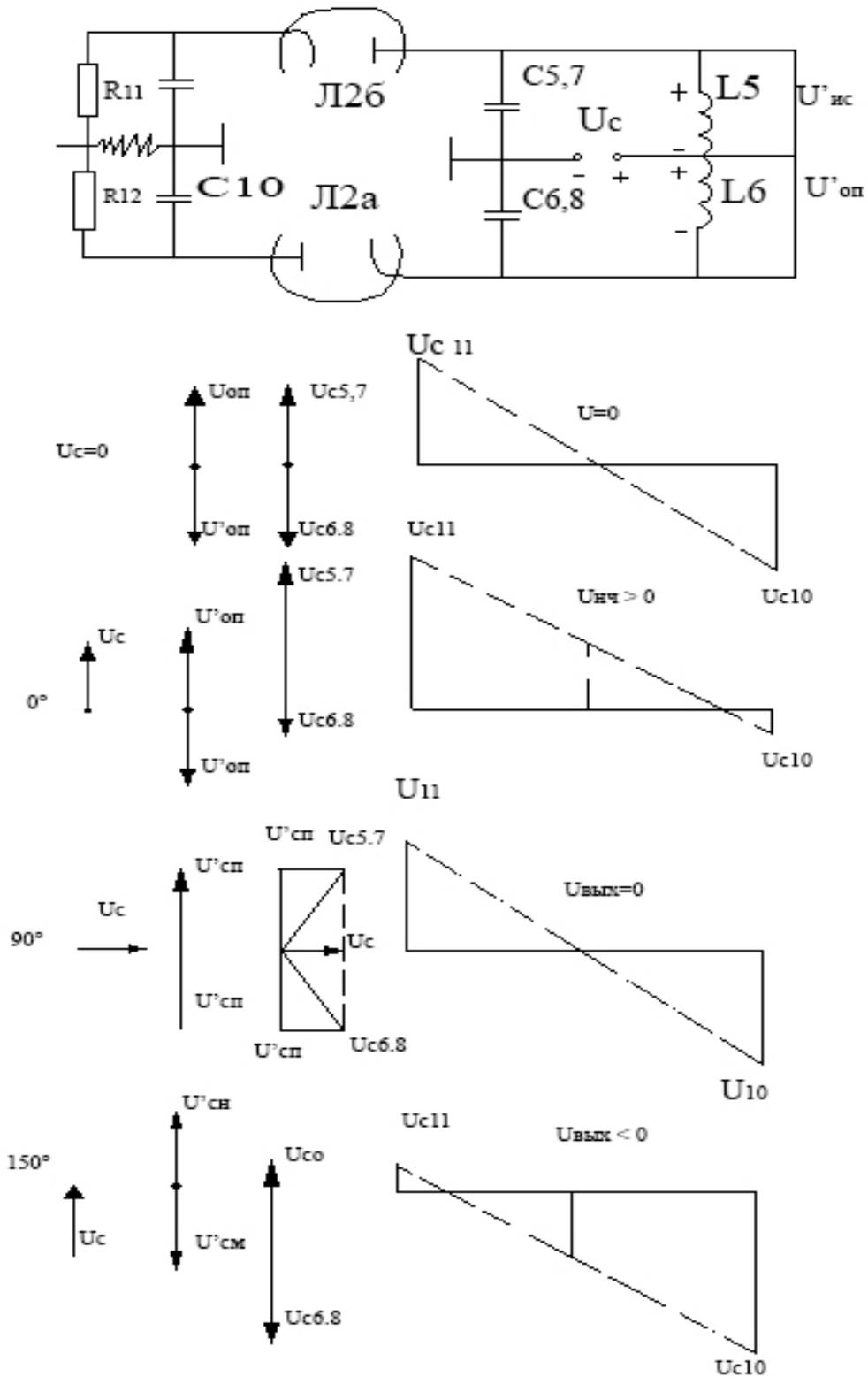


Рис. 6.23. Фазовый детектор

2. Сдвиг фазы между опорным напряжением и напряжением сигнала равен нулю (график 2). Рассматривая полярность опорного напряжения на индуктивностях L5 и L6 и полярность напряжения сигнала, видим, что на диоде Л2б действует сумма этих напряжений, а на диоде Л2а – разность. В этом случае выходное напряжение фазового детектора имеет максимальную амплитуду и положительную полярность.

3. Сдвиг фаз между U_c и $U_{оп}$ равен 90° (график 3).

В этом случае к обоим диодам приложено напряжение, равное геометрической сумме напряжений $U_{оп}$ и U_c , среднее напряжение фазового детектора равно нулю.

4. Сдвиг фаз между U_c и $U_{оп}$ равен 180° (график 4).

В этом случае на диоде Л2а будет действовать сумма этих напряжений, а на диоде Л2б – разность. Выходное напряжение фазового детектора имеет максимальную амплитуду и отрицательную полярность.

Если аналогичным образом рассмотреть фазовые сдвиги между напряжениями $U_{оп}$ и U_c с меньшей дискретностью в пределах углов $0 - 360^\circ$, то амплитудно-фазовая характеристика фазового детектора будет иметь вид, показанный на рис. 6.24.

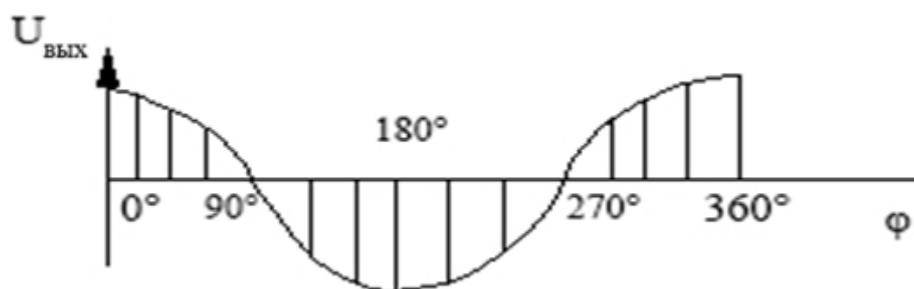


Рис. 6.24. Амплитудно-фазовая характеристика фазового детектора

С выхода фазового детектора импульсы от цели имеют переменную амплитуду и полярность, от пассивных помех – постоянную амплитуду. Амплитудно-фазовая характеристика его сдвинута на 90° , т. к. опорное напряжение на ограничитель Л5 поступает с субблока РПП-01 с фазовым сдвигом 90° .

С катодной нагрузки R12 ограничителя Л3 напряжение сигнала подается через высокочастотный разъем Ф4 на субблок РШ-01 для фазирования когерентного гетеродина помехой.

Видеоусилитель когерентного канала (субблок РПВ-03)

Субблок РПВ-03 служит для усиления двухполярных импульсов, поступающих с выхода фазового детектора.

Лампа и выполняет функции предварительного усилителя и фазового инвертора. При поступлении на вход субблока положительных или отрицательных импульсов на выходе усилителя-инвертора получают одинаковые по амплитуде, но противоположные по знаку усиленные импульсы, возбуждающие оконечные каскады (рис. 6.25).

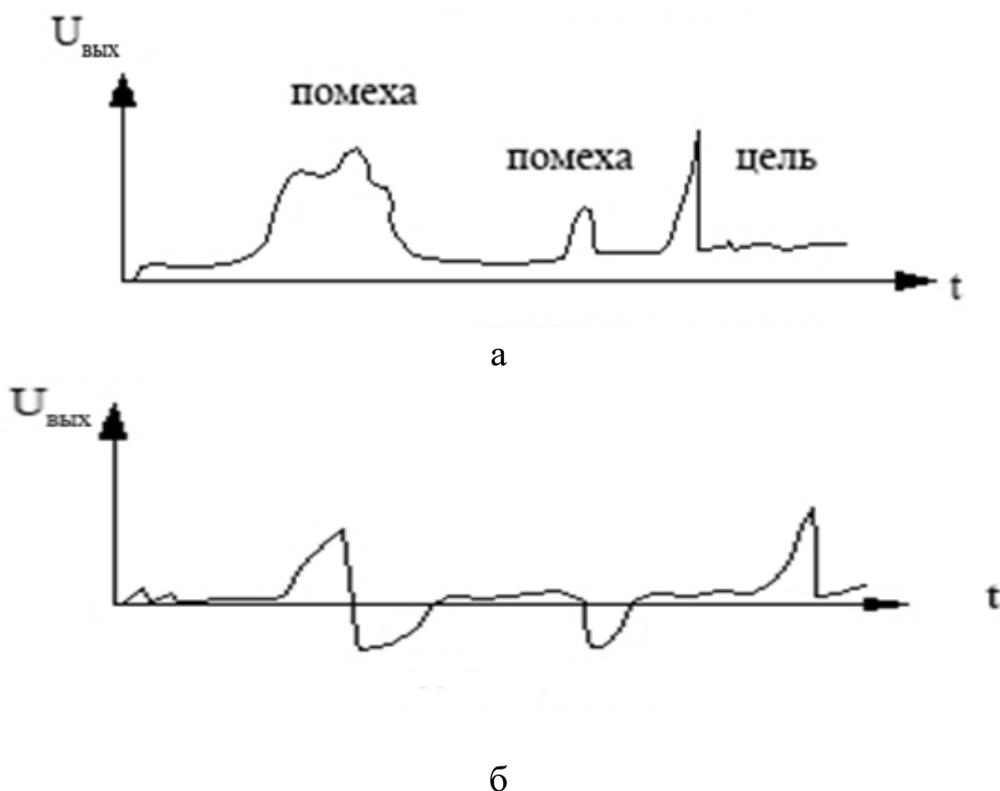


Рис. 6.25. Сравнительные осциллограммы выходных напряжений амплитудного (а) и фазового (б) детектора

Входные каскады субблока выполнены на лампах Л2 и Л3. Каскад на лампе Л2 питается от источника -125 В, а каскад на лампе Л3 – от источника 125 В. Оба каскада работают на общую нагрузку R23, где происходит сложение сигналов. Схема обеспечивает получение на выходе субблока РПВ-03 двухполярных импульсов с амплитудами не менее 6 В на нагрузке 75 Ом.

Видеосигналы с выхода первого субблока РПВ-03 подаются на высокочастотный разъем К1, а с выхода второго субблока – на разъем К2.

Когерентный гетеродин с усилителем фазирующих импульсов (субблок РШ-01)

Когерентный гетеродин представляет собой ламповый генератор, выполненный на лампе Л7 по схеме индуктивной трехточки.

Гетеродин имеет высокую стабильность частоты, которая достигается низким волновым сопротивлением контура и высокой добротностью, также подбором величины обратной связи. Контур гетеродина состоит из индуктивности L18 и емкостей С45, С46 и С47. Гетеродин вырабатывает синусоидальные колебания с частотой 30 МГц и амплитудой $2-3$ В.

Подстроечный конденсатор С47 позволяет изменять частоту гетеродина в пределах $\pm 0,2$ МГц. Цепочка R27, С53 создает напряжение смещения за счет сеточных токов.

При подаче фазирующего импульса на контур гетеродина его колебаниям навязывается фаза колебаний фазирующего импульса.

С контура когерентного гетеродина (он же является нагрузкой фазирующего каскада лампы Л6) напряжение подводится на сетку лампы 18 буферного каскада, который является одновременно катодным детектором. Выход катодного детектора выведен на контрольное гнездо Г1 ФАЗИР. ИМП. По осциллограмме импульсов на этом гнезде можно судить о качестве фазирования когерентного гетеродина.

Чтобы предотвратить фазирование когерентного гетеродина напряжением шумов, на сетку фазирующего каскада лампы Л6 с делителя напряжения -125 В R33, R25 подается отрицательное напряжение смещения. Напряжение когерентного гетеродина с выхода буферного каскада через емкость C56 подается на субблок РПП-01.

Усилитель фазирующих импульсов субблока РПГ-01 обеспечивает усиление сигналов до величины, необходимой для получения устойчивого фазирования когерентного гетеродина. Одновременно этот усилитель используется в режиме фазирования помехой как линия задержки на 2 мкс. Усилитель выполнен на лампах Л1–Л5 по схеме с внешней индуктивной связью.

Последний каскад усилителя фазирующих импульсов выполнен на лампе Л5 типа 6Ж9П, что обеспечивает получение амплитуды фазирующих сигналов, превышающих напряжение смещения на управляющей сетке фазирующего каскада.

Режимы фазирования когерентного гетеродина зондирующим импульсом или помехой задаются переключателем В6 блока РП-08 при местном управлении или переключателем В9 блока ИКС-01 при дистанционном управлении. Подключение фазирующих сигналов ко входу усилителя субблока РПГ-01 выполняет коммутатор блока РПП-01, собранный на лампах Л6 и Л7 с общей анодной нагрузкой R34. Сигнал фазирования помехой поступает с субблока РПФ-01 на сетку лампы Л6, а зондирующий импульс с выхода блока РЧ-06 через высокочастотный разъем на сетку лампы Л7.

В режиме фазирования помехой реле Р1 коммутатора обесточено и через его контакты 7-8 отрицательное напряжение с резистора R31 запирает лампу Л6. С выхода коммутатора поступают только сигналы фазирования когерентного гетеродина помехой.

В режиме фазирования зондирующим импульсом на реле Р1 коммутатора поступает напряжение $+27\text{ В}$ и отрицательное напряжение с резистора R31 через контакты 4-5 реле Р1 запирает лампу Л6. С выхода коммутатора поступает зондирующий импульс для фазирования когерентного гетеродина.

Недостатками режима фазирования зондирующим импульсом являются следующие:

- 1) большие требования к стабильности частоты и настройке магнетрона, местного и когерентного гетеродинов;
- 2) при проводке цели в пассивных помехах необходимо включать в схему компенсации действия ветра, что приводит к изменению частоты опорного напряжения, а значит, ухудшает проводку цели в зоне местных предметов;

3) набег фазы от пассивных помех на разных высотах и азимутах будет различный, что требует от оператора непрерывного подбора частоты компенсации.

Режим фазирования помехой лишен этих недостатков, т. к. когерентный гетеродин фазируется теми же сигналами, которые поступают на другой детектор. Поэтому сдвиг фаз между сигналом и опорным напряжением будет постоянным, независимо от того движутся цели или неподвижны. Кратковременные сигналы целей на фазовом детекторе имеют произвольную фазу относительно опорного напряжения, т. к. фазирование когерентного гетеродина происходит с задержкой на 2 мкс.

Недостатком режима фазирования помехой является то, что передние фронты отражений от местных предметов, пассивных помех и облаков (в течение 2 мкс не подавляются когерентным каналом и затрудняют наблюдение целей на экранах индикаторов).

Схема компенсации действия ветра

При движении пассивных помех под действием ветра фаза их сигналов относительно опорного напряжения будет меняться от импульса к импульсу. Это приведет к пульсации видеоимпульсов пассивных помех на выходе фазового детектора с частотой Доплера:

$$F_D = \frac{2V_{r \text{ ветра}}}{\lambda},$$

где $V_{r \text{ ветра}}$ – радиальная составляющая скорости ветра.

Для исключения этого сдвига фаз необходимо частоту опорного напряжения изменить на F_D , что вызовет линейное изменение его фазы, равное изменению фазы сигналов движущихся пассивных помех.

Чтобы не понизить стабильность частоты когерентного напряжения, это изменение производится в субблоке преобразователя опорного напряжения РПП-01 путем двукратного преобразования частоты. Для этого в субблоке РПП-01 применены два смесителя I и II, связанные с двумя кварцевыми генераторами I и II субблока РПГ-02. Кварцевые генераторы работают на частоте 6,7 МГц, причем частоту II кварцевого генератора можно изменять схемой управления на ± 800 Гц, т. е. в пределах возможной максимальной частоты F_D (рис. 6.26).

На I смеситель поступает напряжение когерентного гетеродина $f_{кт}$ с частотой 30 МГц и напряжение I кварцевого генератора $f_{I \text{ кв}}$ частотой 6,7 МГц. На выходе I смесителя будут колебания первой промежуточной частоты $f_{ПР1} = f_{к2} - f_{I \text{ кв}} = 23,3$ МГц. На II смеситель поступает напряжение первой промежуточной частоты $f_{ПР}$ и колебания II кварцевого генератора $f_{II \text{ кв}}$ с частотой 6,7 МГц $\pm F_D$.

Контур второго смесителя настроен на вторую промежуточную частоту. При выключении схемы компенсации действия ветра частота опорного напряжения не должна отличаться от частоты когерентного гетеродина. В этом случае на I и II смесители поступает напряжение с частотой 6,7 МГц от I кварцевого генератора субблока РПГ-02.

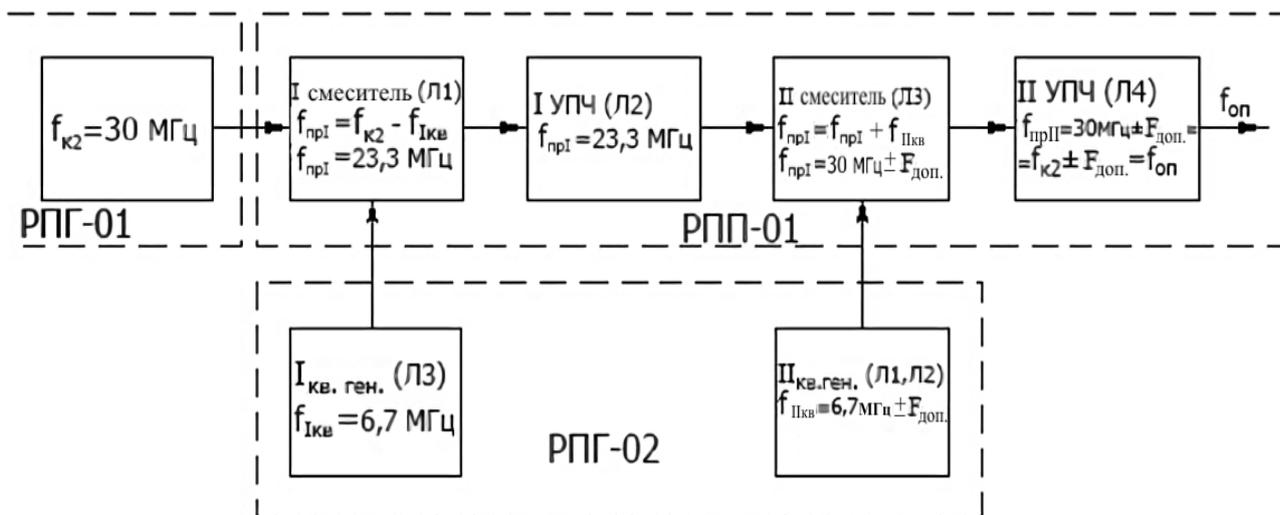


Рис. 6.26. Структурная схема компенсации действия ветра

Кварцевые генераторы и схема управления (субблок РПГ-02)

Кварцевый генератор I выполнен на лампе Л3 по схеме генератора с электронной связью (Шамбеля). На трех электродах (катод, управляющая и экранная сетки) собран автогенератор по схеме индуктивной трехточки. Кварц включен между сеткой и катодом последовательно с контуром L4, C23, C24. Анодной нагрузкой генератора служит контур L2, C1 в цепи пентодной сетки I смесителя субблока РПП-01. Переменный конденсатор C23 служит для заводской настройки кварцевого генератора I на среднюю частоту кварцевого генератора II.

Кварцевый генератор II выполнен на лампе Л2 аналогично схеме кварцевого генератора I. В качестве переменной емкости в сеточном контуре используется выходная емкость лампы управления Л1. Применение лампы управления вызвано необходимостью изменения частоты кварцевого генератора II дистанционно со шкафа И-7К при компенсации действия ветра.

Лампа управления Л1 представляет собой реактивную лампу, выходная емкость которой зависит от величины напряжения смещения на управляющей сетке.

Для включения схемы компенсации действия ветра при местном управлении переключателя В6 устанавливается в положение ЗОНДИР., а В5 – в положение КОМП. (аналогично включается схема компенсации действия ветра с блока ИКС-01 шкафа И-7К при дистанционном управлении). В этом случае включается реле Р1 субблока и к цепи управляющей сетки подключится потенциометр Р12 РЕГ.КОМПЕНС. (потенциометр R блока ИКС-01). Изменение положения ползунка потенциометра R12 вызовет изменение частоты кварцевого генератора II на величину F_d .

При включении реле Р1 через контакты 4–5 поступит питающее напряжение на экранную сетку, а через контакты 6–7 напряжение кварцевого генератора II с частотой $6,7 \text{ МГц} \pm F_d$ поступит на контур L7, C16 в цепи пентодной сетки второго смесителя субблока РПП-01.

Для выключения схемы компенсации действия ветра переключатель В5 устанавливается в положение ВЫКЛ. В этом случае реле Р1 отключается. Его контакт 4 снимает питание с цепи экранной сетки Л2, а через замкнутые контакты 7-8 напряжение кварцевого генератора I поступает на пентоидную сетку второго смесителя субблока РПП-01, и изменения частоты когерентного гетеродина в субблоке РПП-01 не происходит.

Реле Р2 предназначено для выключения кварцевого генератора I при проведении контрольных измерений в приемнике с помощью фазовращателя РПГ-03.

Фазовращатель (субблок РПГ-03)

Фазовращатель предназначен для изменения фазы опорного напряжения субблока РПП-01 при контроле параметров фазовых каналов.

Субблок РПГ-03 состоит из генератора частоты $6,7 \pm 0,5$ МГц, выполненного на лампе Л2, и схемы управления, выполненной на лампе Л1.

Генератор собран по схеме индуктивной трехточки с электронной связью на двуханодном пентоде 6Ж43П. Контур генератора состоит из L2, С11 и выходной емкости лампы Л1. В анодные цепи генератора отдельно включены два контура L3, С14 и L4, С18, настроенные на частоту 6,7 МГц.

С контура L3, С14 напряжение подается через разделительный конденсатор С13 на катод смесителя I субблока РПП-01, а с контура L4, С18 – через разделительный конденсатор С17 на катод смесителя II.

Схема управления субблока РПГ-03 аналогична схеме управления субблока РПГ-02. Изменение частоты генератора происходит за счет изменения выходной емкости лампы Л1, величина которой определяется напряжением смещения на управляющей сетке. Смещение на сетке лампы Л1 задается также от потенциометра R12 РЕГ. КОМП., который при установке переключателя В5 в положение ВЫКЛ. подключается к субблоку РПГ-03. Отсутствие кварца в контуре задающего генератора обеспечивает его перестройку в широком диапазоне ($\pm 0,5$ МГц).

Изменение частоты субблока РПГ-03 приводит к изменению фазы опорного напряжения, т. к. контуры первых двух каскадов субблока РПП-01 оказывают реактивное сопротивление преобразуемым напряжением. Частота опорного напряжения на выходе субблока РПП-01 не изменяется.

Для включения субблока РПГ-03 необходимо установить переключатели В4 УВЧ в положение ВЫКЛ., В5 ФАЗИР. – в положение ЗОНДИР., В6 КОМПЕНС. – в положение ВЫКЛ. и В2 – в положение МЕСТНО. При этом потенциометр R12 РЕГ. КОМП. переключается с субблока РПГ-02 на субблок РПГ-03 и включается реле Р1 субблока РПГ-03 и Р2 субблока РПГ-02 (кварцевые генераторы выключаются).

Преобразователь опорного напряжения (субблок РПП-01)

В состав субблока входят смеситель I (Л1), усилитель I промежуточной частоты (Л2), смеситель II (Л3), усилитель II промежуточной частоты (Л4), выходной усилитель (Л5) и коммутатор режимов фазирования (Л6 и Л7).

Смеситель I выполнен на Л1 по схеме двухсеточного преобразователя: в цепь управляющей сетки подается напряжение когерентного гетеродина с субблока РПГ-01, а в цепь пентодной сетки – колебания кварцевого генератора I. При включении кварцевого генератора напряжение с субблока РПГ-03 поступает на катод лампы смесителя. Анодной нагрузкой смесителя служат связанные контуры L3, C2, R1 и L4, C8, R4, которые обеспечивают выделение разностной частоты 23,3 МГц.

Усилитель I промежуточной частоты собран на лампе Л2. Его анодной нагрузкой служат связанные контуры L5, C7, R6 и L6, C15, R8, настроенные на частоту 23,3 МГц. Усиленные колебания смесителя I поступают на смеситель II.

Смеситель II собран на лампе Л3 и работает аналогично смесителю I, но связанные контуры анодной нагрузки смесителя настроены на частоту 30 МГц.

С анодной нагрузки смесителя напряжение второй промежуточной частоты, равной 30 МГц, или измененное на величину F_d поступает на усилители Л4 и Л5.

В анодную цепь Л5 включена фазосдвигающая цепь L14, C43, обеспечивающая фазовый сдвиг опорного напряжения на 90° . Это напряжение через выходной разъем Ф4 субблока поступает на ограничитель опорного напряжения (Л1) субблока РПФ-01.

С катода выходного усилителя Л5 опорное напряжение поступает через выходной разъем Ф5 субблока на второй ограничитель опорного напряжения (Л5) субблока РПФ-01.

Переменный конденсатор C43 обеспечивает регулировку фазосдвигающей цепи (сдвиг фаз между выходными опорными напряжениями 90°).

Детектор Д1, R23, R24, C38, Др24 преобразует опорное напряжение в постоянное для его контроля прибором ИП1 блока РП-08.

6.3.8. Блок контроля РК-08

Блок контроля РК-08 предназначен для проверки и настройки приемника РП-08, системы АПЧ, передающего устройства и формирования задержанного контрольного импульса.

В состав блока РК-08 входят следующие основные элементы:

- усилитель-разделитель промежуточной частоты УР-02;
- усилитель промежуточной частоты УПЧ-I;
- линия задержки;
- усилитель промежуточной частоты УПЧ-II;
- схема задержки развертки осциллографа ЗР0;
- анализатор спектра АС-02;
- контрольный осциллограф ИК-05.

Технические данные:

- время задержки импульсного сигнала промежуточной частоты (контрольного импульса) 133,33 мкс;
- время задержки запуска осциллографа ИК-05 не менее 100 мкс;
- диапазон частот, анализируемых субблоком АС-03 от 28,5 до 31,5 МГц.

Структурная схема

Структурная схема блока РК-08 приведена на рис. 6.27.

Импульсный сигнал промежуточной частоты с блока РЧ-06 поступает на вход субблока УР-02, который размножает его на два выхода.

С первого выхода субблока УГ-02 импульсный сигнал поступает на субблок УПЧ-I, где усиливается и подается далее на соляную линию задержки, обеспечивающую задержку сигнала на 133,33 мкс (20 км). С выхода линии задержки импульсный сигнал подается на субблок УПЧ, где вновь усиливается и поступает через контакты реле шкафа Р-08Б на приемник РП-08 или блок ШБ-01 №1 (при включении блока ШБ-01).

Со второго выхода субблока УР-02 сигнал промежуточной частоты поступает на вход смесителя субблока АС-02, где смешивается с сигналом генератора качающейся частоты. Частотой генератора качающейся частоты (ГКЧ) управляет пилообразное напряжение, подаваемое с генератора горизонтальной развертки осциллографа ИК-05.

Через усилитель промежуточной частоты проходят те частотные составляющие импульса, которые образуют с частотой ГКЧ промежуточную частоту 3 МГц. Усилитель промежуточной частоты анализатора спектра имеет полосу пропускания (25 кГц) намного уже, чем спектр частот зондирующего импульса только в полосе 25 кГц. Так как ГКЧ анализатора спектра управляется пилообразным напряжением генератора горизонтальной развертки осциллографа ИК-05, то развертка осциллографа имеет частотный масштаб. При измерении спектра импульса частота развертки осциллографа устанавливается медленная (единицы герц). За один период развертка анализируется от 30 до 60 зондирующих импульсов на промежуточной частоте в полосе частот от 28,5 до 31,5 МГц. Число анализируемых импульсов определяется частотой развертки осциллографа и режимом работы блока запуска ДД-08.

С выхода УПЧ анализатора спектра импульсы поступают на квадратичный детектор и после усиления видеоусилителем подаются на вертикально-отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки осциллографа.

На экране осциллографа импульсы высвечиваются вертикальными штрихами различной амплитуды, огибающая которых характеризует частотный спектр исследуемого импульса.

Работа анализатора спектра АС-02 показана на графиках рис. 6.28.

Для измерения ширины спектра используется генератор калибрационных меток (ГКМ), работающий на частоте 30 МГц. Промоделированный синусоидальным напряжением с частотой 1 МГц этот генератор дает спектр частотных меток, отстоящих друг от друга на расстоянии, равном частоте модуляции.

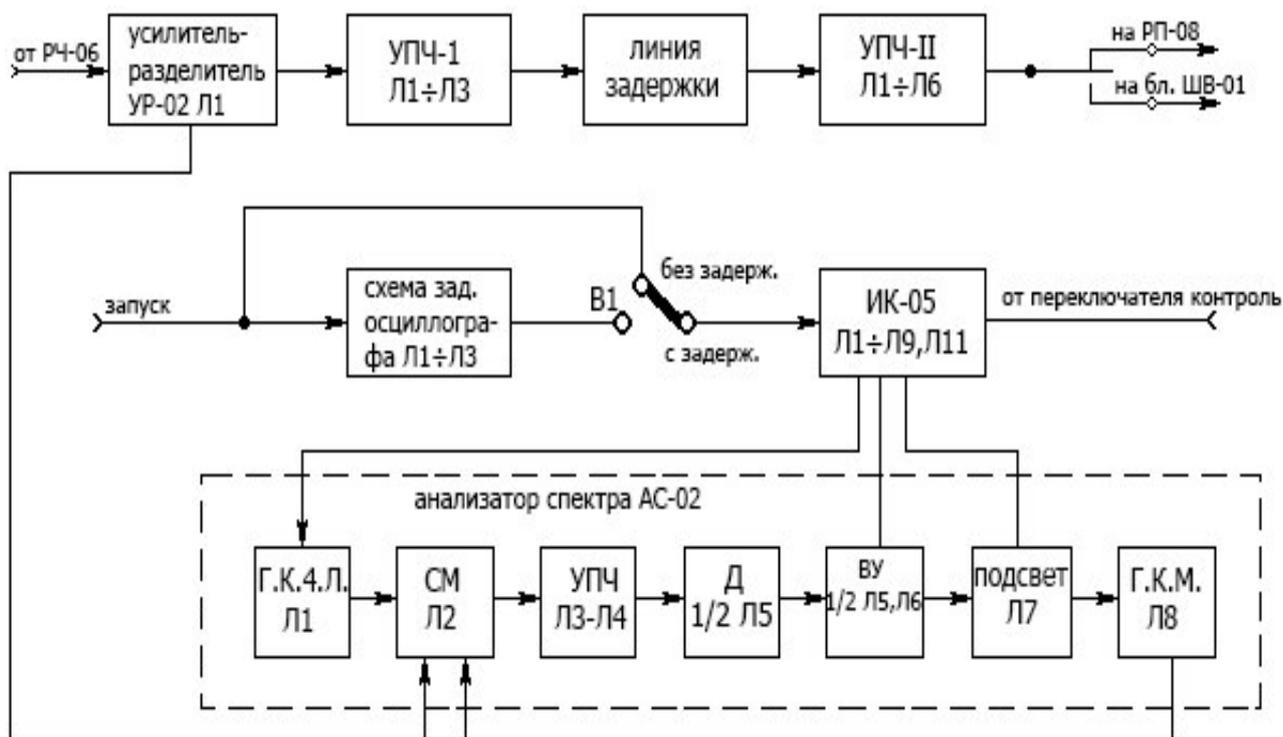


Рис. 6.27. Структурная схема блока РК-08

Для увеличения яркости линии спектра на экране осциллографа в анализаторе применена схема подсветки (ПОДСВЕТ).

Измерение и контроль параметров приемно-передающего тракта осуществляется осциллографом ИК-05, развертка которого синхронизируется задержанными или незадержанными импульсами фронта.

Питание блока РК-08 осуществляется от блока БР-11М, с которого снимаются стабилизированные напряжения ≈ 220 В, 250 В, -250 В, -125 В, и от блока БПУ-06М шкафа ПК-5, с которого снимается стабилизированное напряжение 125 В.

Принципиальная схема

Субблок УР-02 представляет собой усилитель промежуточной частоты с широкой полосой пропускания, образуемой парой расстроенных контуров Л1, С2 и Л2, С6, и служит для разделения входного сигнала на два выхода. С катода лампы Л1 (ВЫХ.1) сигнал подается на вход УПЧ-1, а с анодного контура (ВЫХ.П) – на вход субблока АС-02.

За один период развертки анализируется от 30 до 60 зондирующих импульсов на промежуточной частоте в полосе частот от 28,5 до 31,5 МГц. Число анализируемых импульсов определяется частотой развертки осциллографа и режимом работы блока запуска ДД-08.

На управляющие сетки ламп Л3 и Л4 субблока УПЧ-II через фильтры R6, С12 и R11, С18 напряжение для регулировки амплитуды контрольного импульса поступает с потенциометра R2 РЕГ. УСИЛ.

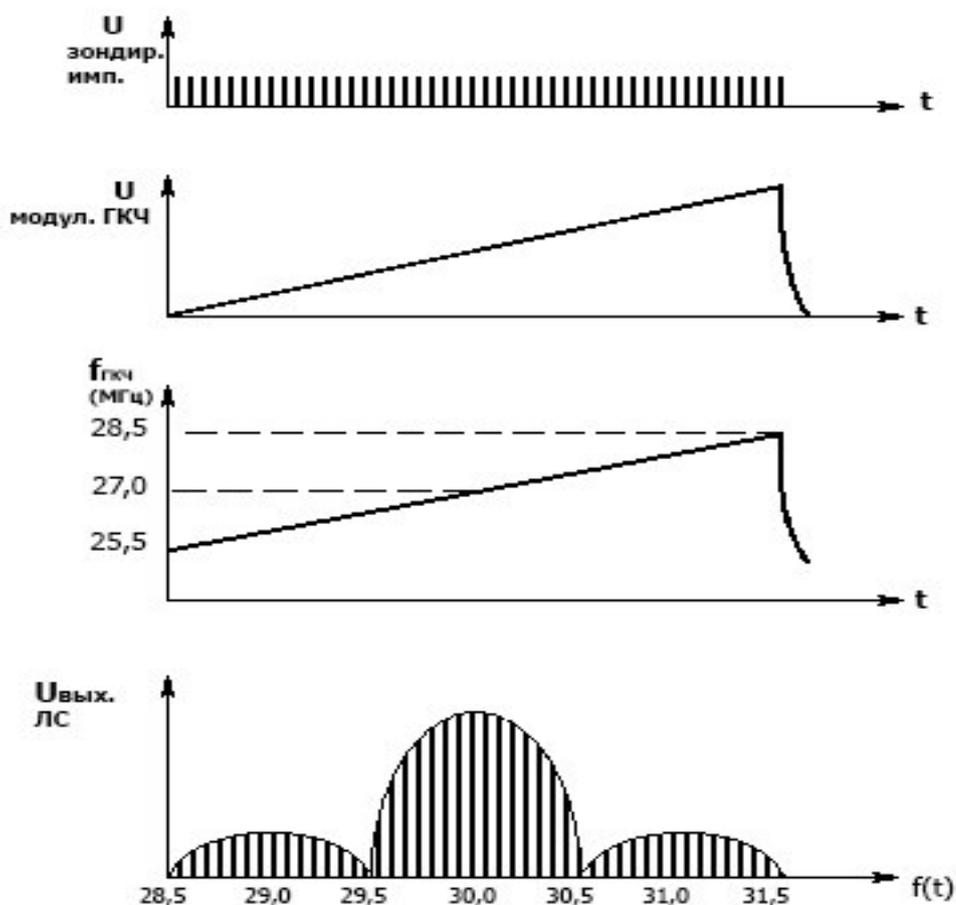


Рис. 6.28. Графики работы аппаратуры спектра

Чтобы наблюдать контрольный импульс на выходе амплитудного и когерентного каналов приемника на быстрой развертке (10–50 мкс), в блоке РК-08 предусмотрена задержка запуска развертки осциллографа субблоком ЗРО. В состав субблока входят Л2 и Л1б и тиратронный генератор Л3.

Импульс запуска подается через конденсатор С1 на каскад запуска Л1а и запускает фантастрон, который вырабатывает импульс, длительность которого определяется исходным напряжением на аноде лампы Л2. Величина этого напряжения задается потенциометром R5 ЗАДЕРЖКА через диод Д1, что позволяет плавно регулировать длительность импульса фантастрона. Импульс фантастрона отрицательной полярности снимается с катодной нагрузки R12 ламп Л2 и через дифференцирующую цепь С5, R16 подается на управляющую сетку тиратронного генератора Л3. При дифференцировании импульса фантастрона задний фронт создает на резисторе R16 положительный импульс, который подожжет тиратрон Л3, и на его катодной нагрузке сформируется положительный задержанный импульс запуска осциллографа ИК-05. При установке переключателя В1 в положение ЗАДЕРЖ. этот импульс поступает на запуск осциллографа. Если переключатель В1 установлен в положение БЕЗ ЗАДЕРЖ., то осциллограф запускается незадержанными импульсами запуска.

Для исследования частотного спектра импульса магнетрона служит субблок АС-02. Импульсы передатчика на промежуточной частоте с Вых.2 субблока УР-02 поступают на управляющую сетку смесителя, собранного на лампе Л2, где смешиваются с напряжением генератора качающейся частоты, подаваемым на пентодную сетку.

Генератор качающейся частоты выполнен на лампе Л1 по схеме индуктивной трехточки. Контур генератора образован индуктивностью L1, конденсатором С2 и емкостью р-п-перехода диода Д1, на который подается модулирующее пилообразное напряжение на потенциометре R8 ЧАСТ. МАСШТАБ. Изменение амплитуды модулирующего напряжения изменяет величину частотной девиации генератора. Частотная модуляция осуществляется за счет изменения емкости р-п-перехода варикапа Д1 под действием модулирующего напряжения.

Потенциометр R11 СДВИГ СПЕКТРА изменяет постоянное напряжение на варикапе Д1, что изменяет среднюю частоту генератора.

Это позволяет сдвигать осциллограмму спектра на экране осциллографа.

С выхода смесителя сигнал поступает на двухкаскадный УПЧ (Л3, Л4), коэффициент усиления которого регулируется потенциометром R14 АМПЛ. СПЕКТРА. Контуры усиления и смесителя настроены на частоту 3 МГц, их полоса пропускания 25 кГц.

С выхода УПЧ сигнал поступает на анодный детектор, у которого используется квадратичная часть характеристики лампы. Для исключения наводок от сети 400 Гц лампа Л5 по накалу питается от выпрямителя 6,3 В. Нагрузкой анодного детектора служат R21 и С32.

С нагрузки детектора сигнал отрицательной полярности поступает на видеоусилитель, собранный на лампах Л5б и Л6. Выходной каскад видеоусилителя (парафазный усилитель) собран на лампе Л6 и связан с пластинами вертикального отклонения электронно-лучевой трубки.

Схема подсвета выполнена на лампе Л7 и представляет собой двухкаскадный усилитель с катодной связью. Л7а – катодный повторитель, на вход которого поступают отрицательные видеоимпульсы с анода лампы Л6б, на лампе Л7б собран усилитель-ограничитель составляющих спектра. Ограниченные по амплитуде импульсы подаются на катод трубки осциллографа для подсвета. Генератор калибрационных меток собран на лампе Л8. На Л8а собран генератор частоты 1 МГц по схеме индуктивной трехточки.

Контур генератора образован индуктивностью L6 и емкостью С40. На Л8б собран генератор частоты 30 МГц. Контур этого генератора образован индуктивностью L7, емкостью С46 и емкостью р-п-перехода диода Д3, на который подается модулирующее напряжение с генератора частоты 1 МГц.

Амплитуда напряжения 1 МГц изменяется при помощи потенциометра R39 ЧИСЛО МЕТОК, что позволяет изменять глубину модуляции генератора 30 МГц, от которой зависит число калибрационных меток на экране осциллографа, следующих с дискретностью 1 МГц.

Переменный конденсатор С46 изменяет частоту генератора 30 МГц, что позволяет перемещать калибрационные метки на экране осциллографа при изменении ширины спектра импульса передатчика.

Потенциометр R44 СМЕЩЕНИЕ задает напряжение на катоде верикапа ДЗ при регулировке генератора 30 МГц.

При установке переключателя В6 в положение МЕТКИ напряжение 125 В подается на аноды лампы Л8 и напряжение генератора калибрационных меток поступает с катода Л8б через конденсатор связи С43 на пентодную сетку смесителя Л2. Конденсатор С43 АМПЛ. МЕТОК изменяет связь генератора калибрационных меток со смесителем, что обеспечивает регулировку амплитуды калибрационных меток на экране осциллографа.

6.3.9. Оценка качества работы когерентного канала

Если магнетронный генератор, местный и когерентный гетеродины работают стабильно и настроены, то при фазировании когерентного гетеродина зондирующим импульсом контрольный импульс в течение его длительности в каждом периоде запуска будет иметь постоянный сдвиг фазы относительно опорного напряжения. На выходе фазового детектора амплитуда и полярность контрольного импульса определяются только величиной сдвига фазы напряжения сигнала относительно опорного напряжения, поэтому осциллограмма контрольного импульса во времени не изменяется.

Если фазирование когерентного гетеродина исключить, то в каждом периоде запуска фазовый сдвиг между напряжением контрольного импульса и опорным напряжением будет случайным. На выходе фазового детектора контрольный импульс изменяется по амплитуде и полярности (рис. 6.29).

При расстройке или нестабильной работе местного и когерентного гетеродинов и магнетронного генератора происходит изменение сдвига фаз даже за время длительности контрольного импульса, что особенно хорошо наблюдается на осциллограмме при сдвиге фаз 90°.

Работа когерентного канала оценивается параметрами РАЗРЕЗКА и РАЗМЫТИЕ.

Разрезка характеризует нестабильность работы когерентного канала за время, равное длительности контрольного импульса:

$$\text{Разрезка} = \frac{a}{A} \cdot 100 \%,$$

где a – удвоенная амплитуда контрольного импульса при фазовом сдвиге 90°;

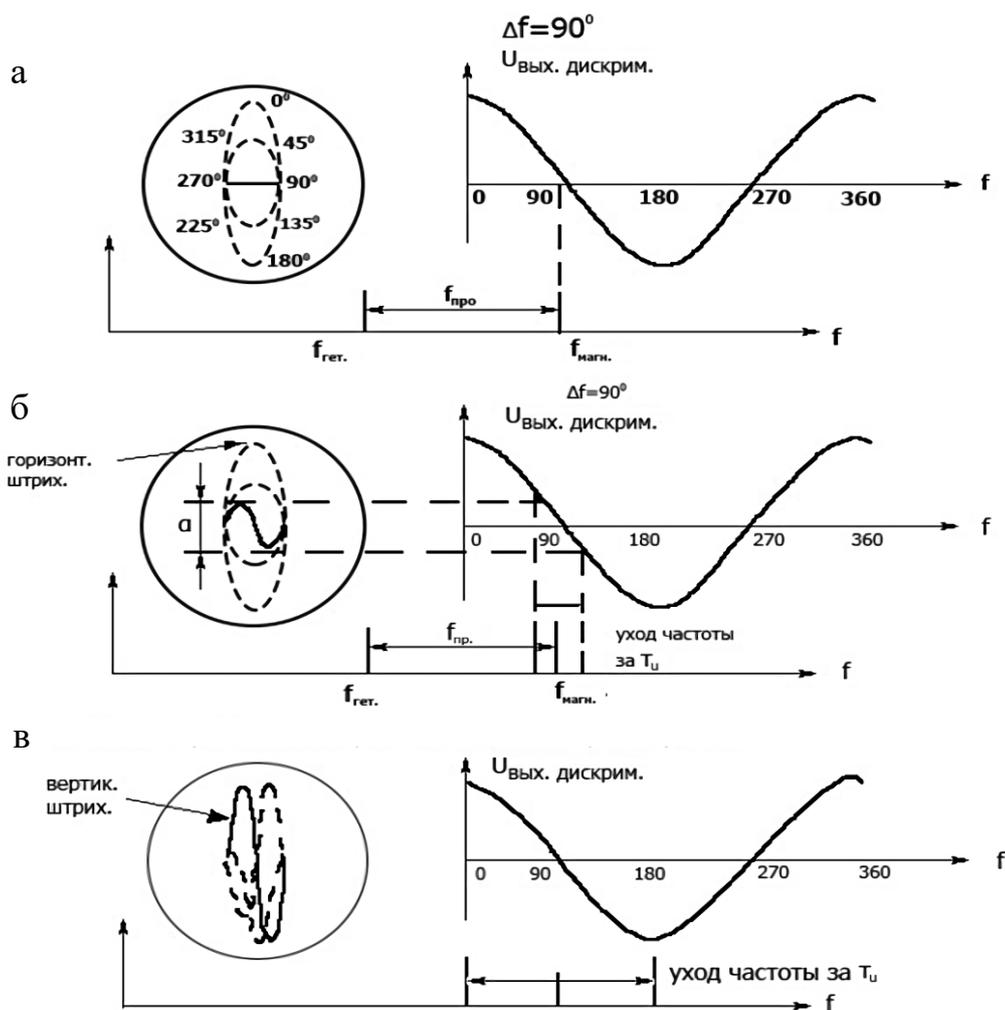
A – удвоенная амплитуда контрольного импульса при выключенном фазировании когерентного гетеродина.

Величина разрезки не должна превышать 60 % при редком запуске и 30 % при частом.

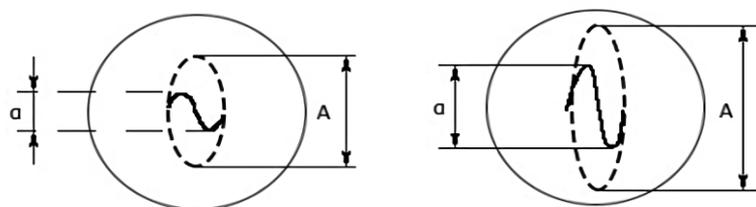
Размытие характеризует нестабильность работы когерентного канала за несколько периодов запуска. Уход частоты магнетрона, местного или когерентного гетеродина обуславливает слоенность (размытие) контрольного импульса (рис. 6.30) при сдвиге фаз 90° :

$$\text{Размытие} = \frac{p}{A} \cdot 100 \%$$

Подстройка когерентного гетеродина производится при выключенном фазировании по горизонтальной штриховке контрольного импульса.



Зависимость размера "А" от усиления приемника и осцил.



$$\text{Разрезка импульса} = a/A \cdot 100\%$$

Рис. 6.29. Разрезка контрольного импульса:

а – идеальные условия, идеальная резка; б – реальные условия, реальная резка; в – нестабильная работа магнетрона, местного или когерентного гетеродина

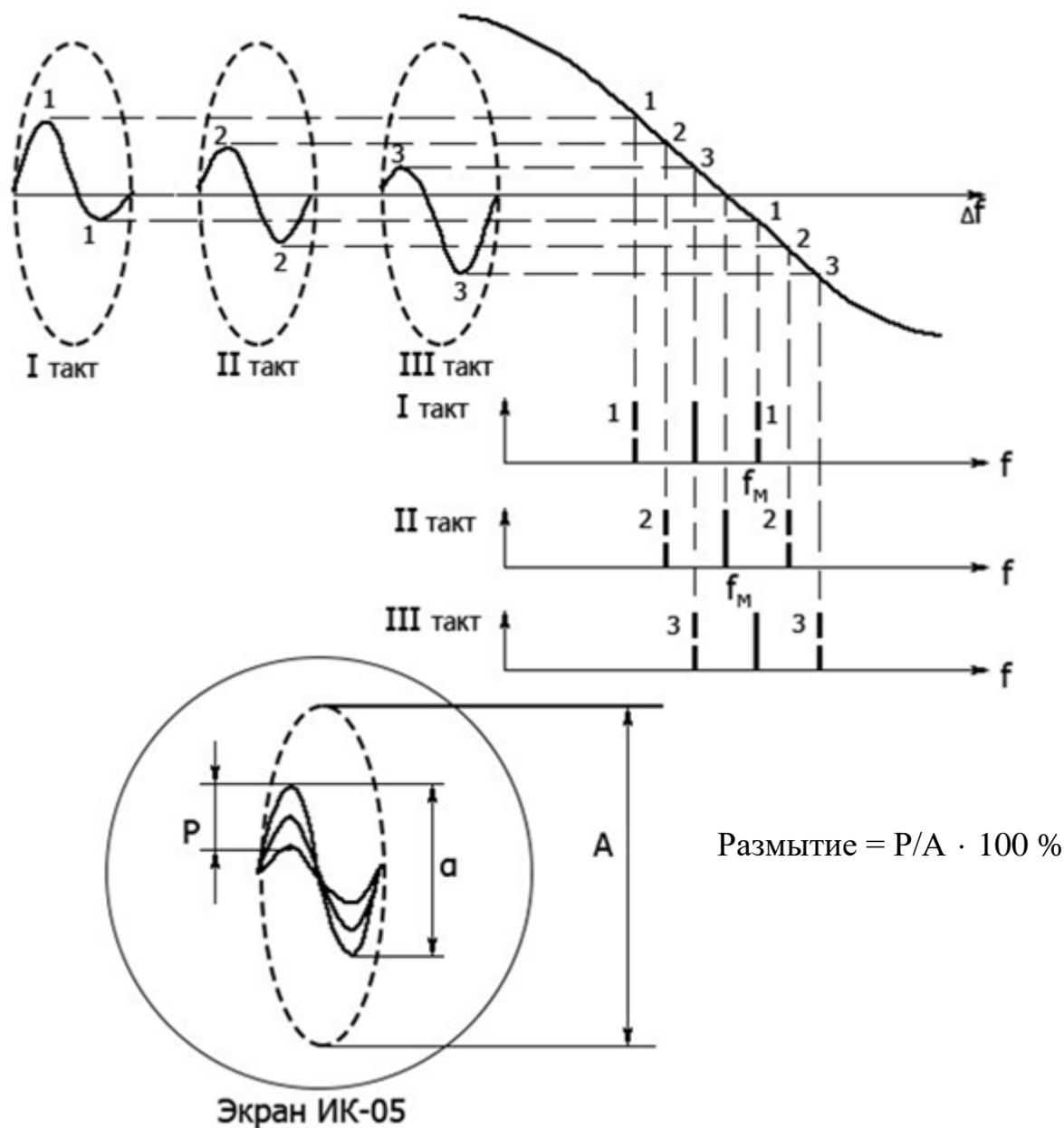


Рис. 6.30. Размытие контрольного импульса

Стабильность работы магнетрона обеспечивается согласованием его с волноводным трактом с помощью фазового трансформатора по минимальному размытию контрольного импульса.

6.3.10. Система автоматической подстройки частоты

Система АПЧ предназначена для обеспечения постоянства промежуточной частоты с заданной точностью путей управления частотой местного гетеродина. Необходимость применения системы АПЧ диктуется наличием тепловых уходов частоты магнетрона и неточностью перестройки гетеродина при перестройке с одной рабочей частоты на другую.

Система АПЧ состоит из блока РЧ-06, механизма АПЧ ЛА-03 и механизма ЦМП-02, расположенного в шкафу ГЧ-23М.

Блок РЧ-06 содержит:

- смеситель АПЧ – субблок РА-07;
- субблок ПЧ-06;
- субблок НЧ-06;
- субблок управления механизмом АПЧ УМ-06.

Механизм автоподстройки ЛА-03 расположен в блоке ВГ-12.

Технические данные:

- средняя частота УПЧ субблока ПЧ-06 $30 \pm 0,5$ МГц;
- полоса пропускания УПЧ субблока ПЧ-06 $11 \pm 1,5$ МГц;
- точность автоматической подстройки частоты ± 100 кГц.

Структурная схема

Система АПЧ является электромеханической следящей системой. Управление частотой местного гетеродина осуществляется путем механического перемещения элемента АПЧ в контуре местного гетеродина блока ВГ-12. Система АПЧ может работать в двух режимах: непрерывном (НАПЧ) и прерывном (ПАПЧ).

Непрерывный режим АПЧ используется при настройке системы.

Принцип действия системы АПЧ в режиме ПАПЧ состоит в том, что во время работы высотомера следящая система АПЧ разомкнута, высотомер работает фактически без АПЧ и только лишь в определенные моменты времени (через каждые 22 с) следящая система замыкается на время 0,6 с, производится подстройка частоты и снова размыкается.

Во время подстройки частоты местного гетеродина высотомер не имеет защиты от пассивных помех.

В интервалах времени между подстройками частоты стабильность магнетрона и местного гетеродина достаточна для обеспечения нормальной работы когерентного тракта приемника.

Временные режимы ПАПЧ задает механизм ЦМП-02 через реле Р1 блока РЧ-06, которое своими контактами коммутирует цепи управляющего и питающего напряжения электродвигателя механизма автоподстройки.

Автоматическая подстройка частоты производится:

- периодически через каждые 22 с в течение 0,6 с (ПАПЧ);
- при переходе с одного частотного канала на другой;
- при дистанционном включении с блока ЦП-08;
- при переходе с режима ЭКВИВАЛЕНТ в режим АНТЕННА.
- структурная схема системы АПЧ показана на рис. 6.31.

Непрерывный сигнал от местного гетеродина и импульсный сигнал от магнетрона, ослабленный в ферритовом циркуляторе, смешиваются в смесителе РА-07. С выхода смесителя импульсный сигнал на промежуточной частоте подается через широкополосный усилитель промежуточной частоты на частотный дискриминатор субблока ПЧ-06.

Сигнал на промежуточной частоте подается через широкополосный усилитель промежуточной частоты на частотный дискриминатор субблока ПЧ-06. С

выхода частотного дискриминатора видеоимпульсы поступают на вход субблока НЧ-06.

Амплитуда этих импульсов пропорциональна величине ухода промежуточной частоты от номинального значения, а полярность зависит от направления изменения промежуточной частоты, т. е. от ее уменьшения или увеличения.

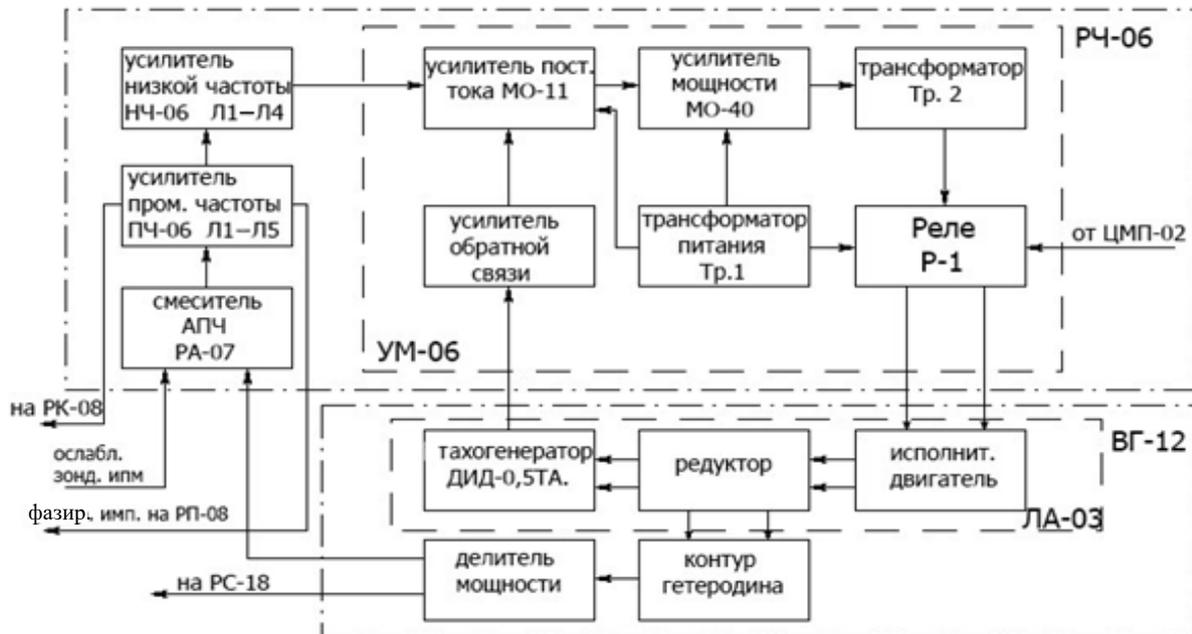


Рис. 6.31. Структурная схема системы АПЧ

В субблоке НЧ-06 видеоимпульсы преобразуются в постоянный ток, протекающий по обмотке управления первого магнитного усилителя субблока УМ-06. Величина и направление этого тока зависят соответственно от величины и направления ухода промежуточной частоты от номинального значения. Таким образом, указанный ток является сигналом ошибки.

В субблоке УМ-06 сигнал ошибки усиливается и преобразуется двумя каскадами магнитных усилителей и через согласующий трансформатор Тр2 поступает на контакты реле Р1 в форме переменного напряжения с частотой 400 Гц, фаза которого (0° или 180°) определяется направлением ухода промежуточной частоты.

При поступлении управляющего напряжения с механизма ЦМП-02 на реле Р1 замыкаются контакты реле и на электродвигатель механизма ЛА-03 подаются напряжения ошибки и питающее напряжение от трансформатора Тр1. При вращении двигателя через редуктор вращается элемент АПЧ в анодно-сеточном контуре местного гетеродина и частота гетеродина изменяется в сторону уменьшения расстройки.

Для повышения устойчивости системы используется обратная связь по скорости. Напряжение обратной связи создается электродвигателем ДИД-0,5ТА и через усилитель подается на дополнительную управляющую обмотку первого каскада магнитного усилителя в противофазе с сигналом управления.

В системе АПЧ предусмотрена возможность подстройки промежуточной частоты относительно нулевой частоты дискриминатора при работе первого и второго канала передатчика на редком и частом запусках с помощью потенциометров ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТ. На передней панели блока РЧ-06 установлено десять таких потенциометров, из которых у радиовысотомеров ПРВ-13 используются только четыре (две первые пары).

Принципиальная схема

Сигнал передатчика и сигнал местного гетеродина ВГ-12 подаются на смеситель сигналов РА-07, который в отличие от смесителя РС-18 не имеет переключаемого преселектора. С выхода субблока РА-07 сигнал передатчика на промежуточной частоте поступает на субблок ПЧ-06.

Субблок ПЧ-06 состоит из трехкаскадного усилителя промежуточной частоты (Л1–Л3), усилителя-ограничителя (Д4) и частотного дискриминатора (Д5). Усилитель промежуточной частоты служит для усиления напряжения сигнала промежуточной частоты, подаваемого со смесителя РА-07, до напряжения, необходимого для нормальной работы частотного дискриминатора.

Входной контур усилителя состоит из индуктивности L1, выходной емкости смесителя, входной емкости лампы Л1 и емкости монтажа. Резистор R1 шунтирует входной контур для расширения полосы пропускания. Резистор R2 и конденсатор С1 и С2 являются развязкой контура по цепи измерения тока кристалла.

УПЧ собран по схеме с тремя взаимно расстроенными одиночными контурами. Чтобы обеспечить большой коэффициент усиления, емкость контуров L1–L4 сведена к минимуму. С резистора R13 снимается сигнал в блок РП-08 для фазирования когерентного гетеродина и в блок РК-08 для контроля работы приемного тракта.

Ограничительный каскад служит для исключения влияния амплитуды сигнала на работу частотного дискриминатора. Режим ограничения достигается введением в цепь управляющей сетки цепочки R15, С13, которая создает отрицательное смещение, пропорциональное амплитуде сигнала, и соответствующим выбором режима работы каскада.

Частотный дискриминант выполнен по двухтактной схеме на лампе Л5. Первый контур состоит из индуктивности L6 и конденсаторов С14 и С15, настроен на частоту $f_{пр}$ 3 МГц.

Второй контур состоит из индуктивности L5, конденсаторов С19, С20, С26, С27 и диода Д1, включенного как параметрическая емкость, и настроен на частоту $f_{пр}$ –30 МГц. Нагрузкой дискриминатора служат резисторы R19, R20, R21. Конденсаторы С22 и С23 служат для увеличения длительности выходного импульса дискриминатора до 200 мкс. Конденсатор С19 НУЛЬ ДИСКР. обеспечивает грубую подстройку переходной («нулевой») частоты дискриминатора. Точная подстройка осуществляется подбором запирающего напряжения на диоде Д1, который используется как регулируемая емкость. Точная подстройка производится отдельно для каждой рабочей частоты и при смене запуска потенциометрами ПОДСТРОЙКА ЧАСТОТ R4 (КАНАЛ 1, запуск РЕДКИЙ), R10

(КАНАЛ 1, запуск ЧАСТЫЙ), R5 (КАНАЛ 2, запуск ЧАСТЫЙ), R11 (КАНАЛ 2, запуск ЧАСТЫЙ).

Остальные потенциометры подстройки частот в радиовысотомере ПРВ-13 не используются. Реле Р1 подключает потенциометр подстройки при смене запусков. Напряжение 125 В на потенциометре подстройки поступает с разъема Ш5/1 при работе первым каналом или с разъема Ш5/2 при работе вторым каналом.

Потенциометр R20 БАЛАНС дискриминатора выравнивает выходные сопротивления диодов лампы Л5 дискриминатора, что обеспечивает симметричность его амплитудно-частотной характеристики (рис. 6.32).

Видеоимпульсы длительностью 200 мкс с выхода дискриминатора поступают на видеоусилитель субблока НЧ-06. Видеоусилитель собран на лампе Л1, оба триода которой включены параллельно. Нагрузкой усилителей служит резистор дискриминатора R4, с которого усиленный сигнал поступает на вход фазоинвертора, выполненного на двойном триоде Л2.

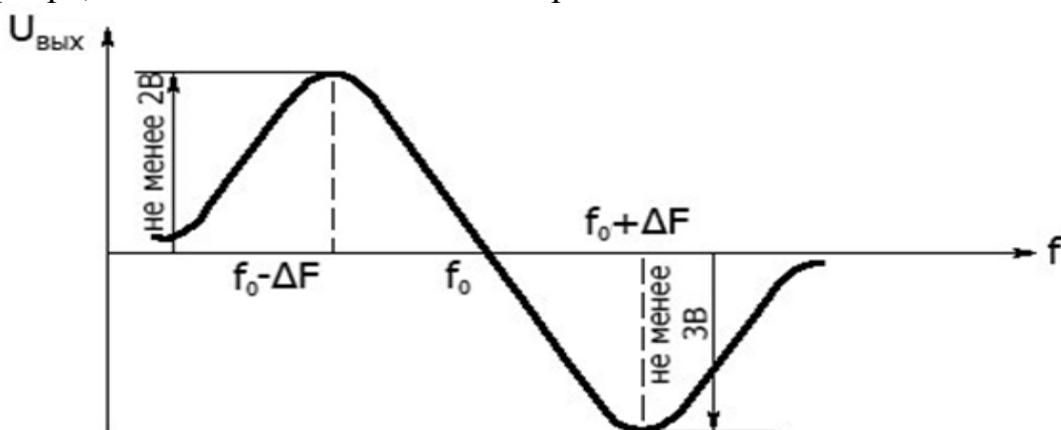


Рис. 6.32. Амплитудно-частотная характеристика

Нагрузкой Л2А является резистор R7, напряжение с которого через разделительный конденсатор С3 подается на делитель R11, R10 и далее — на сетку правого триода Л2. Соотношение сопротивлений делителя подобрано таким образом, чтобы напряжение, снимаемое с нагрузки правого триода R8, было равно напряжению нагрузки левого триода.

С выхода фазоинвертора равные по амплитуде, но противоположной полярности импульсы поступают на два одинаковых детектора, выполненных на диодах Д1 и Д2. Нагрузкой диода Д1 служит резистор R12, а диода Д2 — резистор R27. Пиковые детекторы предназначены для преобразования импульсных сигналов в постоянное напряжение, пропорциональное амплитуде входящих импульсов. Это напряжение является управляющим для балансного усилителя постоянного тока, собранного на лампах Л3 и Л4.

Рассмотрим работу пикового детектора, собранного на диоде Д1 (рис. 6.33).

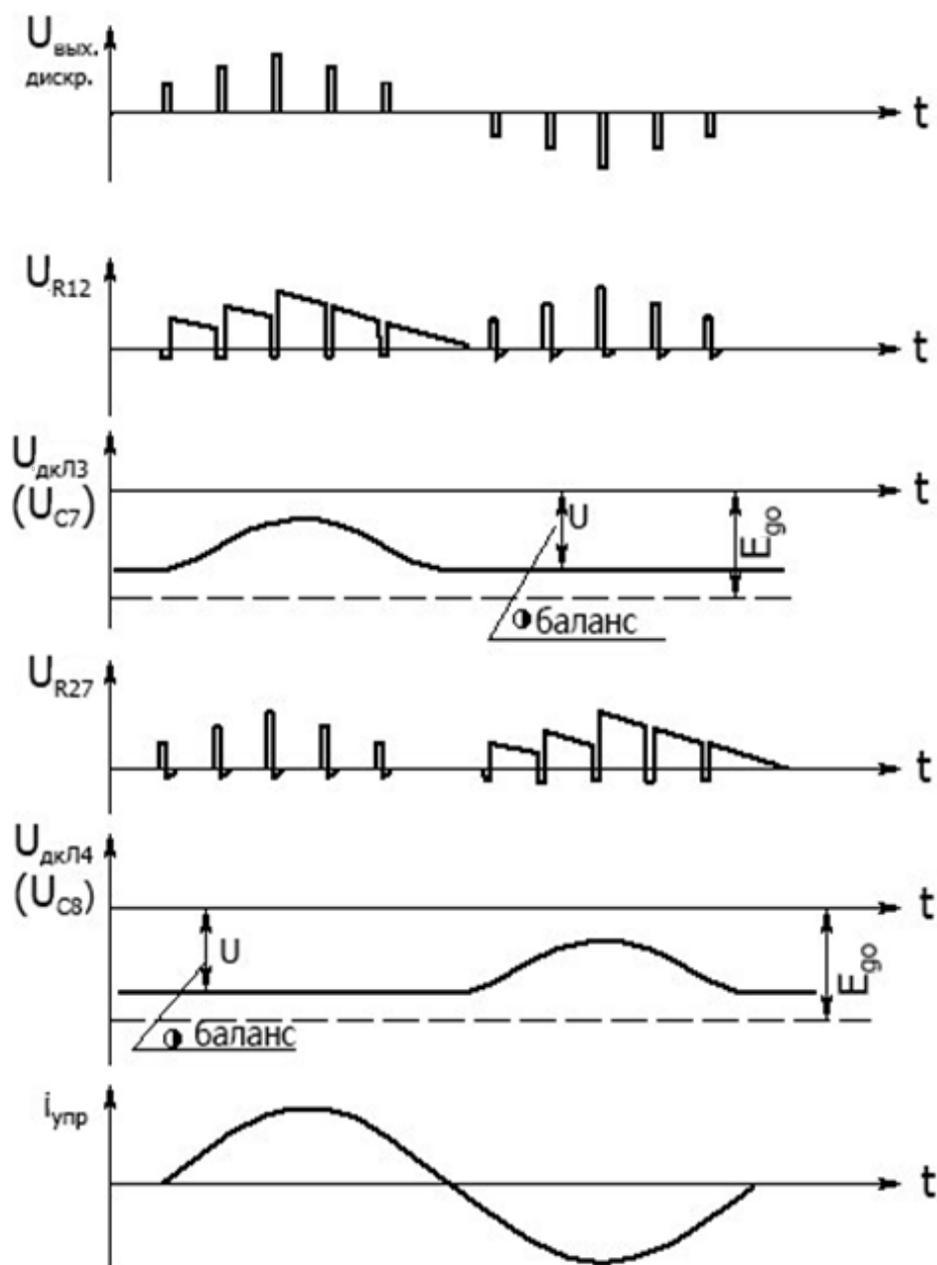


Рис. 6.33. Графики напряжений и токов субблока БЧ-06

Предположим, что промежуточная частота уменьшилась, тогда на выходе дискриминатора появляются положительные импульсы. На аноде Л2б они будут отрицательные. В момент, когда появится отрицательный импульс, конденсатор С4 быстро разрядится через малое сопротивление открытой лампы Л2б и диод Д1, а по окончании действия импульса он будет медленно заряжаться через резистор R12. В результате этого от периода к периоду на резисторе R12 будет создаваться положительное напряжение, среднее значение которого пропорционально амплитуде положительных импульсов дискриминатора. Фильтр R13, С7 сглаживает пульсации напряжения на резисторе R12.

Если промежуточная частота станет больше номинальной, то в анодной нагрузке триода Л2б будут формироваться положительные импульсы. Напряжение на обкладках конденсатора С4 за время действия импульса практически не изменится, т. к. в этом случае в цепь заряда включен резистор R12 с большим сопротивлением. После окончания импульса потенциал на обкладках конденсатора С4 быстро восстановится до исходного уровня (резистор R12 шунтируется диодом Д1).

Кратковременные изменения напряжения на резисторе R12 за время действия импульса будут сглажены фильтром R13, С7, и напряжение на управляющей сетке лампы Л3 останется практически неизменным. Таким образом, напряжение на управляющей сетке лампы Л3 изменяется (возрастает) только при уменьшении промежуточной частоты.

Аналогично работает и второй пиковый детектор. Так как на анодах инвертора Л2 формируются импульсы противоположной полярности, то управляющее напряжение на сетке лампы Л4 возникает при возрастании промежуточной частоты.

Режим ламп усилителей постоянного тока Л3 и Л4 выбран потенциометрами R16 и R29 БАЛАНС таким, что при отсутствии управляющего сигнала обе лампы находятся на пороге запираания.

Если промежуточная частота равна номинальной, то напряжения на анодах ламп Л3 и Л4 равны и ток в обмотке управления 5-6-го магнитного усилителя МО-11 отсутствует.

Если промежуточная частота выше номинальной, то на сетку Л4 поступает положительное управляющее напряжение, а на ее аноде падает, ток управления протекает с анода Л3 через R19, R22, обмотку управления 6-5 МО-11 на анод Л4.

Если промежуточная частота ниже номинальной, то возрастет положительное напряжение на сетке лампы Л3, напряжение на ее аноде упадет и ток управления потечет в обратном направлении. Контроль тока управления производится по прибору ИП1 при установке переключателей В2 – в положение ТОК УПРАВЛ., В1 – в положение РАБОТА.

Выравнивание напряжения на анодах Л3 и Л4 в исходном состоянии осуществляется потенциометрами БАЛАНС Л3 R16 и Л4 R29 при установке переключателя В1 в положение КОНТРОЛЬ. В этом случае дополнительный шунт R2P от прибора ИП1 отключается и пределы измерения прибора изменяются с 50–0–50 мА до 0,5 – 0 – 0,5 мА, что повышает точность балансировки усилителя постоянного тока. В исходном режиме напряжение смещения на управляющих сетках ламп Л3 и Л4 устанавливается потенциометрами БАЛАНС несколько меньше напряжения запираания этих ламп.

Потенциометром R19 УСИЛ. регулируется чувствительность системы АПЧ.

Субблок управления механизмом АПЧ (УМ-06) предназначен для преобразования выходных сигналов управления (токов положительной и отрицательной полярности) субблока НЧ-06 в управляющие напряжения с частотой 400 Гц и усиления их по мощности. Амплитуда напряжения на выходе субблока УМ-06

пропорциональна величине отклонения промежуточной частоты от номинального значения, а фаза его (0° или 180°) определяется направлением изменения промежуточной частоты.

В состав субблока УМ-06 входят предварительный усилитель МО-11 (У1), усилитель мощности МО-40 (У2), усилитель сигналов обратной связи Э1, согласующий трансформатор Тр2, питающий трансформатор Тр1 и реле управления Р1.

Предварительный усилитель МО-11 представляет собой мостовой однополупериодный магнитный усилитель, который содержит два одинаковых сердечника из магнитного материала с высоким значением коэффициента прямоугольности.

Сетевые обмотки 1-2, 3-4 питаются напряжением 26 В с частотой 400 Гц с обмотки 6-7-го трансформатора Тр1. Обмотки 9-10 служат для выравнивания сопротивлений плеч моста. Ток через них изменяется потенциометром R4 БАЛАНС МО-11.

Через обмотки 7-8 протекает ток усилителя отрицательной обратной связи Э1, который создает магнитный поток, встречный с магнитным потоком обмотки управления, в те полупериоды питающего напряжения, когда через сетевые обмотки усилителя протекает ток. Это повышает устойчивость работы системы АПЧ при необходимом коэффициенте усиления системы. Потенциометр R7 ДЕМПФ. регулирует ток в обмотках 6-7 (величину обратной связи).

С выхода субблока НЧ-06 напряжение постоянного тока поступает на обмотку управления 5-6-го усилителя. Усиленный по току импульсный сигнал с выхода МО-11 (клеммы 3, 4) подается на вход усилителя мощности МО-40 (клеммы 5, 6).

Усилитель МО-40 по схеме и принципу работы аналогичен усилителю МО-11. Особенностью схемы усилителя МО-40 являются:

- отсутствие обмоток обратной связи и балансной обмотки;
- увеличена площадь поперечного сечения магнитопровода;
- питание сетевых обмоток осуществляется повышенным напряжением (220 В 400 Гц).

Нагрузкой усилителя МО-40 служит согласующий трансформатор Тр2, который преобразует пульсирующий ток усилителя в переменное напряжение с частотой 400 Гц. Величина и фаза этого напряжения зависят от ухода промежуточной частоты от номинального значения.

Управляющее напряжение со вторичной обмотки трансформатора Тр2 прямо (при установке переключателя В1 РАБОТА АПЧ в положение НАПЧ) или через контакты реле Р1 (В1 – в положение ПАПЧ) подается на обмотку управления 1-2 двигателя ЭМ-2 субблока ЛА-03 блока ВГ-12. Величина выходного напряжения изменяется в пределах 0-140 В.

Механизм автоподстройки ЛА-03 содержит исполнительный электродвигатель ЭМ-2, тахогенератор и редуктор.

Исполнительный электродвигатель ЭМ-2 представляет собой двухфазный асинхронный двигатель с полным ротором. Скорость и направление вращения ротора изменяются в зависимости от амплитуды и фазы управляющего напряжения.

Для нормальной работы электродвигателя необходим сдвиг фаз на 90° между напряжением питания и напряжением управления. Сдвиг фаз 90° между напряжениями обеспечивается конденсаторами С1 и С4 субблока УМ-06.

На обмотку 3-4 питающее напряжение 140 В с частотой 400 Гц попадает с обмотки 2-3 трансформатора Тр1.

Фаза напряжения питания на обмотке 3-4 электродвигателя во время работы системы АПЧ остается постоянной, а фаза напряжения на управляющей обмотке 1-2 зависит от сигнала управления. Электродвигатель вращается в зависимости от фазы управляющего напряжения в ту или иную сторону до тех пор, пока не установит элемент АПЧ гетеродина в такое положение, при котором промежуточная частота будет отличаться от номинального значения не более чем $\pm 0,1$ МГц. В этом случае управляющее напряжение на обмотке 1-2 двигателя становится минимальным.

В качестве тахогенератора используется двухфазный электродвигатель ДИД-0,5ТА. На обмотку возбуждения подается напряжение 26 В с частотой 400 Гц с выводов 6, 7 трансформатора Тр1.

С выходной обмотки 2-5 тахогенератор выдает напряжение той же частоты, величина которого пропорциональна скорости вращения его ротора. Фаза выходного напряжения остается постоянной относительно фазы напряжения возбуждения при изменении скорости вращения и изменяется на 180° при изменении направления вращения.

Выходное напряжение тахогенератора подается на усилитель Э1 и далее на обмотку обратной связи МО-11 в противофазе с сигналом управления. При подходе двигателя ЭМ-2 к согласованному положению с большой скоростью напряжение обратной связи оказывается больше сигнала управления, в результате чего управляющее напряжение на выходе субблока УМ-06 меняет фазу на 180° . Это приводит к электрическому торможению двигателя ЭМ-2, устойчивость системы АПЧ повышается.

6.4. Аппаратура защиты от помех

6.4.1. Система подавления бокового ответа (ПБО)

Система подавления бокового ответа предназначена для подавления импульсных помех, принятых боковыми лепестками диаграммы направленности антенны АЗ-17М.

При защите высотомера от активных непрерывных шумовых помех, действующих по боковым лепесткам антенны АЗ-Г7М, часть элементов системы ПБО используется в качестве дополнительного приемного канала квадратурного автокомпенсатора (блока ПЦ-10).

В состав системы ПБО входят:

- приемная антенна Б-08 с фидерным трактом и высокочастотным коаксиальным переключателем РЕ-01;
- усилитель высокой частоты на ЛБВ;

- смеситель сигналов РС-18;
- предварительный усилитель промежуточной частоты ПУПЧ-03;
- приемник РО-03;
- шумовой генератор ПУ2А-01, являющийся общим для основного приемного канала и канала ПБО;
- блоки питания БШ-03 (для УВЧ) и БПУ-06М (для приемника РО-03).

Принцип работы и структурная схема ПБО

Принцип работы системы ПБО состоит в компенсации импульсных помех с помощью вспомогательного приемного канала (рис. 6.34).

Подавление импульсных помех по боковым лепесткам происходит путем вычитания сигналов, принимаемых приемным трактом ПБО, из сигналов основного приемного канала. Сигналы импульсной помехи (рис. 6.35) принимаются антенной Б-08 и по высокочастотному кабелю поступают через коаксиальный переключатель РЕ-01 на УВЧ и далее на смеситель РС-18, предварительный усилитель промежуточной частоты ПУПЧ-03 и приемник РО-03.

Блоки УВЧ, РС-18 и ПУПЧ-03 системы ПБО аналогичны соответствующим блокам основного приемного канала и электрически взаимозаменяемы с ними. В субблоке УПЧ-02 приемника РО-03 сигналы усиливаются и детектируются. Видеоимпульсы с детектора поступают на видеоусилитель и далее на субблок вычитания СВ-03.

На субблок СВ-03 подаются также видеоимпульсы с выхода амплитудного канала приемника РВ-08.

Параметры основного приемного канала и канала ПБО (чувствительность и коэффициент усиления приемников), за исключением параметров антенных устройств, одинаковы.

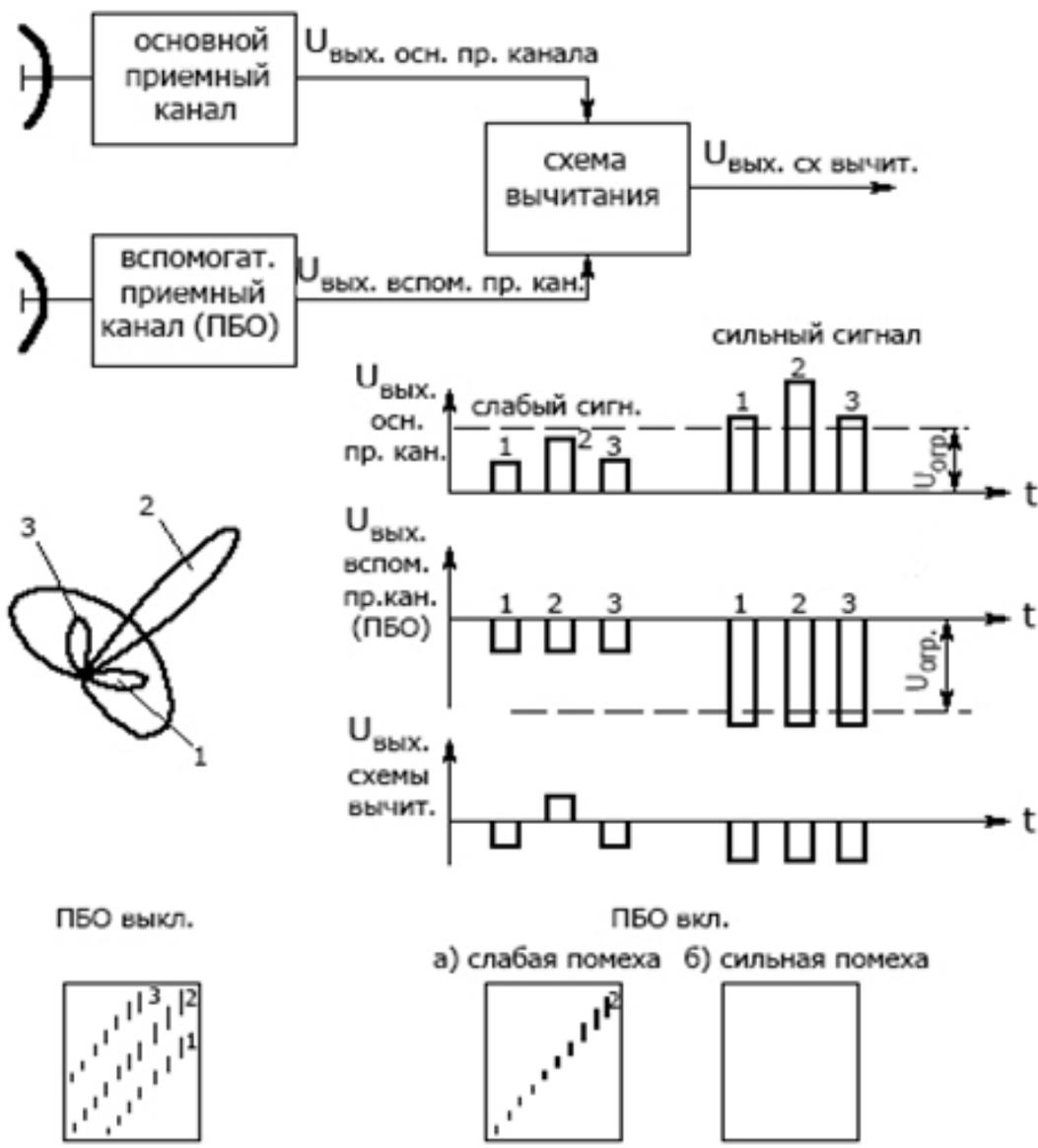


Рис. 6.34. Принцип работы системы ПБО

Диаграмма направленности антенны Б-08 перекрывает по уровню боковые лепестки антенны АЗ-17М, что обеспечивает превышение сигналов канала ПБО над сигналами основного канала. В направлении главного лепестка антенны АЗ-17М сигналы основного канала превышают сигналы канала ПБО. В результате вычитания в субблоке СВ-03 сигналов канала ПБО из сигналов основного канала на выходе субблока при приеме в направлении боковых лепестков будет отрицательный импульс, который на экранах индикаторов не отображается.

При приеме помехи с направления главного лепестка антенны АЗ-17М на выходе субблока вычитания СВ-03 действует положительный импульс, который вызывает засвет на экранах индикаторов.

Если на радиовысотомер воздействуют сильные импульсные помехи, то видеоусилители приемников РП-08 и РО-03 работают в режиме ограничения и сигналы на их выходах равны по амплитуде. В субблоке СВ-03 коэффициент передачи сигналов канала ПБО устанавливается несколько бóльшим, чем сигналов основного канала, поэтому в схеме вычитания подавляются и импульсные помехи, принятые антенной АЗ-17М по главному лепестку.

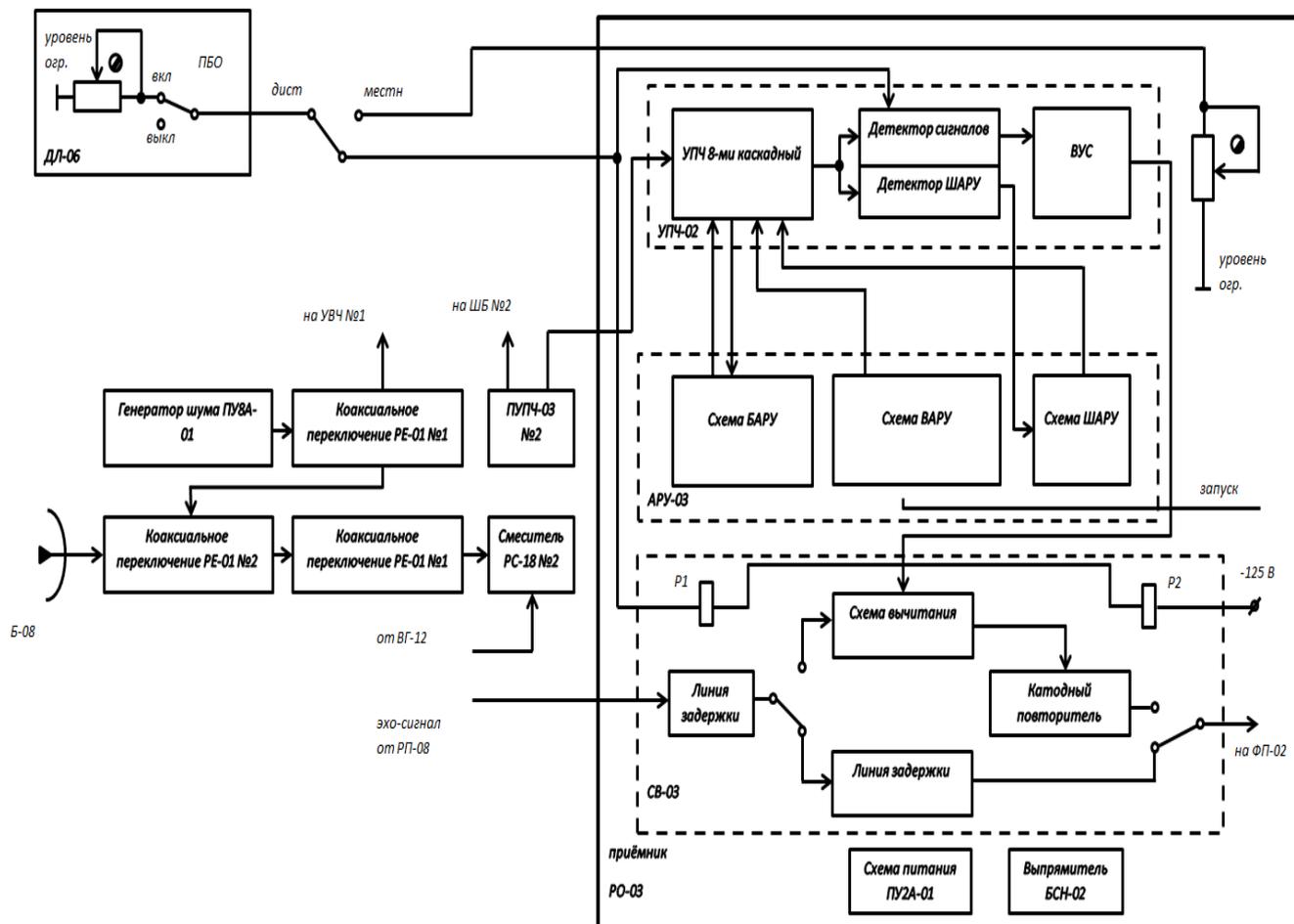


Рис. 6.35. Структурная схема системы ПБО

Таким образом, система ПБО осуществляет всегда подавление импульсных ответных помех, принятых по боковым лепесткам, а по главному лепестку – только при значительной мощности этих помех.

Эхо-сигналы целей, принятые по главному лепестку антенны АЗ-17М, системой ПБО не подавляются, т. к. их амплитуды на входах приемных трактов намного меньше амплитуд сильных импульсных помех.

При включении системы ПБО происходит увеличение шумов в амплитудном канале основного приемного тракта за счет добавления шумов канала ПБО, поэтому в отсутствии импульсных помех система ПБО должна выключаться. Для выключения системы ПБО выключатель В11 ПБО на блоке ДЛ-06 устанавливается в положении приемника РО-03. Линия задержки выравнивает задержку эхо-сигналов в режимах включенного и выключенного ПБО.

В приемнике РО-03 установлен субблок автоматических регулировок усиления, который содержит схемы ШАРУ, ВАРУ и БАРУ.

Антенна дополнительного канала Б-08

Антенна Б-08 предназначена для работы в дополнительном приемном канале аппаратуры автокомпенсатора помех (АКП) и системы ПБО и служит для создания широкой диаграммы направленности, перекрывающей боковое излучение основной антенны.

Поляризация антенны горизонтальная. Вид зеркала антенны в плане – эллипс с осями: большая – 2,5 м, малая – 1,14 м.

При работе в системе ПБО антенна формирует в вертикальной плоскости диаграмму направленности «столообразной» формы шириной по уровню – 6 дБ, 36–39° с большой крутизной внешних склонов, а при работе в качестве антенны АПК – шириной 16–19°.

В горизонтальной плоскости при работе с ПБО и АКП диаграмма направленности – «двойной косеканс» с шириной по уровню – 3 дБ не менее 10° и со средним уровнем фона 12 дБ в секторе углов $\pm 50\text{--}60^\circ$ от середины диаграммы направленности.

Усиление антенны в системе ПБО – 18 дБ, а при работе с АКП – 21 дБ.

Антенна Б-08 состоит из зеркала (блок Б-05) и облучателя (блок Б-09).

Фокусное расстояние зеркала 1105 мм. Поверхность выполнена из дюралюминиевых трубок диаметром 6 мм, расстояние между осями 22 мм. Полотно из трубок жестко закреплено на силовом каркасе. Для юстировки облучателя в центральной части зеркала имеется труба, ось которой совпадает с фокальной осью отражателя. На каркасе антенны крепится юстировочный столик.

Облучатель Б-09 состоит из четырех рупоров, волноводного разветвителя и короткозамыкателя (рис. 6.36).

Облучатель представляет собой Н-плоскостную линейную решетку из четырех рупоров коробчатого типа, соединенных Н-плоскостным волноводным разветвителем.

Разветвитель представляет собой два одинаковых волноводных тройника (сечение волновода 72×34 мм), соединенных третьим аналогичным тройником с удлиненными входными плечами. В одном плече третьего тройника установлено короткозамыкающее устройство. Это устройство с третьим тройником составляет субблок Б-0901. К нему же относится и механизм перемещения короткозамыкателя (штыря).

При работе АКП короткозамыкатель отключает два рупора и диаграмма направленности антенны Б-08 в вертикальной плоскости сужается до 16–19°. Время переключения короткозамыкателя не более 4 с. Затухание в плече тройника при введенном короткозамыкателе не менее 25 дБ.

Высокочастотный тракт вспомогательного канала

В состав высокочастотного тракта вспомогательного канала входят коаксиально-волноводный переход КВП-07, два коаксиальных переключателя РЕ-01 и высокочастотный кабель.

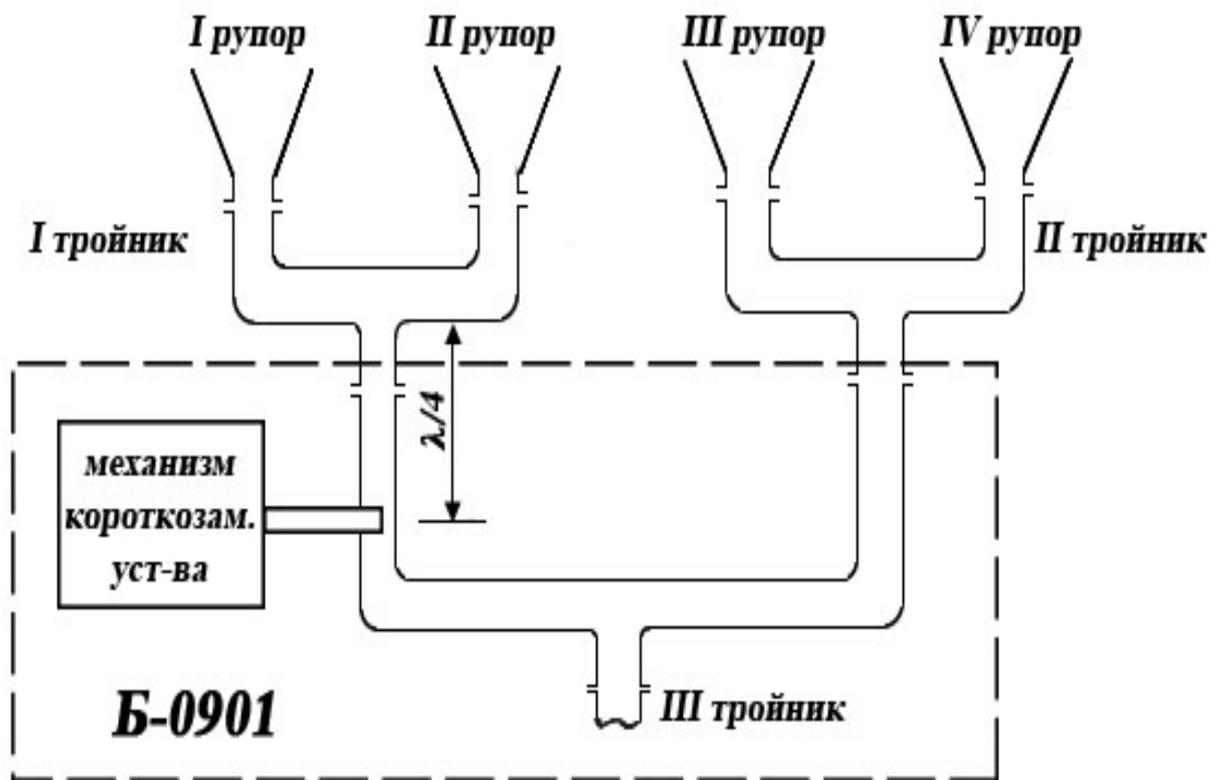


Рис. 6.36. Облучатель Б-09

Коаксиально-волноводный переход КВП-07 предназначен для подключения коаксиального тракта, идущего от переключателя РЕ-01 к волноводному входу облучателя Б-09.

КВП-07 представляет собой отрезок волновода сечением 72×34 мм, закороченный параболической стенкой одного конца и заканчивающийся прямоугольным фланцем другого конца.

На расстоянии четверти волны от параболической стенки расположен высокочастотный разъем, центральный проводник (вибратор) которого опущен внутрь волновода. На вибраторе припаяна настроечная втулка. Кроме того, настройка блока производится выбором места расположения вибратора относительно параболической стенки. Для фиксации выбранного положения фланец разъема установлен на штифты. Отверстие в узкой стенке волновода исключает перепад давления в волноводе и атмосфере.

Высокочастотные переключения РЕ-01 предназначены для подключения шумового генератора ПУ2А-01 к приемным трактам основного дополнительного каналов при измерении коэффициента шума (рис. 6.37). РЕ-01 представляет собой жесткий коаксиальный тройник с переключателем. Коэффициент стоячей волны переключателя во всем рабочем диапазоне частот не более 1,43.

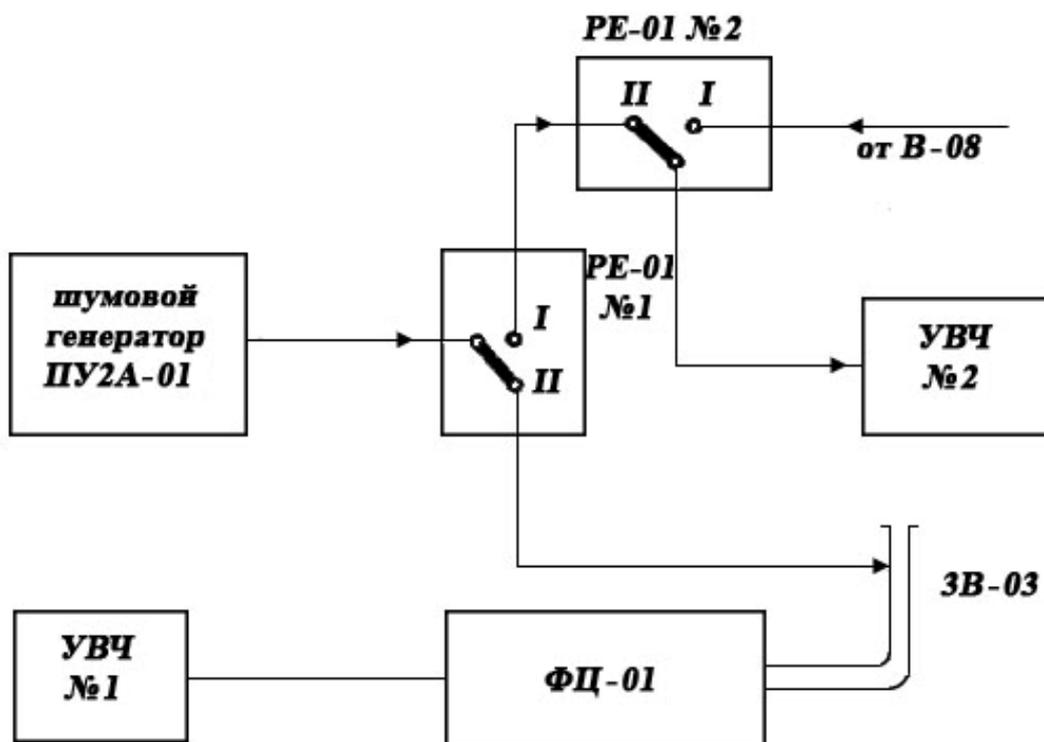


Рис. 6.37. Схема подключения шумового генератора

Приемник РО-03

Блок РО-03 предназначен для усиления сигналов, принятых антенной В-08, подразделения импульсных помех, принятых боковыми лепестками антенны АЗ-17М, и питания шумового генератора ПУ2А-01.

Блок РО-03 имеет следующие технические данные:

- коэффициент ручной регулировки усиления УПЧ не менее 1000;
- коэффициент шума приемного тракта канала ПБО не более 5;
- полоса пропускания УПЧ $0,75 \pm 0,15$ МГц;
- амплитуда выходного сигнала видеоусилителя 4–6 В;
- коэффициент стабилизации шумов УПЧ схемой ШАРУ не менее 50;
- задержка сигналов приемника РП-08 в режиме ТРАНЗИТ – 1 мкс;
- напряжение собственных шумов приемника на нагрузке детектора 0,5 В;
- время отработки БАРУ не более 30 мкс;
- динамический диапазон по выходному сигналу в режиме БАРУ не менее 15 дБ.

В блок входят:

- усилитель промежуточной частоты, детектор и видеоусилитель (субблок УПЧ-02);
- субблок автоматических регулировок усиления АРУ-03, включающий схемы ШАРУ, ВАРУ и БАРУ;
- субблок вычитания СВ-03;
- стабилизированный выпрямитель напряжения 125 В (субблок БСН-02);
- элементы питания анода и накала лампы Гш-5 генератора шума ПУ2А-01.

Субблок УПЧ-02

Субблок УПЧ-02 предназначен для усиления и детектирования сигналов, поступающих с блока ПУПЧ-03 №2.

В состав субблока входят восемь каскадов УПЧ (Л1–Л3), детектор сигнала (Л9б), детектор ШАРУ (Л9в), видеоусилитель-ограничитель (Л10) и катодный повторитель (ЛШ).

Сигналы ПБО с блока ПУПЧ-03 №2 (выход 2) подаются по кабелю через разъем Ф1 на входной контур субблока УПЧ-02.

Чтобы кабель не вносил реактивности во входной контур, его электрическая длина кратна половине длины волны колебаний промежуточной частоты.

Усилитель промежуточной частоты состоит из восьми каскадов усиления и выполнен на лампах Л1–Л8 с одиночными контурами, настроенными на промежуточную частоту.

На сетку лампы Л2 через разъем Ф4 подается напряжение шумовой автоматической регулировки усиления с субблока АРУ-03 при установке переключателя В1 в положение ВЬКЛ. Восьмой каскад УПЧ выполнен на лампе 6П5П, которая позволяет получить линейную амплитудную характеристику при больших входных сигналах. С индуктивности L8 через конденсатор С42 сигнал подается на схему БАРУ субблока АРУ-03.

При включении блока ЦП-08 режимов защиты Ш (ШОУ) или (БАРУ) в разрыв цепи между блоками ПУПЧ-08 №2 и на разъем Ш20/1с поступает напряжение 27 В. Этим напряжением включаются реле Р2, Р4 блока РО-03 и реле Р1 субблока УПЧ-02.

Реле Р2 контактами 1-2 и 4-5 подключает напряжение БАРУ с субблока АРУ-03 к управляющим сеткам ламп Л3, Л4, Л5 и Л6 (напряжение ШАРУ или ручной регулировки усиления контактами 4-6 от управляющих сеток ламп Л3 и Л4 отключается), контактами 7-9 отключается напряжение 125 В с анодных и экранных цепей первых двух каскадов УПЧ, контактами 10-11 включается индикаторная лампочка Л2 ВКЛ.ШБ.

Реле Р4 контактами 4-5 подключает к управляющей сетке лампы Л8 напряжение ручной регулировки усиления, снимаемое с потенциометра К10 РЕГ. УСИЛ. ШБ.

В анодных цепях всех каскадов УПЧ, кроме восьмого, последовательно с сопротивлениями анодных нагрузок включены резисторы по 100 Ом, которые повышают устойчивость работы усилителя.

С восьмого каскада УПЧ напряжение подается на детектор сигнала Л9б и детектор ШАРУ Л9а.

Нагрузкой детектора сигнала являются резисторы R32, R33 и R34. Конденсатор С56 и дроссель Др23 образуют фильтр, преграждающий путь токам с промежуточной частотой на нагрузку детектора.

С нагрузки детектора видеоимпульсы отрицательной полярности подаются через разделительный конденсатор С57 на вход видеоусилителя.

Для ограничения снизу собственных шумов приемника РО-03 при местном управлении на анод детектора сигналов подается отрицательное напряжение

2–4 В с потенциометра R77 ОГРАН. ШУМОВ через переключатель В8 в положении РАБОТА и переключатель В9 в положении МЕСТН., уровень напряжения ограничения контролируется прибором, подключенным к гнезду Гн2 УРОВ. ОГР.

При дистанционном управлении напряжение ограничения шумов подается с блока ДЛ-06.

Измерение постоянной составляющей на нагрузке детектора сигнала производится прибором ИП при установке переключателей В6 ИЗМЕРЕНИЕ в положение ДЕТЕКТОР, В8 – в положение ИЗМЕРЕН. Напряжение детектора снимается с нагрузки R34 через дроссель Др24 и добавочный резистор R46. В этом случае контактами 6-2 переключателя В8 с детектора снимается напряжение ограничения шумов.

На анод и катод детектора ШАРУ подается напряжение 125 В, т. е. детектор работает под потенциалом 125 В относительно корпуса. Это обусловлено построением схемы ШАРУ. Нагрузкой детектора служит резистор R31. Дроссель Др22 и конденсаторы С51, С54 обеспечивают развязку детектора от паразитных наводок по цепям ШАРУ и 125 В.

Видеоусилитель выполнен на двойном триоде Л10. Левый триод является усилителем, правый ограничителем по максимуму. С анодной нагрузки R37 импульсы положительной полярности через конденсатор С60 поступают на сетку катодного повторителя Л11. С нагрузки катодного повторителя R44 сигналы через контакты 7-8 реле Р3 поступают на вход субблока СВ-03.

Субблок АРУ-03

В субблок АРУ-03 входят схемы шумовой автоматической регулировки усиления (ШАРУ), временной автоматической регулировки усиления (ВАРУ) и быстродействующей автоматической регулировки усиления (БАРУ).

Схема ШАРУ служит для поддержания постоянного уровня шумов на выходе УПЧ при изменении усиления УВЧ и УПЧ, а также при воздействии непрерывной активной помехи. Это достигается подачей дополнительного отрицательного напряжения смещения на сетки ламп Л3, Л4 УПЧ.

Схема ШАРУ состоит из фантастрона (Л3), вырабатывающего бланкирующий импульс длительностью 700–800 мкс, ключа, собранного на лампе Л1 и диодах Д1, Д2, усилителя постоянного тока (Л2) и детектора на лампе Л9а субблока УПЧ-02.

Длительность импульса фантастрона определяется исходным напряжением на аноде Л3, которое задается с делителя напряжения 125 В R7, R9 через диод Д4. Эпюры напряжений фантастрона показаны на рис. 6.38.

Импульс фантастрона отрицательной полярности поступает на первичную обмотку трансформатора Тр1 схемы ключа с катодной нагрузки лампы Л3 R10 через конденсатор С5.

С выхода детектора ШАРУ напряжение шумов положительной полярности подается на интегрирующую цепь R1, С1 (рис. 6.39). С конденсатора С1 проинтегрированное напряжение шумов поступает на ключ, собранный по мостовой схеме. В диагональ моста включена вторичная обмотка трансформатора Тр1.

При поступлении на трансформатор $Tr1$ импульса фантастрона диоды ключа закрываются и конденционер $C1$ отключается от конденсатора $C3$. После окончания действия импульса фантастрона ключ открывается и происходит заряд конденсатора $C3$ по цепи: верхняя обкладка конденсатора $C1$, диод $D2$, резистор $R2$, обмотка 2-1 трансформатора $Tr1$, диод $L1б$, конденсатор $C3$, нижняя обкладка конденсатора $C1$. Потенциал верхней обкладки конденсатора $C3$ всегда положительный относительно напряжения $-125 В$, его величина определяется средним уровнем шумов в приемнике. За время действия импульса бланка фантастрона конденсатор $C3$ практически не разряжается, т. к. диоды ключа закрыты и их обратное сопротивление велико. Бланкирующий импульс исключает влияние на работу схемы ШАРУ сигналов от местных предметов в ближней зоне.

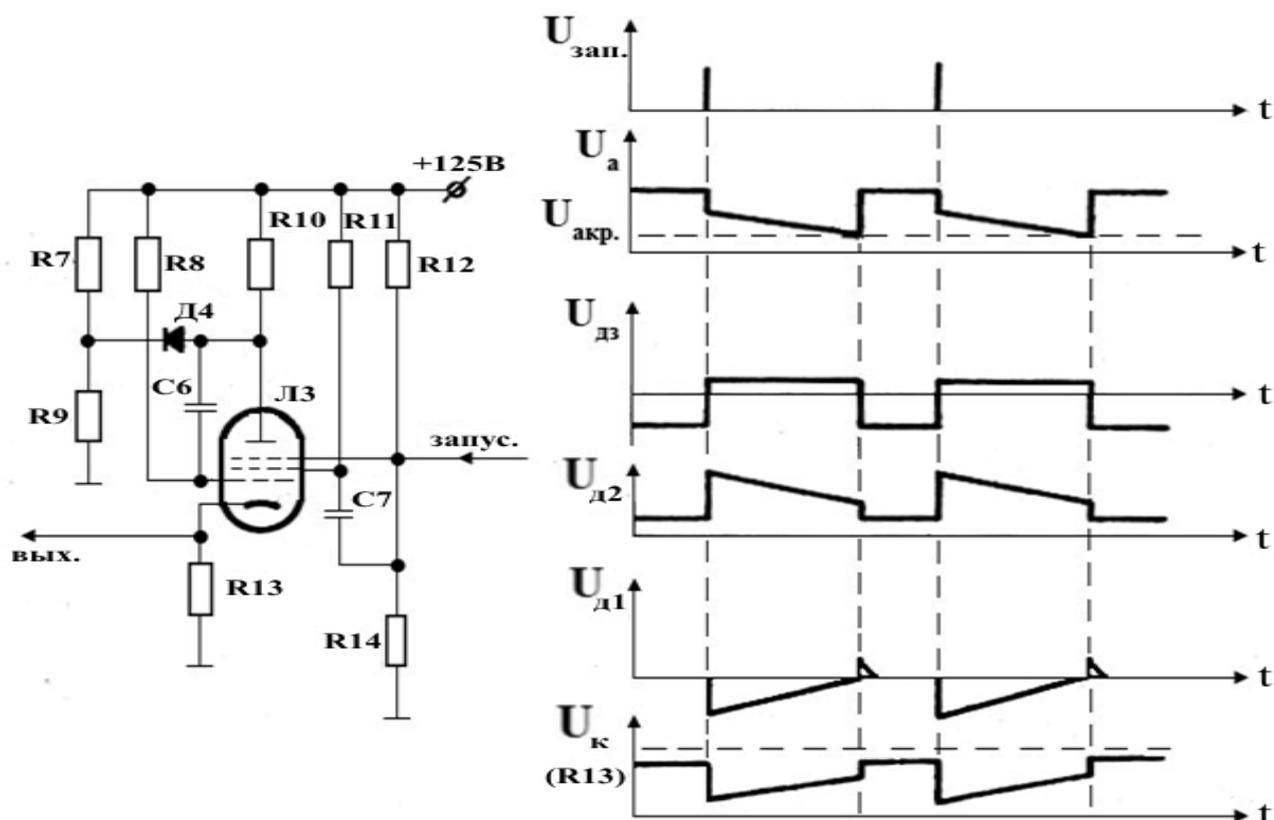


Рис. 6.38. Эпюры напряжений фантастрона

С уменьшением уровня шумов приемника (интенсивности активной помехи) конденсатор $C32$ разряжается по цепи: верхняя обкладка $C3$, диод $L1а$, резистор $R2$, обмотка 2-1 трансформатора $Tr1$, диод $D1$, конденсатор $C1$, нижняя обкладка $C3$. Напряжение с конденсатора $C3$ поступает на управляющую сетку усилителя постоянного тока $L2$ через выключатель ШАРУ $B1$.

Напряжение участка сетка – катод лампы $L2$ определяется током в цепи делителя напряжения $-125 В$ $R3, R4, R5$ и может регулироваться потенциометром $R3$ УРОВЕНЬ ШАРУ. Рабочая точка лампы $L2$ выбирается левее напряжения отсечки анодного тока (рис. 6.40), в результате чего в отсутствие регулирующего напряжения с детектора ШАРУ усилитель постоянного тока заперт. Нагрузкой

усилителя является резистор R3, с которого снимается отрицательное напряжение, подаваемое на регулируемые каскады УПЧ. Диод Д3 ограничивает положительные напряжения на выходе схемы ШАРУ.

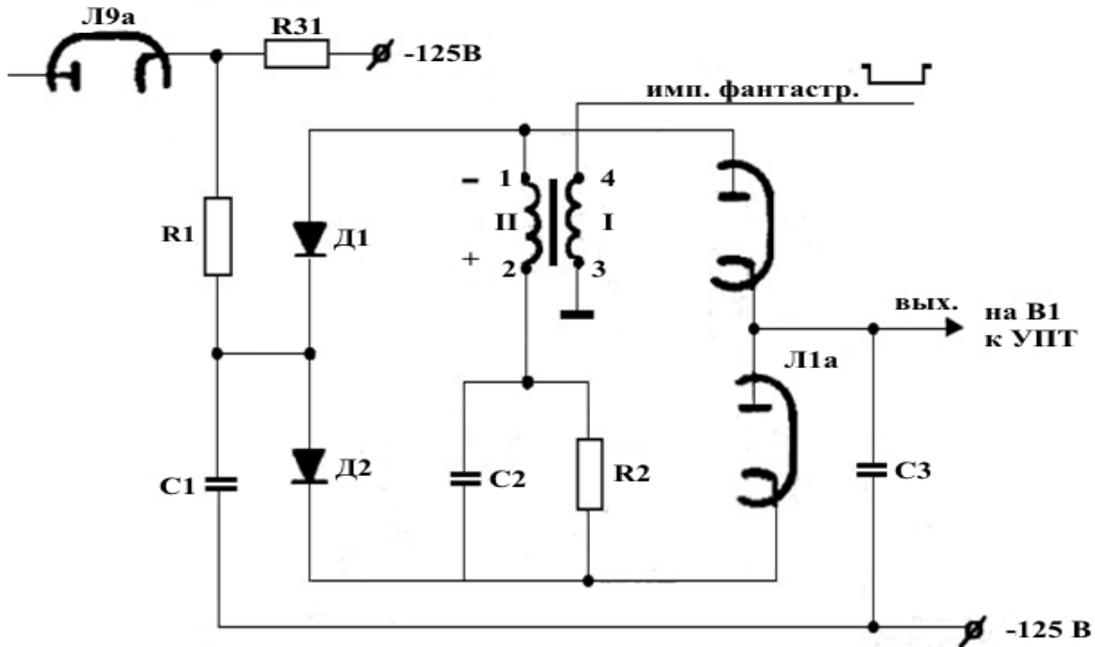


Рис. 6.39. Ключ схемы ШАРУ

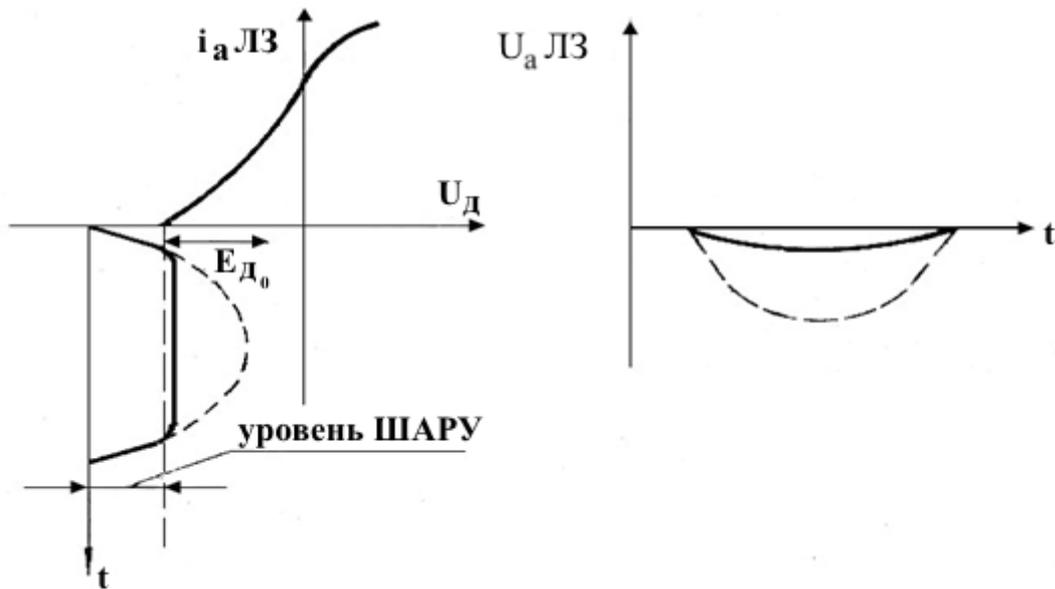


Рис. 6.40. Графики к схеме ШАРУ

Схема VARU в канале ПБО предназначена для поддержания равенства коэффициентов усиления приемных трактов основного канала и канала ПБО при включении VARU в основном канале.

Схема VARU выполнена на лампах Л4 и Л5. Левая половина Л4 – зарядная лампа конденсатора С10, запертая в исходном состоянии. Правая половина Л4 – катодный повторитель. Импульс запуска положительной полярности открывает

Л4а, и верхняя обкладка конденсатора С10 заряжается до потенциала анода диода Л5б. Потенциал анода диода Л5б задается делителем –125 В R27, R28.

После окончания импульса запуска конденсатор С10 разряжается через резисторы R23 и R24 до тех пор, пока потенциал его верхней обкладки не станет равным потенциалу катода диода Л5а. После этого напряжение на конденсаторе С10 остается неизменным до прихода следующего импульса запуска. Постоянная времени цепи R23, R24 и С10 определяет длительность действия ВАРУ и выбрана такой, чтобы конденсатор разряжался за 600– 900 мкс. Экспоненциальный импульс с конденсатора С10 поступает на сетку катодного повторителя Л4б.

Потенциометры R19 ВАРУ и R20 ВАРУ ШБ являются нагрузкой катодного повторителя и регулируют амплитуду импульсов, подаваемых на сетку второго каскада УПЧ и блок ШБ-01 №2.

Включение ВАРУ в приемниках РП-08 и РО-03 производится с блока ЦП-08 выключателем ВАРУ. При этом напряжение 27 В поступает на реле Р субблока АРУ-03. Местное выключение ВАРУ в субблоке УПЧ-02 производится выключателем ВАРУ В4.

При отключенном запуске потенциометром R25 НУЛЬ ВАРУ устанавливается исходное отрицательное напряжение смещения на сетке катодного повторителя через диод Л5а таким, чтобы напряжение на катоде было равно нулю. Контроль осуществляется по прибору ИП блока РО-03 при установке переключателя ИЗМЕНЕНИЕ в положение НУЛЬ ВАРУ.

Схема быстродействующей автоматической регулировки усиления служит для защиты УПЧ от перегрузки помехами большой амплитуды и длительности.

Схема ВАРУ состоит из усилителя промежуточной частоты на лампе Л6, детектора, выполненного на левой половине лампы Л7 в диодном включении, и катодного повторителя Л7б.

Постоянная времени ВАРУ выбирается равной (5–10) τ и определяется параметрами R37 и С23.

Если в приемном тракте ПБО действует длительная помеха, то при включении блока ШБ отрицательное напряжение ВАРУ с разъема Ф5 субблока АРУ-03 поступает на управляющие сетки ламп Л3, Л4, Л5 и Л6 через контакты 1-2 и 5-4 реле Р2.

Субблок СВ-03

Субблок СВ-03 предназначен для вычитания сигналов, поступающих на него с приемника РП-08 и видеоусилителя субблока УПЧ-02.

Он состоит из расширителя импульсов помехи (линии задержки У1–У4, диоды Д2–Д6), катодного повторителя Л1а, схемы вычитания Л1б и выходного катодного повторителя Л2.

Субблок СВ-03 может работать в режимах вычитания, транзита и контроля.

В режиме ВЫЧИТАНИЯ сигналы основного канала блока РП-08 через линию задержки подаются на схему вычитания.

В режиме ТРАНЗИТА сигналы РП-08 проходят через линию задержки, минуя схему вычитания.

В режиме КОНТРОЛЯ сигналы приемника РО-03 подаются непосредственно на индикаторы.

Переключение режимов осуществляется при помощи реле Р1, Р2 и Р3. Для включения режима вычитания при местном управлении необходимо переключатель В9 установить в положение МЕСТ. (при дистанционном управлении переключатель В9 устанавливается в положение ДИСТ. и включается выключатель ПБО блока ДЛ-06). При этом замыкается цепь питания реле Р1, Р2 субблока СВ-03: 125 В разъема Ш20/5с, реле Р1, Р2, ограничительные резисторы R22–R24, контакты 1-3 переключателя В9, R77 ОГРАН. ШУМОВ.

Сигналы ПБО поступают с выхода катодного повторителя Л11 субблока УПЧ-02 на расширитель субблока СВ-03 через контакты 7-8 реле Р3 и разделительный конденсатор С1. Расширитель увеличивает длительность импульсов ПБО на 4 мкс, что исключает несовпадение по времени сигналов блока РП-08 с сигналами ЦБО. Работа расширителя показана на графиках рис. 6.41.

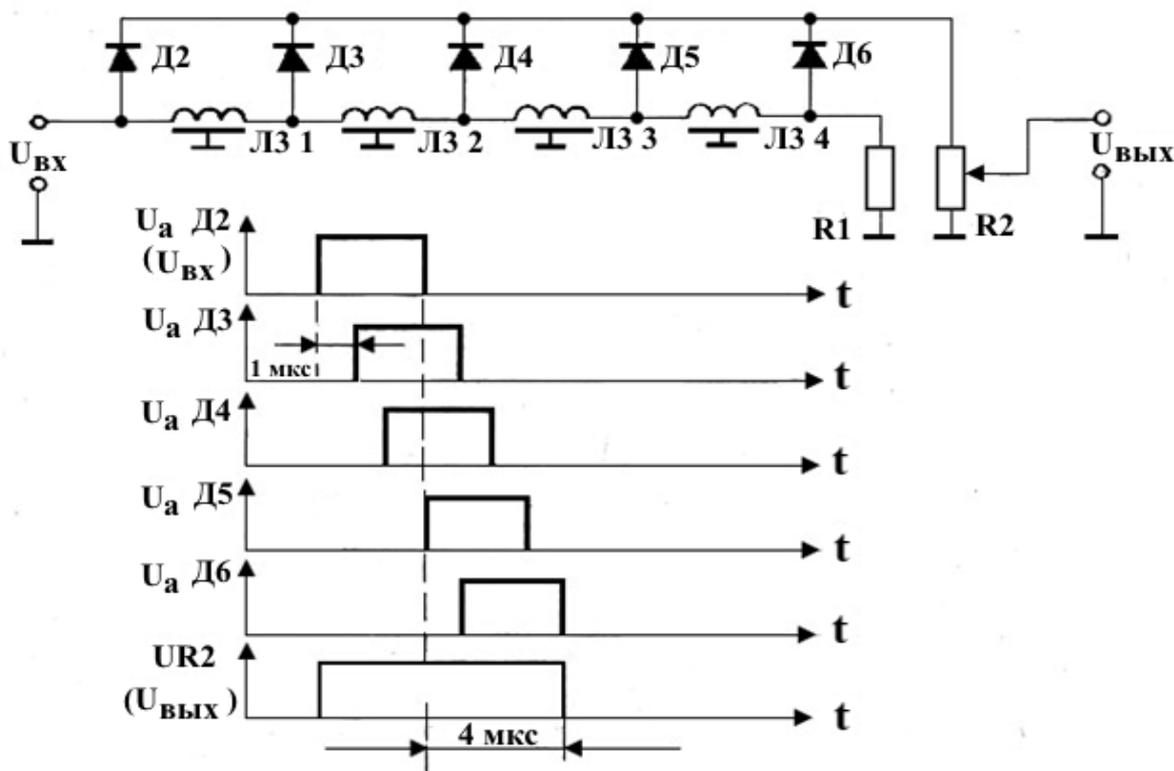


Рис. 6.41. Расширитель импульсов

Расширенный сигнал ПБО положительной полярности с потенциометра R2 АМПЛ. ПОМЕХИ поступает на управляющую сетку лампы Л1б схемы вычитания.

Сигнал приемника РП-08 поступает на управляющую сетку катодного повторителя Л1а через линии задержки У6, У7, У8, контакты 7-6 реле Р2 и потенциометр R11 АМПЛ.ЭХО А. Резистор 4 является общей катодной нагрузкой катодного повторителя Л1а и схемы вычитания Л1б. Разностный сигнал с резистора

R3 схемы вычитания через конденсатор C2 поступает на выходной катодный повторитель Л2.

С помощью потенциометра R8 ОТС. ПОМ. обеспечивается установка необходимой величины отрицательных остатков на выходе блока РО-03. С выхода катодного повторителя сигналы проходят через контакты 5-4 реле Р2 и контакты 4-3 реле Р3 на выход блока РО-03.

Режим транзита включается при установке переключателя В9 в положение ДИСТ. и выключении переключателя ПБО на блоке ДЛ-06. При этом размыкается цепь включения реле Р1, Р2 и сигналы приемника РП-08 проходят субблок СВ-03 через линии задержки У6, У7, У8, У5, минуя схему вычитания. Дополнительное подключение линии задержки У5 обеспечивает одинаковое время задержки сигналов основного канала в блоке РО-03 в режимах вычитания и транзита.

Для исключения засветов на экранах индикатора при переключении режимов транзита и вычитания производится выравнивание положительных потенциалов на входе субблока СВ-03. Это осуществляется подачей на потенциометр R11 АМПЛ. ЭХО А положительного напряжения от источника 125 В через резистор R12 и контакты 3-4 реле Р1. В режиме вычитания на потенциометр R11 подается такое же напряжение с выхода катодного повторителя блока РП-08.

Режим контроля включается отжимным выключателем ПРОВЕРКА ПБО блока ЦП-08. Напряжение 27 В с разъема Ш20/1а включает реле Р5 блока РО-03 и реле Р3 субблока СВ-03.

Реле Р5 контактами 4-5 снимает напряжение ограничения шумов с анода детектора сигнала, а реле Р3 контактами 7-6 подает сигналы ПБО на выход блока РО-03. На экранах индикаторов наблюдаются по каналу ПБО шумы и эхо-сигналы ближних местных предметов.

В режиме вычитания переключатель В РАБОТА-РЕГУЛ. в положении РЕГУЛ. обеспечивает регулировку схемы вычитания с помощью контрольного импульса основного канала. Контрольный импульс, поступающий с блока РП-08, подается на оба входа схемы вычитания. Потенциометром R2 АМПЛ. ПОМЕХИ устанавливается такой режим вычитания, при котором положительные импульсы на выходе субблока СВ-03 отсутствуют. При регулировке субблока гаснет сигнальная лампочка Л3 НАКАЛ АВ.

Схема питания ПУ2А-01 содержит выпрямитель, обеспечивающий питание анода лампы ГШ-5 постоянным напряжением 200 В и импульсным напряжением 3 кВ в момент включения; накальный трансформатор Тр2 на 6,3 В для ГШ-5; импульсный трансформатор Тр3, вырабатывающий импульс поджига лампы ГШ-5, и переключатель ВБ РЕГ. ТОКА ГШ с набором резисторов R22–R55, обеспечивающих регулировку анодного тока лампы ГШ-5.

Выпрямитель состоит из повышающего трансформатора Тр1, выпрямительного моста на диодах Д1–Д8, фильтра Др1, С1.

При включении выключателя В1 НАКАЛ ГШ напряжение сети 220 В 50 Гц подается на первичные обмотки трансформатора Тр1, Тр2. Со вторичной обмотки Тр2 подается напряжение накала на лампу ГШ-5 шумового генератора ПУ2а-01. Во вторичную обмотку Тр1 включен выпрямительный мост. Выпрямленное

напряжение через дроссель Др1 подается на конденсатор С1, который заряжается до напряжения, близкого к амплитудному значению напряжения вторичной обмотки Тр1.

При включении выключателя В3 АНОД ГШ конденсатор С1 разряжается через обмотку 3-4 трансформатора Тр3. На повышающей обмотке 1-2 формируется импульс напряжения с амплитудой не менее 3 кВ, который поджигает лампу ГШ-5.

С помощью резисторов R22–R55 и переключателя В5 регулируется анодный ток шумового генератора.

Для измерения тока шумового генератора переключатель В10 ИЗМЕРЕНИЕ устанавливается в положение ТОК ГШ.

Субблок БСН-02 обеспечивает питание стабилизированным напряжением 125 В блоков РО-03 И ПУПЧ-03 №2.

6.4.2. Блок ШБ-01

Блок ШБ-01 предназначен для защиты приемных трактов от импульсных и непрерывных помех. Работает блок на промежуточной частоте и включается в разрыв приемного тракта между выходом блока ПУПЧ-03 №1 (№2) и входом блока РП-08 (РО-03). Блок выполнен на функциональных узлах.

Технические данные:

- минимальная амплитуда входного сигнала 10 мкВ;
- динамический диапазон по входному сигналу не менее 60 дБ;
- полоса пропускания $1,2 \pm 0,3$ МГц;
- средняя частота полосы пропускания $30 \pm 0,2$ МГц;
- время обработки помехи в канале БАРУ не более 50 мкс;
- длительность импульсов помехи, подавляемых каналом ШОУ, не более 0,6 мкс;
- динамический диапазон канала БАРУ по выходному сигналу не менее 20 дБ.

Блок состоит из канала БАРУ, канала ШОУ и может работать в одном из трех режимов: БАРУ, ШОУ или ручной регулировки усиления (РРУ).

Включение режимов производится с блока ЦП-08 переключателем ЗАЩИТА при установке его в положения Б (БАРУ) или Ш (ШОУ). Для включения режима РРУ включается канал БАРУ и выключатель РРУ блока ШБ-01. Режим РРУ используется при проверке исправности блоков защиты ПЦ-10 и ШБ-1.

Структурная схема блока ШБ-01 приведена на рис. 6.42.

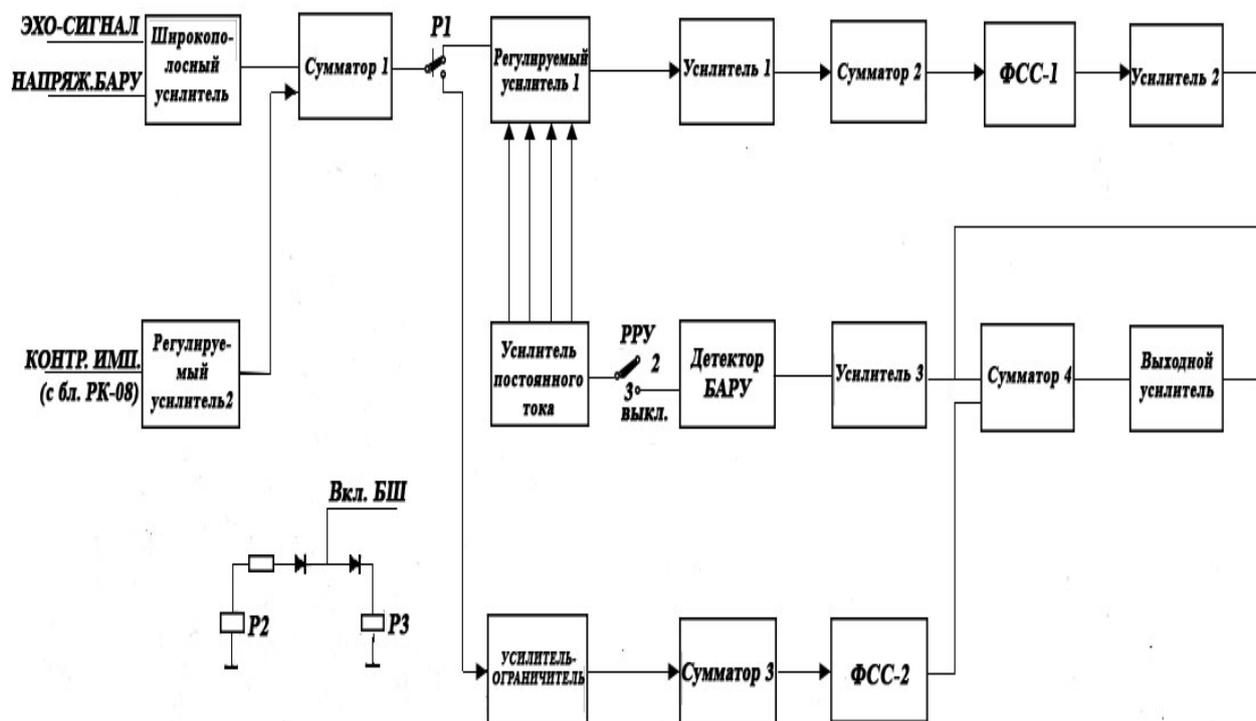


Рис. 6.42. Функциональная схема блока ШБ-01

Канал БАРУ

Канал БАРУ предназначен для защиты приемного устройства от перегрузок непрерывными и импульсными помехами, длительность которых не менее 30–50 мкс.

БАРУ обеспечивает наблюдение эхо-сигнала на фоне помехи лишь в том случае, если амплитуда эхо-сигнала превышает амплитуду помехи.

Структурная схема и принцип работы канала БАРУ показаны на рис. 6.43.

При установке на блоке ЦП-08 переключателя ЗАЩИТА в положение Б напряжение 27 В поступит на контакты 5-7 разъема блока ШБ-01 и включится реле РЗ. Через его контакты 1-2, 4-5, 10-11 поступят питающие напряжения 12,6 В, 6,3 В на функциональные узлы У2, У3, У5, У7, У9, У10, У13, У15, У19, а через контакты 7-8 поступит напряжение 27 В на сигнальную лампочку ЛЗ ВКЛ. Б.

Сигнал с выхода 3 блока ПУПЧ-03 поступает по проводу 3 на вход широкополосного усилителя. На этот же вход по проводу 4 подается напряжение ВАРУ с приемника. Широкополосный усилитель выполнен на трех узлах У1, У4, У6 с расстроенными одиночными контурами.

Входной контур узла У1 и контур узла У6 настроены на частоту 30 МГц. Выходной контур узла У1 и контур узла У4 настроены соответственно на частоты 25 и 35 МГц. Полоса пропускания широкополосного усилителя не менее 10 МГц.

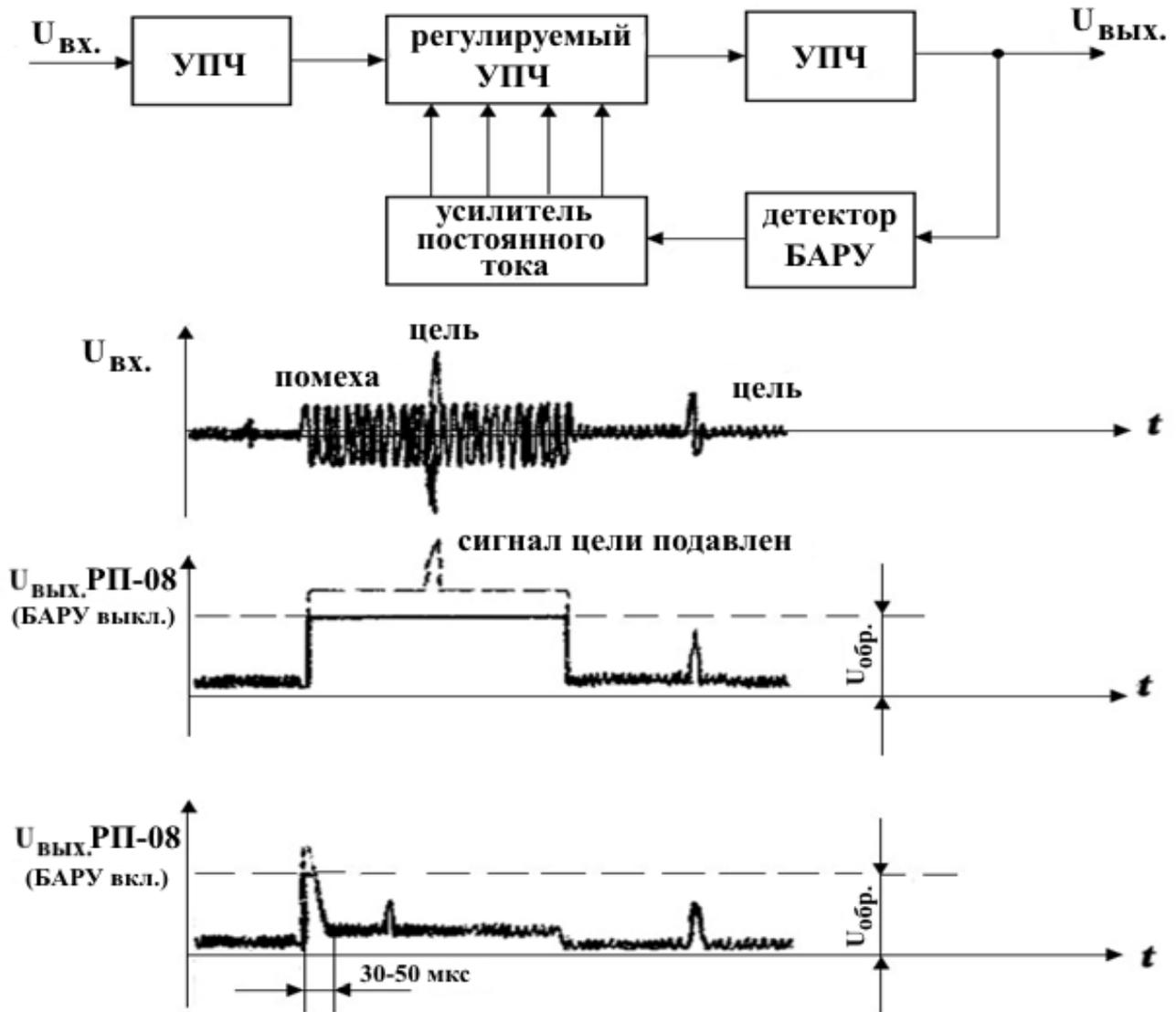


Рис. 6.43. Канал БАРУ

Сумматор У8 выполнен на функциональном узле ПЕ 1.01. Узел содержит резисторный смеситель на четыре входа и усилитель, выполненный на транзисторе 1ТЗ11А, включенном по схеме с общей базой. Это позволяет использовать узел не только для амплитудного суммирования входных сигналов, но и в качестве согласующего каскада при работе усилителей с большим выходным сопротивлением на низкоомную нагрузку.

В состав канала БАРУ входят:

- усилитель контрольного импульса У21;
- широкополосный усилитель (У1, У4, У6);
- сумматор У8;
- регулируемый усилитель (У2, У5, У7, У10);
- усилитель У13;
- сумматор У15;
- фильтр сосредоточенной селекции У17;

- усилитель У19;
- сумматор У22;
- выходной усилитель У25;
- детектор БАРУ с усилителем постоянного тока У3.

Рассмотрим работу канала БАРУ по принципиальной схеме.

На первый вход сумматора У8 поступает контрольный импульс с блока РК-08, который в блоке ШБ-01 усиливается в узле У21. Потенциометром R28 РКИ устанавливается тройное превышение амплитуды контрольного импульса над шумами приемника.

Контрольный импульс замешивается с сигналами, поступающими с выхода широкополосного усилителя на четвертый вход сумматора, и с выхода узла У8 суммарный сигнал поступает на вход регулируемого усилителя через замкнутые контакты 2-1 реле Р1.

Регулируемый усилитель (У2, У5, У7, У10) выполнен на четырех функциональных узлах УЧ 6.04. Узел состоит из двух усилительных каскадов на транзисторах 1ТЗ11Г, включенных по схеме с общим эмиттером. Сигнал поступает на базу первого транзистора, а снимается с коллектора второго транзистора. Между коллекторами транзисторов включен контур, настроенный на промежуточную частоту. Изменение коэффициента усиления узла осуществляется изменением сопротивления в цепи отрицательной обратной связи первого каскада. В качестве регулируемого сопротивления в цепи обратной связи используется диод Д1, динамическое сопротивление которого определяется величиной тока в его цепи. Потенциометром R11 регулируется коэффициент усиления усилителя при заводской регулировке блока.

Сигнал с выхода регулируемого усилителя дополнительно усиливается в нерегулируемом усилителе У13 и через сумматор У15 поступает на фильтр сосредоточенной селекции У17. Сумматор У15 выполняет роль согласующего каскада.

Фильтр У17 предназначен для формирования полосы пропускания канала БАРУ. Он выполнен на функциональном узле ФЧ 1.02. Состоит из трех параллельных LC контуров и двух катушек связи. Неполное включение входного и выходного контуров обеспечивает равенство $R_{ВХ} = R_{ВЫХ} = 75 \text{ Ом}$.

С выхода фильтра У17 сигнал усиливается по мощности в узле У19 и разделяется на два направления.

С первого направления через резистор R26 сигнал поступает на сумматор У22 и далее на выходной усилитель У25.

Сумматор У22 обеспечивает подключение ко входу выходного усилителя сигналов усилителя У19 при включенном канале БАРУ или фильтра У24 при включенном канале ШОУ.

Выходной усилитель работает на согласованный кабель и предназначен для усиления мощности сигналов на промежуточной частоте. Он выполнен на функциональном узле УШ 3.22, состоящем из четырех усилительных каскадов. Первый каскад – резонансный усилитель, собранный по схеме с общим эмиттером. Второй и третий каскады – эмиттерные повторители, обеспечивающие сопротивление

первого каскада с выходным каскадом. Выходной каскад выполнен на мощном транзисторе П609А по схеме с общей базой. Работает каскад на кабель волновым сопротивлением 75 Ом. С контактов 1-1 разъема блока выходной сигнал поступает на третий каскад УПЧ приемника РП-08 (РО-03).

Со второго направления выходной сигнал узла У19 дополнительно усиливается аналогичным усилителем У9 и поступает на вход узла У3.

Узел У3 управляет коэффициентом усиления регулируемого усилителя. В состав узла входят детектор БАРУ на транзисторах Т6, Т7, Т8 и усилитель постоянного тока на транзисторах Т1, Т2, Т3, Т4, Т5.

При отсутствии входных сигналов потенциометром R16 устанавливается режим транзистора Т8 на грани его запирающего. Величина отрицательного напряжения на коллекторе определяется напряжением стабилизации стабилизатора Д2 типа Д814Б. Параллельно стабилитрону подключены конденсаторы С1 и С2 через контакты 1-3 выключателя РРУ.

База триода Т5 подключена к верхним обкладкам конденсаторов С1, С2, имеющих отрицательный потенциал относительно корпуса. Через триод Т5 протекает максимальный ток, который создает отрицательное напряжение на резисторе R5. Это напряжение с резистора R5 подается на базы транзисторов Т1–Т4 типа МП 101Б и запирает их. Напряжение на эмиттере триода Т4 равно напряжению источника –12,6 В. С делителя напряжения блока ШБ-01 R15, R16 протекает максимальный ток на эмиттер триода через диод Д1 и дроссели функционального узла У10. Коэффициент усиления узла максимальный. Аналогично при отсутствии на входе детектора входных сигналов устанавливается максимальный коэффициент усиления функциональных узлов У2, У5 и У7 регулируемого усилителя.

Если на вход детектора воздействует длительный сигнал (помеха), то в отрицательные полупериоды входного напряжения протекает ток триода Т8 и отрицательное напряжение на его коллекторе становится меньше напряжения стабилизации стабилитрона Д2. Конденсаторы С1, С2 разряжаются по цепи: корпус, R15, R14, триод Т8, верхняя обкладка конденсаторов С1, С2. Постоянная времени цепи разряда конденсаторов С1, С2 определяет время обработки помехи в канале БАРУ (не более 50 мкс).

При разряде конденсаторов С1, С2 отрицательное напряжение на базе триода Т5 уменьшается, триод прикрывается. Отрицательное напряжение на резисторе R5 уменьшается, открываются триоды Т1–Т4, напряжение на их эмиттерах понижается, что приводит к уменьшению токов, протекающих через диоды Д1 функциональных узлов У2, У5, У7 и У10. Возрастание сопротивления диодов, включенных в цепь отрицательной обратной связи усилителей, уменьшает коэффициент усиления регулируемого усилителя.

После окончания сигнала помехи триод Т8 закроется и отрицательное напряжение на его коллекторе возрастет. Чтобы канал БАРУ не подавлял сигналы цепей, находящихся в непосредственной близости от заднего фронта помехи, в детекторе БАРУ применена схема восстановления на транзисторах Т6 и Т7.

Исходный режим триода Т6, аналогичный режиму триода Т8, т. е. при отсутствии сигналов он закрыт. Во время действия помехи через триод Т6 протекает

ток и отрицательное напряжение на его коллекторе понижено. Этим напряжением заперт триод Т7, схема восстановления на цепь разряда конденсатора С1, С2 влияния не оказывает. После окончания сигнала помехи триод Т6 закрывается, напряжением его коллектора открывается триод Т7 и конденсаторы С1, С2 заряжаются до исходного напряжения от источника –12,6 В по цепи с малым сопротивлением: диод Д1, открытый триод Т7, R10. Коэффициент усиления канала БАРУ быстро восстанавливается.

Для перевода канала БАРУ в режим РРУ выключатель В1 устанавливается в положение РРУ. При этом цепь обратной связи разрывается, регулирующее напряжение снимается с потенциометра R20РРУ, усиливается усилителем постоянного тока и подается на каскады регулируемого усилителя.

Канал ШОУ

Канал ШОУ предназначен для защиты приемных устройств от импульсных помех длительностью менее 0,6 мкс.

В основу работы канала ШОУ положено амплитудное ограничение сигнала помехи с последующим усилением его в приемном тракте с узкой полосой пропускания.

Подавление импульсных помех малой длительности в канале ШОУ происходит из-за различия в ширине спектра помехи и сигнала. Основная энергия радиоимпульса распределена в полосе частот:

$$\Delta f = \frac{2}{\tau_{и}} (\text{МГц}),$$

где $\tau_{и}$ – длительность импульса в мкс.

Спектр помехи малой длительности и сигнала показан на рис. 6.44.

Если произвести ограничение импульсов помехи и сигнала по амплитуде на заданном уровне, то амплитуда огибающей гармоник сигнала будет зависеть от того, во сколько раз длительность импульсов помехи меньше длительности импульсов сигнала:

$$\frac{U_{ог.с}}{U_{ог.п}} = \frac{\tau_{и.с}}{\tau_{и.п}}.$$

Уровень ограничения в канале ШОУ устанавливается таким, при котором ограниченные сигналы, прошедшие приемный тракт, достигают порога ограничения в видеоусилителе приемника. Из-за технических трудностей ограничения сигналов на малых уровнях ограничителю канала ШОУ предшествует широкополосный усилитель. Его полоса пропускания перекрывает спектр импульсов помехи, что обеспечивает усиление импульсов без затягивания их заднего фронта (сохраняется длительность импульсов помехи). Это принципиально важно для эффективной работы канала ШОУ.

Поэтому канал ШОУ блока ШБ-01 в своем составе содержит широкополосный усилитель, ограничитель и узкополосный усилитель. Начальные буквы наименований устройств (Ш, О, У) определяют наименование канала.

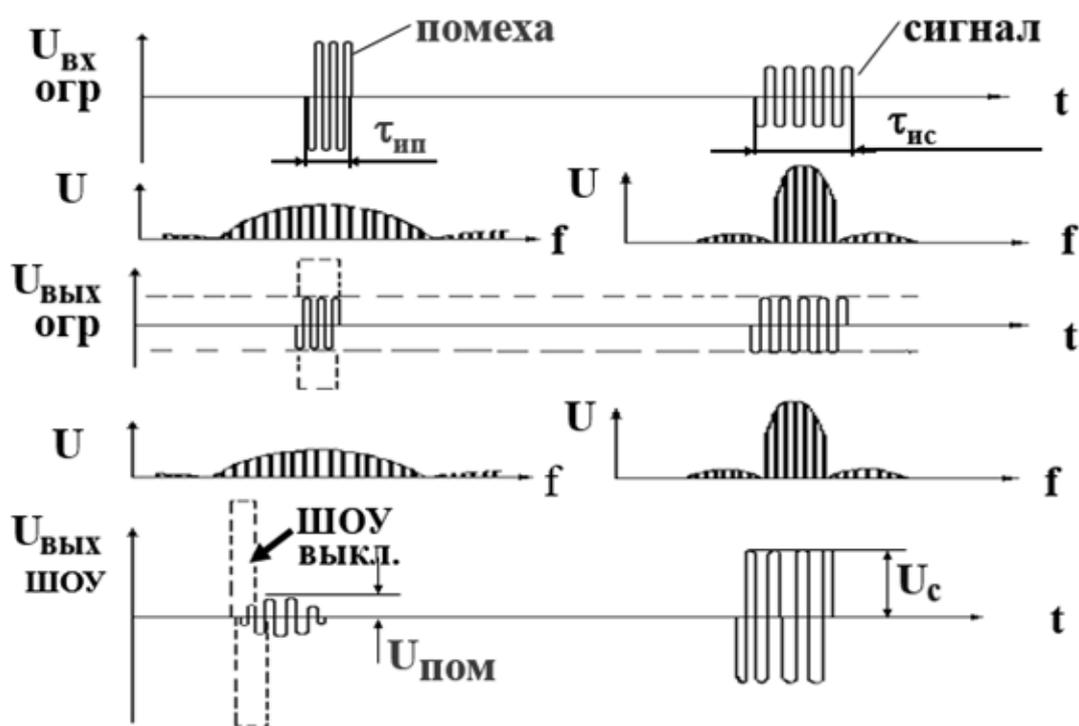


Рис. 6.44. Спектр помехи малой длительности и сигнала

В узкополосном усилителе усиливаются только те гармоники импульса помехи, которые не выходят за пределы спектра сигнала (полосы пропускания усилителя). Поэтому на выходе узкополосного усилителя амплитуды сигнала и помехи пропорциональны их огибающим спектра на выходе ограничителя. Таким образом, коэффициент подавления помехи узкополосным усилителем будет равен

$$K_{п.у} = \frac{U_{ог.с}}{U_{ог.п}} = \frac{\tau_{и.с}}{\tau_{и.п}}$$

Коэффициент $K_{п.у}$ определяет минимальное значение коэффициента подавления помехи каналом ШОУ и зависит при выбранной полосе пропускания узкополосного усилителя только от длительности импульса помехи.

Возрастание амплитуды помехи на входе канала ШОУ не приводит к увеличению амплитуды помехи на выходе узкополосного усилителя, т. к. ограничение помехи в канале происходит на постоянном уровне. Таким образом, коэффициент подавления помехи каналом ШОУ возрастает с увеличением амплитуды помехи на входе канала и уменьшением ее длительности.

Изменение спектра помехи в узкополосном усилителе приводит к увеличению (затягиванию) длительности импульса помехи.

В блоке ШБ-01 общими узлами каналов ШОУ и БАРУ являются:

- усилитель контрольного импульса У21;
- широкополосный усилитель (У1, У4, У6);
- сумматор У8;
- сумматор У22;

– выходной усилитель У25.

Кроме общих узлов, в канал ШОУ входят:

– усилитель-ограничитель на шести функциональных узлах У11, У12, У14, У16, У18, У20;

– сумматор У23;

– фильтр сосредоточенной селекции У24.

Рассмотрим работу канала ШОУ по принципиальной схеме.

При установке на блоке ЦП-08 переключателя ЗАЩИТА в положение Ш напряжение 27 В поступит на контакты 5-7 разъема блока ШБ-01 и включится реле Р2. Через его контакты 7-6 поступает напряжение 6,3 В для питания усилителя-ограничителя и сумматора У23, а через контакты 4-5 поступает напряжение 27 В на сигнальную лампочку Л2 ВКЛ.Ш и реле Р1 блока.

Реле Р1 переключит контактами 2-3 выход сумматора У8 с регулируемого усилителя канала БАРУ на усилитель-ограничитель канала ШОУ.

Сигналы с выхода 3 блока ПУПЧ-03 усиливаются широкополосным усилителем У1, У4, У6 и поступают на четвертый вход сумматора У8, где они замешиваются с контрольным импульсом, поступающим на первый вход сумматора с усилителя У21.

С выхода сумматора У8 сигналы подаются через контакты 2-3 реле Р1 на вход узла У11 усилителя-ограничителя.

Функциональный узел У11 типа УЧ 7.01 является усилителем-ограничителем и предназначен для стабилизации уровня выходного сигнала при изменении уровня высокочастотного сигнала на его входе. Узел выполнен на двух транзисторах типа 1Т311А. Первый каскад представляет собой эмиттерный повторитель, второй – усилитель, выполненный по схеме с общей базой. При амплитуде входного сигнала не более 140 мВ функциональный узел работает как линейный усилитель, а при входных сигналах более 140 мВ транзисторы узла входят в режим ограничения и обеспечивают стабилизацию уровня выходного напряжения при возрастании амплитуды входного сигнала.

Последующие пять узлов усилителя-ограничителя У12, У14, У16, У18 и У20 имеют аналогичную конструкцию, поэтому амплитуда сигналов помехи на выходе узла У20 не превышает 140 мВ. Эхо-сигналы усилителем-ограничителем не ограничиваются, т. к. их амплитуда на входе узла У20 не превышает 140 мВ.

Сумматор У23 выполняет роль согласующего каскада, обеспечивающего работу узла У20 на низкоомную нагрузку (входное сопротивление фильтра сосредоточенной селекции У24 равно 75 Ом).

Фильтр У24 является первым элементом узкополосного усилителя канала ШОУ. Выходные сигналы фильтра проходят сумматор У22, выходной усилитель У25 и через контакты 1-1 разъема блока ШБ-01 поступают в субблок УПЧ приемника РЦ-08 (РО-03). В состав узкополосного усилителя, кроме узлов У24, У22 и У25 блока ШБ-01 входит также субблок УПЧ приемника, который является определяющим в формировании полосы пропускания резонансного тракта сигналов.

6.4.3. Одноканальный квадратурный автокомпенсатор (блок ПЦ-10)

Одноканальный квадратурный автокомпенсатор предназначен для подавления активной шумовой непрерывной помехи, действующей по боковым лепесткам диаграммы направленности основной антенны радиовысотомера.

Блок ПЦ-10 работает на частоте $30 \pm 0,5$ МГц, коэффициент ослабления помехи не менее 17 дБ.

Блок выполнен на функциональных узлах и содержит:

- усилители промежуточной частоты УШ2 – 16 шт.;
- балансные усилители ВУ-03 – 2 шт.;
- фазовые детекторы ФД-01 – 2 шт.;
- сумматор ПЕ 1.01 – 1 шт.;
- фильтры сосредоточенной селекции ФЧ1 – 5 шт.;
- устройство формирования шумового напряжения – 1 шт.

Структурная схема блока ПЦ-10 приведена на рис. 6.45.

В основу работы квадратурного автокомпенсатора положен принцип формирования шумового напряжения вспомогательного канала, равного по амплитуде и противоположного по фазе мгновенному значению шумового напряжения, действующего в основном канале, с тем чтобы после суммирования их в сумматоре выходное шумовое напряжение было минимальным.

В качестве вспомогательного канала используется приемный тракт канала ПБО (антенна Б-08, блоки УВЧ, РС-18 и ПУПЧ-03).

Сигналы помехи, принятые антенной основного канала ($U_{о.к}$) и вспомогательного канала ($U_{в.к}$), поступают на два входа блока ПЦ-10 со сдвигом фаз φ . Сдвиг фаз обуславливается разностью хода сигнала помехи от постановщика помех до антенн АЗ-17М и Б-08, а также различием электрической длины приемных трактов.

Для подавления сигнала помехи $U_{о.к}$ сигналами $U_{в.к}$ необходимо обеспечить противофазность этих сигналов, т. е. сдвинуть фазу сигнала $U_{в.к}$ в блоке ПЦ-10 на дополнительный угол, равный $180^\circ - \varphi$. Чтобы решить эту задачу, во вспомогательном канале с помощью фазовращателей формируется вторая (квадратурная) составляющая помехи $U_{в.к} 90^\circ$, сдвинутая по фазе относительно сигнала $U_{в.к}$ на 90° .

Квадратурные составляющие помехи $U_{в.к}$ и $U_{в.к} 90^\circ$ поступают на соответствующие балансные усилители и фазовые детекторы. На вторые входы фазовых детекторов по цепи обратной связи поступает выходной сигнал $U_{о.с}$, который является синфазным с сигналом $U_{о.к}$.

Под действием сигналов $U_{в.к}$, $U_{в.к} 90^\circ$ и $U_{о.с}$ фазовые детекторы вырабатывают управляющие напряжения $U_{вых. ФД 0^\circ}$ и $U_{вых. ФД 90^\circ}$, поступающие на балансные усилители.

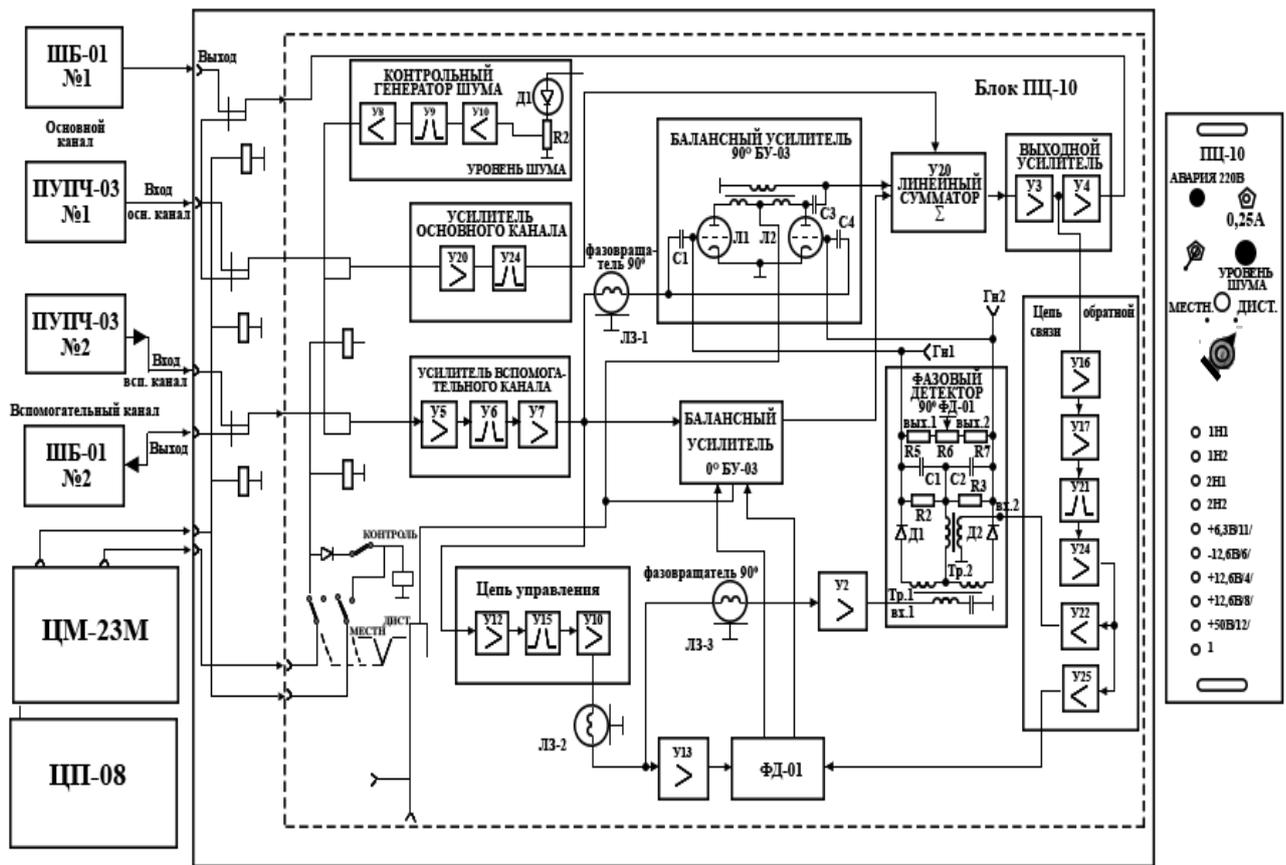


Рис. 6.45. Структурная схема блока ЦП-10

Векторная диаграмма работы автокомпенсатора приведена на рис. 6.46.

Обработка сигналов балансными усилителями возможна лишь при наличии управляющих напряжений фазовых детекторов. В зависимости от полярности управляющего напряжения выходные сигналы балансного усилителя сохраняют фазу усиливаемого сигнала $U_{в.к}$ ($U_{в.к} 90^\circ$) или изменяют ее на 180° . При выбранной схеме построения автокомпенсатора, в результате суммирования выходных сигналов балансных усилителей $U_{вых}$ БУ 0° и $U_{вых}$ БУ 90° , результирующий сигнал $U_{комп}$ всегда указывается противофазным с сигналом $U_{о.к}$. Разностный сигнал из сумматора поступает через выходной усилитель на выход блока ПЦ-10 и в цепь обратной связи для формирования сигнала $U_{о.с}$.

Для уяснения процесса автоматической компенсации помехи в блоке ПЦ-10 рассмотрим работу фазовых детекторов и балансных усилителей, являющихся основными элементами схемы квадратурного автокомпенсатора.

Схема узла фазового детектора ФД-01 приведена на рис. 6.47. Фазовый детектор имеет два входа и два выхода. На вход 2 узлов У5 и У16 фазовых детекторов поступают сигналы $U_{о.с}$ цепи обратной связи, совпадающие по фазе с сигналом помехи основного канала $U_{с.к}$. На вход 1 узла У16 поступают сигналы помехи вспомогательного канала $U_{в.к}$, а на вход 1 узла У5 – сигналы $U_{в.к} 90^\circ$, задержанные по фазе фазовращателем ЛЗ-3 на 90° . Рассмотрим зависимость выходных напряжений фазового детектора У16 от фазового сдвига φ между сигналами $U_{в.к}$ и $U_{о.к}$ ($U_{о.с}$).

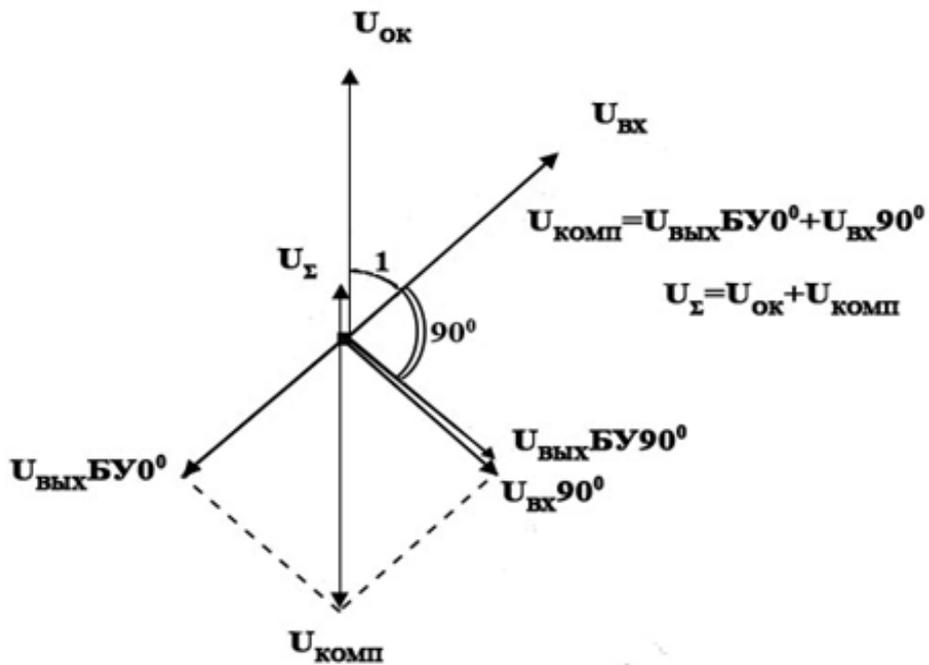


Рис. 6.46. Векторная диаграмма автокомпенсатора

I случай. $\varphi = 0$ (полярность сигналов на обмотках трансформаторов для этого случая показана на рис. 6.47). К детектору Д1 прикладывается сумма напряжений $U_{в.кI}$ и $U_{о.с.}$, а к детектору Д2 – разность $U_{о.кII}$ и $U_{о.с.}$. При этом $N_{в.кI}$ ФД 0° – максимально, а $N_{в.кII}$ ФД 0° – минимально.

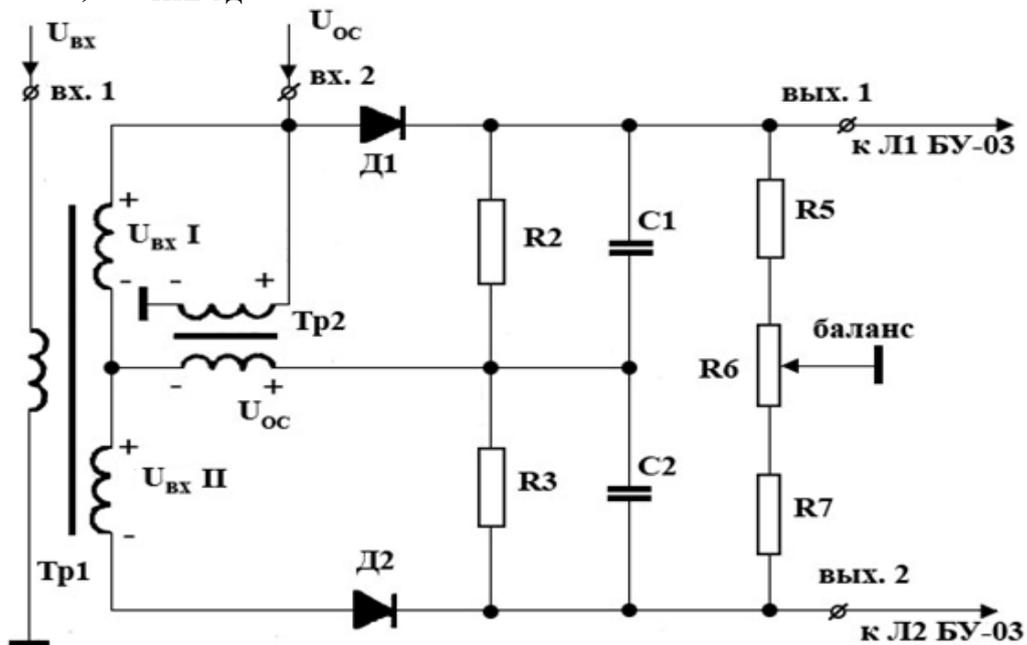


Рис. 6.47. Фазовый детектор ФД-01

II случай. $\varphi = 90^\circ$. Напряжения на выходе детекторов Д1 и Д2 равны. При $U_{в.кI} = U_{в.кII} = U_{о.с.} = 1$ В выходные напряжения $U_{в.кI} = U_{в.кII} = 1,4$ В.

III случай. $\varphi = 180^\circ$. К детектору Д1 прикладывается разность напряжений $U_{в.н1}$ и $U_{о.с}$ ($U_{в.н1}$ ФД 0° – минимально), а к детектору Д2 – сумма напряжений $U_{в.к}$ и $U_{о.с}$ ($U_{в.н2}$ ФД 0° – минимально).

IV случай. $\varphi = 270^\circ$. Напряжения на выходах фазового детектора аналогичны II случаю.

Соединив плавной кривой значения выходных напряжений при различных фазовых сигналах сигналов $U_{в.к}$ и $U_{о.к}$, получим амплитудно-фазовые характеристики фазового детектора У16 (рис. 6.49, а, б, в).

Аналогично строится и амплитудно-фазовая характеристика фазового детектора У5. Сдвиг фазы сигнала $U_{в.к}$ 90° на 90° относительно сигнала $U_{в.к}$ приводит к смещению влево характеристики детектора на тот же угол (рис. 6.49, е, ж, з).

Схема балансного усилителя БУ-03 показана на рис. 6.48. В состав балансного усилителя входят два усилительных каскада на лампах Л1 и Л2, работающие на общую трансформаторную нагрузку.

Исходное напряжение смещения на управляющих сетках ламп задается от источника $-12,6$ В. Усилением каскадов управляют напряжения, поступающие на сетки ламп с выходов 1 и 2 фазового детектора. Входные сигналы ($U_{в.к}$ или $U_{в.к}$ 90°) также поступают на управляющие сетки ламп Л1 и Л2 через разделительные конденсаторы С1 и С4.

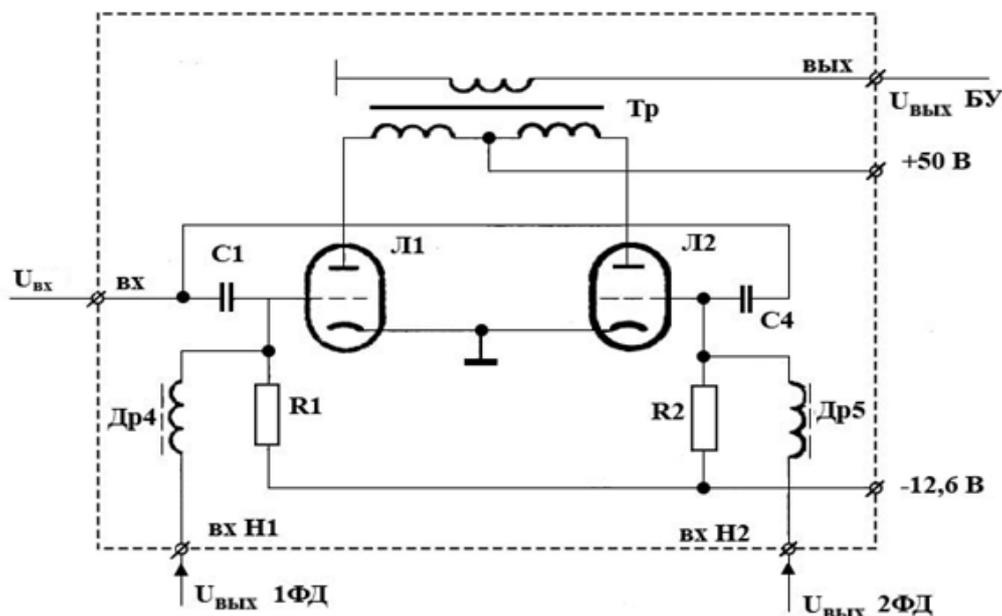


Рис. 6.48. Балансный усилитель БУ-03

Напряжение 50 В подводится к анодам ламп через среднюю точку первичной обмотки трансформатора. Анодные токи ламп в первичной обмотке трансформатора создают встречные магнитные потоки.

Если управление напряжения $U_{в.н1}$ ФД = $U_{в.н2}$ ФД, то в диодных цепях ламп при усилении входного сигнала протекают равные токи и во вторичной обмотке трансформатора выходное напряжение равно нулю.

В случае $U_{\text{вых}2 \text{ ФД}} > U_{\text{вых}1 \text{ ФД}}$ возрастает ток в лампе Л2 и во вторичной обмотке трансформатора создается выходное напряжение балансного усилителя. Амплитуда выходного напряжения балансного усилителя определяется разностью управляющих напряжений $U_{\text{упр ФД}} = U_{\text{вых}2 \text{ ФД}}$.

Выходная цепь балансного усилителя подключена ко вторичной обмотке трансформатора таким образом, что при $U_{\text{вых}2 \text{ ФД}} > U_{\text{вых}1 \text{ ФД}}$ выходной сигнал является синфазным со входным сигналом.

Если управляющее напряжение $U_{\text{вых}1 \text{ ФД}} > U_{\text{вых}2 \text{ ФД}}$, то выходной сигнал балансного усилителя имеет фазовый сдвиг 180° относительно входного сигнала.

На балансный усилитель У19 (БУ 0°) управляющее напряжение подается с фазового детектора У16 (ФД 0°), а входной задержанный сигнал $U_{\text{в.к}}$ – с усилителя вспомогательного канала У7. Выходной сигнал балансного усилителя БУ 0° поступает на четвертый вход сумматора У20.

На балансный усилитель У09 (БУ 90°) управляющее напряжение подается с фазового детектора У5 (ФД 90°), а входной задержанный сигнал с фазовращателя ЛЗ-1. Выходной сигнал балансного усилителя БУ 90° поступает на второй вход сумматора У20.

Используя амплитудно-фазовые характеристики фазовых детекторов ФД 0° и ФД 90° (рис. 6.49, в, з), можно построить графики зависимости амплитуды выходных сигналов балансных усилителей БУ 0° и БУ 90° от фазового сдвига между сигналами помехи основного канала ($U_{\text{о.к}}$) и вспомогательного канала ($U_{\text{в.к}}$). Их вид показан на рис. 6.49, г, и.

Выходные сигналы балансного усилителя БУ 0° при значениях φ от 90° до 270° синфазны с сигналами помехами на входе вспомогательного канала ($U_{\text{в.к}}$), т. к. на этом участке графика $U_{\text{вых}2 \text{ БУ } 0^\circ} > U_{\text{вых}1 \text{ БУ } 0^\circ}$. На остальных участках графика $U_{\text{вых} \text{ БУ } 0^\circ}$ противофазно с $U_{\text{в.к}}$. График зависимости фазового сдвига $U_{\text{вых} \text{ БУ } 0^\circ}$ относительно $U_{\text{в.к}}$ показан на рис. 6.49, д.

Учитывая, что на вход балансного усилителя БУ 90° сигнал $U_{\text{в.к}}$ поступает со сдвигом фазы на 90° ($U_{\text{в.к} \text{ } 90^\circ}$), график зависимости фазового сдвига $U_{\text{вых} \text{ БУ } 90^\circ}$ относительно $U_{\text{в.к}}$ показан на рис. 6.49, к.

По графикам балансных усилителей рис. 6.49 г, д, и, к можно показать, что при любом фазовом сдвиге φ между сигналами помехи основного и вспомогательного канала напряжение компенсации $U_{\text{комп}} = U_{\text{вых} \text{ БУ } 0^\circ} + U_{\text{вых} \text{ БУ } 90^\circ}$ будет всегда противофазно напряжению помехи основного канала $U_{\text{о.к}}$.

I случай. $\varphi = 0$. $U_{\text{вых} \text{ БУ } 0^\circ}$ имеет максимальную амплитуду и противофазный и $U_{\text{о.к}}$ и $U_{\text{в.к}}$; $U_{\text{вых} \text{ БУ } 90^\circ} = 0$; $U_{\text{комп}} = U_{\text{вых} \text{ БУ } 90^\circ}$ (см. рис. 6.49, а).

II случай. $\varphi = 45^\circ$. $U_{\text{вых} \text{ БУ } 0^\circ}$ составляет 0,707 своего максимального значения и противофазен вектору $U_{\text{в.к}}$. $U_{\text{вых} \text{ БУ } 90^\circ}$ равен по амплитуде $U_{\text{вых} \text{ БУ } 90^\circ} = 0$ и отстает по фазе от вектора $U_{\text{в.к}}$ на 90° . $U_{\text{комп}} = U_{\text{вых} \text{ БУ } 90^\circ} + U_{\text{в.к}}$. $U_{\text{вых} \text{ БУ } 0^\circ}$ и противофазный вектору $U_{\text{о.к}}$ (см. рис. 6.49, б).

III случай. $\varphi = 90^\circ$. $U_{\text{вых} \text{ БУ } 0^\circ} = 0$. $U_{\text{вых} \text{ БУ } 90^\circ}$ имеет максимальную амплитуду и отстает по фазе от вектора $U_{\text{в.к}}$ на 90° . $U_{\text{комп}} = U_{\text{вых} \text{ БУ } 90^\circ}$ и противофазный вектору $U_{\text{о.к}}$ (см. рис. 6.49, в).

IV случай. $\varphi = 135^\circ$. $U_{\text{ВЫХ БУ } 0^\circ}$ совпадает по фазе с $U_{\text{В.К}}$, а $U_{\text{ВЫХ БУ } 90^\circ}$ отстает по фазе от вектора $U_{\text{В.К}}$ на 90° . $U_{\text{КОМП}} = U_{\text{ВЫХ БУ } 90^\circ} + U_{\text{В.К}}$. $U_{\text{ВЫХ БУ } 0^\circ}$ и противофазный $U_{\text{О.К}}$ (см. рис. 6.49, г).

V случай. $\varphi = 180^\circ$. $U_{\text{ВЫХ БУ } 0^\circ}$ имеет максимальную амплитуду и совпадает по фазе с $U_{\text{В.К}}$. $U_{\text{ВЫХ БУ } 90^\circ} = 0$, противофазный $U_{\text{О.К}}$ (см. рис. 6.49, д).

VI случай. $\varphi = 225^\circ$. $U_{\text{ВЫХ БУ } 0^\circ}$ совпадает по фазе с $U_{\text{В.К}}$, а $U_{\text{ВЫХ БУ } 90^\circ}$ опережает вектор $U_{\text{В.К}}$ на 90° . $U_{\text{КОМП}} = U_{\text{ВЫХ БУ } 90^\circ} + U_{\text{В.К}}$; $U_{\text{ВЫХ БУ } 0^\circ}$ и противофазный $U_{\text{О.К}}$ (см. рис. 6.49, е).

Аналогично можно доказать, что противофазность напряжения компенсации относительно сигнала помехи в основном канале обеспечивается автоматически при любых значениях φ .

Постоянная времени нагрузки фазовых детекторов выбрана равной трем-четырем длительностям зондирующих импульсов передатчика, что исключает подстройку фазы напряжения компенсации за время действия в основном канале эхосигналов.

Автокомпенсатор выполнен по схеме следящей системы, поэтому и равенство амплитуд $U_{\text{КОМП}}$ и $U_{\text{О.К}}$ в нем выполняется автоматически (рис. 6.50). Если средний уровень помехи в основном канале уменьшится, то остаточное напряжение U_{Σ} на выходе сумматора У20 станет минимальным. Это приведет к уменьшению управляющих напряжений на выходе фазовых детекторов, а следовательно, к уменьшению напряжения компенсации на входе сумматора.

Соответственно возрастает напряжение компенсации при возрастании среднего уровня помехи в основном канале.

При мгновенных изменениях амплитуды помехи в основном и вспомогательном каналах изменение напряжения компенсации происходит за счет изменения амплитуды сигналов $U_{\text{В.К}}$ и $U_{\text{В.К } 90^\circ}$ на входах балансных усилителей.

Полного подавления помехи в основном канале быть не может, т. к. при отсутствии напряжения по цепи обратной связи $U_{\text{О.С}}$ управляющие напряжения на выходах фазовых детекторов, а следовательно, и выходные напряжения балансных усилителей равны нулю.

Прохождение сигналов в блоке Щ-10 рассмотрим по принципиальной схеме.

Исходное положение переключателей блока для его включения: В1 – в положение ВЫКЛ., В2 – ДИСТ. При установке на блоке ЦП-08 переключателя ЗАЩИТА в положение КОМП. Б или КОМП. Ш 27 В поступит на реле Р1, Р2, Р3 шкафа ВК-2 и реле Р1 блока ПЦ-10.

Реле Р1 блока ПЦ-10 контактами 4-5 подаст анодное питание 50 В на балансные усилители У10, У19. Через контакты 2-3 реле Р2, Р3 шкафа ВК-2 подается выходное напряжение блоков ПУПЧ-03 №1 и №2 на контакты 1-2 и 2-1 разъема блока ПЦ-10. Выходные сигналы с контактов 2-2 разъема блока и контактов 2-3 реле Р1 шкафа ВК-2 поступают на вход блока ШБ-01 Л I.

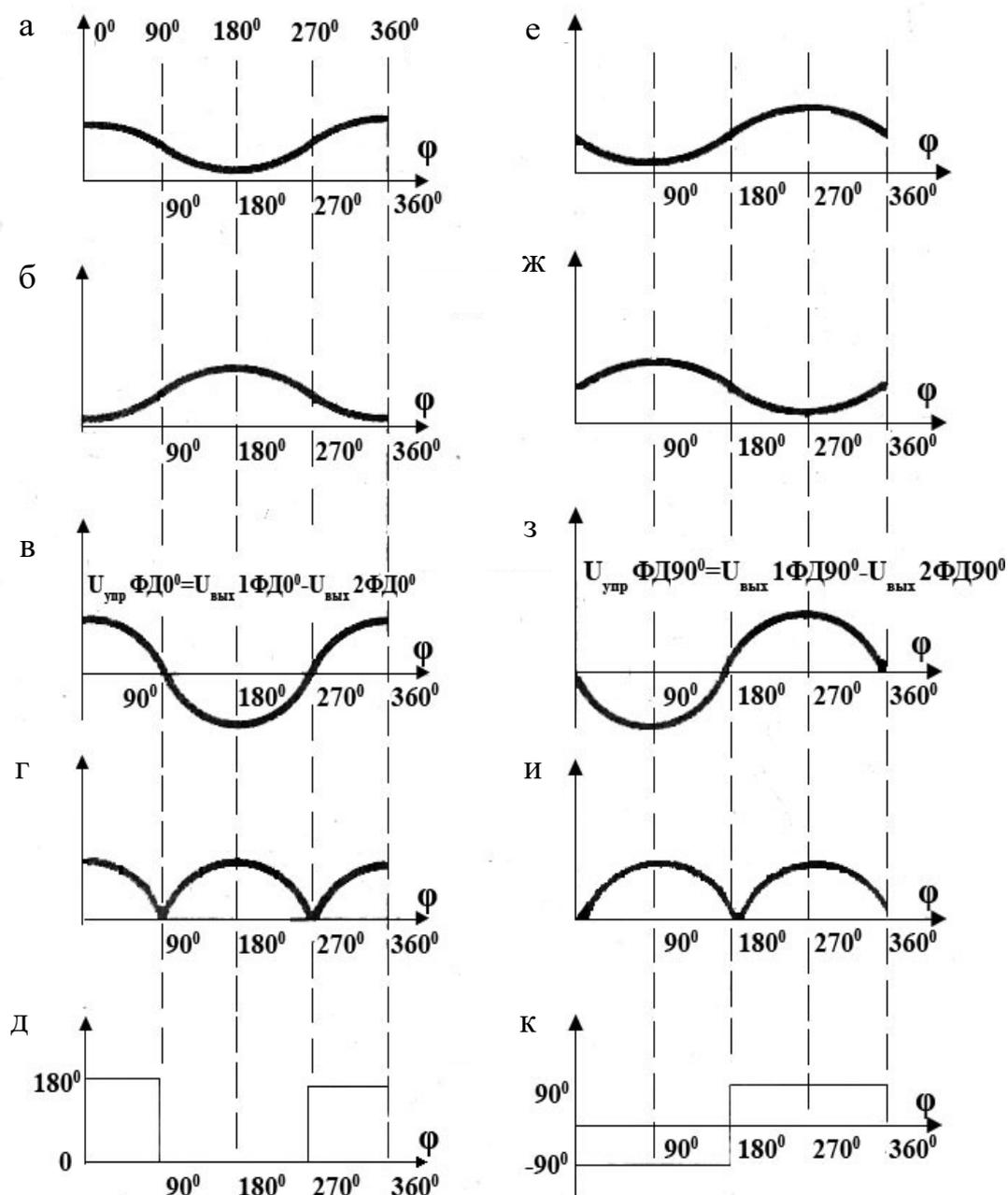


Рис. 6.49. Графики работы фазовых детекторов балансных усилителей:
 φ – фазовый сдвиг между сигналами $U_{o.k}$ и $U_{в.к}$ на входе блока ПЦ-10;
 γ – фазовый сдвиг между выходным сигналом балансного усилителя ($U_{\text{ВЫХ БУ}}$) и сигналом $U_{в.к}$ на входе ПЦ-10;
 а – $U_{\text{ВЫХ}} 1\Phi Д 0^\circ$; б – $U_{\text{ВЫХ}} 2\Phi Д 0^\circ$; в – $U_{\text{УПР}} \Phi Д 0^\circ$; г – $U_{\text{ВЫХ}} \text{БУ} 0^\circ$; д – $\gamma \text{БУ} 0^\circ$;
 е – $U_{\text{ВЫХ}} 1\Phi Д 90^\circ$; ж – $U_{\text{ВЫХ}} 2\Phi Д 90^\circ$; з – $U_{\text{УПР}} \Phi Д 90^\circ$; и – $U_{\text{ВЫХ}} \text{БУ} 90^\circ$; к – $\gamma \text{БУ} 90^\circ$

Входной сигнал помехи основного канала $U_{o.k}$ с контактов разъема 1-2 проходит через контакты 1-2 реле Р2, усилитель У26, фильтр, У23 и поступает на третий вход сумматора. На выходе сумматора нескомпенсированный остаток помехи U_Σ усиливается усилителем У3 и пассивным разветвителем R3, R4, R5 делится на два направления.

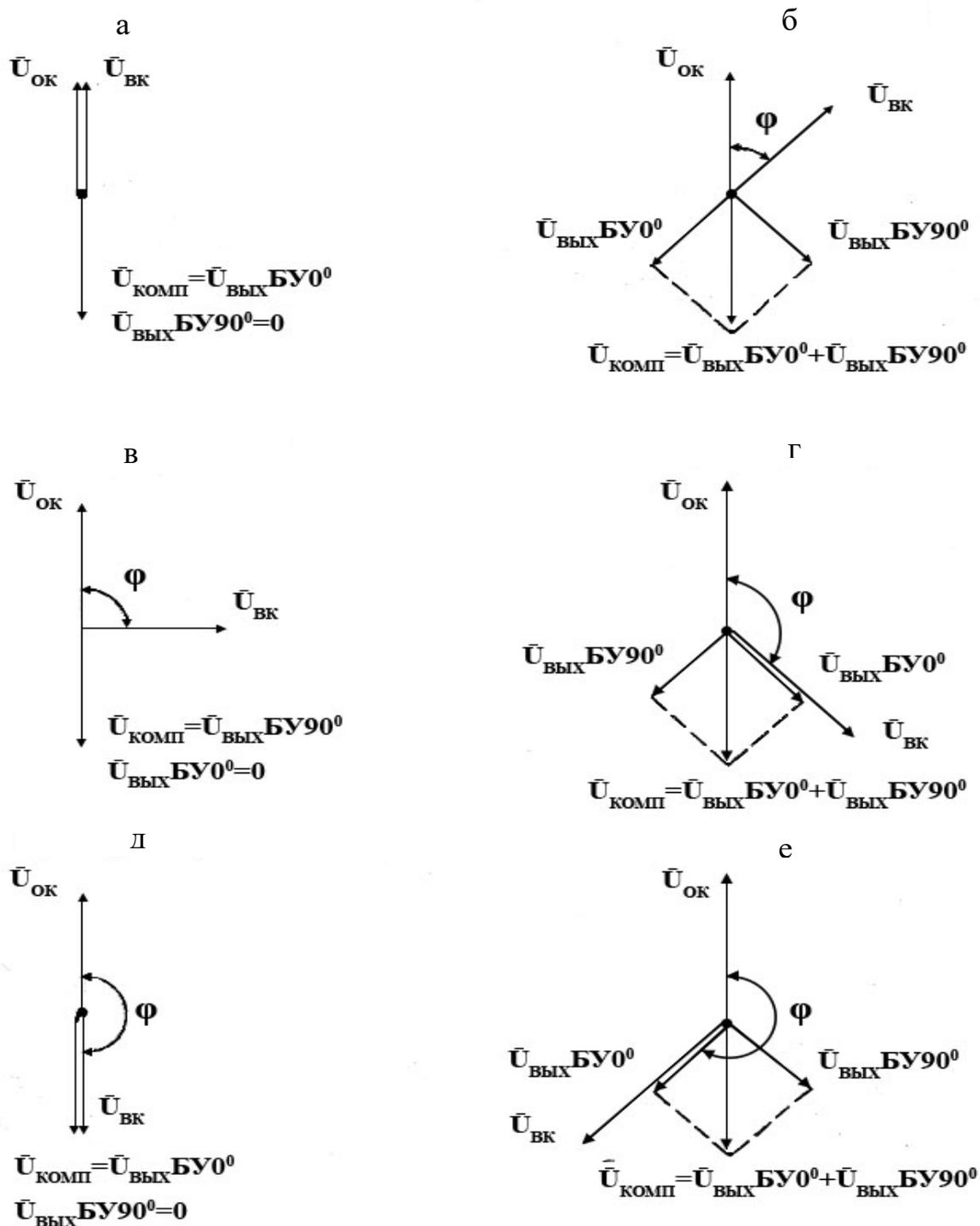


Рис. 6.50. Диаграммы автокомпенсатора:

- а – I случай, $\varphi = 0^\circ$; б – II случай, $\varphi = 45^\circ$; в – III случай, $\varphi = 90^\circ$;
 г – IV случай, $\varphi = 135^\circ$; д – V случай, $\varphi = 180^\circ$; е – VI случай, $\varphi = 225^\circ$

С первого направления сигнал усиливается выходным усилителем У8 и поступает через контакты разъема 2-2 на выход блока ПЦ-10. Сигнал второго напряжения проходит через цепь обратной связи, состоящую из усилителей У14.У17, фильтра У21, усилителей У24 У22 и У25.

С выхода усилителя У24 сигнал размножается пассивным разветвителем R23, R24, R25 на два направления и с выхода усилителей У22 и У25 поступает в качестве сигналов обратной связи $U_{o.c}$ на фазовые детекторы У5 и У16.

Сигнал помехи вспомогательного канала с выхода блока ПУПЧ-03 №2 проходит контакты 2-1 разъема блока, контакты 1-2 реле Р3 и поступает на вход усилителя вспомогательного канала, состоящего из усилителя У1, фильтра У4 и усилителя У1, фильтра У4 и усилителя У7.

Выходной сигнал усилителем У7 делится пассивным разветвителем R6-R13 на три направления. С резисторов R9, R11 сигнал $U_{в.к}$ поступает на вход балансного усилителя У19 (БУ 90°). С резисторов R8, R10 сигнал задерживается по фазе на 90° над линией задержки ЛЗ-1 и в качестве квадратурной составляющей $U_{в.к}$ 90° поступает на вход балансного усилителя У10 (БУ 90°). С резисторов R12, R13 сигнал усиливается цепью управления, состоящей из усилителя У12, фильтра У15, усилителя У18, корректируется по фазе линией задержки ЛЗ-2 и размножается пассивным разветвителем R20, R21, R22 на два направления.

Кабельная линия задержки ЛЗ-2 устраняет временные задержки сигналов по цепи управления и обратной связи.

С первого направления сигнал $U_{в.к}$ проходит через усилитель У13 на первый вход фазового детектора У16. Со второго направления сигнал задерживается по фазе на 90° над линией задержки ЛЗ-3 и, как сигнал $U_{в.к}$ 90°, подается через усилитель У2 на первый вход фазового детектора У5.

Сигналы управления фазовых детекторов У5 и У16 поступают соответственно на входы Н1 и Н2 балансных усилителей У10 и У16. Выходные сигналы балансных усилителей $U_{вых}$ БУ 0° и $U_{вых}$ БУ 90° поступают на четвертый и второй вход сумматора для подавления сигнала помехи основного канала.

Контрольный генератор шума предназначен для формирования стационарного шумового напряжения, с помощью которого производится проверка работоспособности блока ПЦ-10.

Полоса пропускания генератора шума – 10 МГц, выходное напряжение – не менее 3 мВ.

Генератор состоит из устройства формирования шумового напряжения, усилителей промежуточной частоты У6, У11, фильтра сосредоточенной селекции У9 и пассивного разветвителя на резисторах R17, R18, R19.

Устройство формирования шумового напряжения выполнено на стабилитроне Д1 типа Д814А. Величина шумового тока ограничивается балластным резистором R1. С помощью потенциометра R2 УРОВЕНЬ ШУМА регулируется напряжение шумов, поступающее на вход усилителя У6. Конденсаторы С3 и С4 выполняют роль развязывающих фильтров. Фильтр сосредоточенной селекции У9 определяет частотную характеристику генератора шума.

Пассивный разветвитель R17, R18, R19 разделяет выходное напряжение шумов усилителя У2 на два направления, по которым оно подводится через контакты реле Р2 и Р3 к усилителям основного и вспомогательного канала при контроле

функционирования блока ПЦ-10. В этом случае переключатель В2 устанавливается в положение МЕСТ и напряжение 27 В с контактов 4-2 разъема блока поступает на реле Р2 и Р3.

При выключенном выключателе В1 реле Р1 обесточено, анодное питание 50 В на балансные усилители не подается, напряжение шумов основного канала поступает на выход блока без подавления в сумматоре У20. Показания тока детектора приемника РП-08 максимальны. При установке выключателя В1 в положение КОНТРОЛЬ включается анодное питание балансных усилителей и уровень выходного шумового напряжения блока ПЦ-10 понижается. Работоспособность автокомпенсатора оценивается по величине изменения тока детектора приемника РП-08.

Диод Д2 обеспечивает развязку реле по цепи управления.

6.4.4. Блок вычитания КВ-01

Блок вычитания КВ-01 предназначен для подавления на выходе когерентного канала сигналов, отраженных от местных предметов и пассивных помех, и выделения сигналов, отраженных от подвижных целей, при работе высотомера в когерентном режиме. Блок относится к системе вычитания.

Система вычитания подавляет сигналы от неподвижных или перемещающихся с малой скоростью объектов и усиливает сигналы от движущихся целей.

Применение системы вычитания в ходе боевой работы позволяет вести радиолокационную разведку воздушного противника в пассивных помехах, неблагоприятных метеорологических условиях и значительных отражениях местных предметов (в последнем случае существенно улучшаются условия обнаружения и проводки низколетящих целей).

В состав системы (рис. 6.51) входят:

- два одинаковых блока вычитания КВ-01;
- блок питания и контроля БП-06;
- блок питания БИ-05 (в шкафу Д2).

Как уже отмечалось, в системе вычитания применен метод череспериодной компенсации.

Задержка сигналов на период повторения и их вычитание происходят в одном приборе – вычитающем потенциалоскопе ЛН-12.

Использование в системе двух блоков вычитания КВ-01 обусловлено наличием двух когерентных каналов в приемном устройстве. Так как фазовые характеристики фазовых детекторов в блоке РП-07 сдвинуты на 90° , то и огибающие амплитуд выходных сигналов блоков вычитания также сдвинуты на 90° . После сложения выходных сигналов блоков КВ-01 амплитуда результирующих сигналов, поступающих на индикатор, имеет незначительную пульсацию, что улучшает наблюдение сигналов на индикаторе высоты.

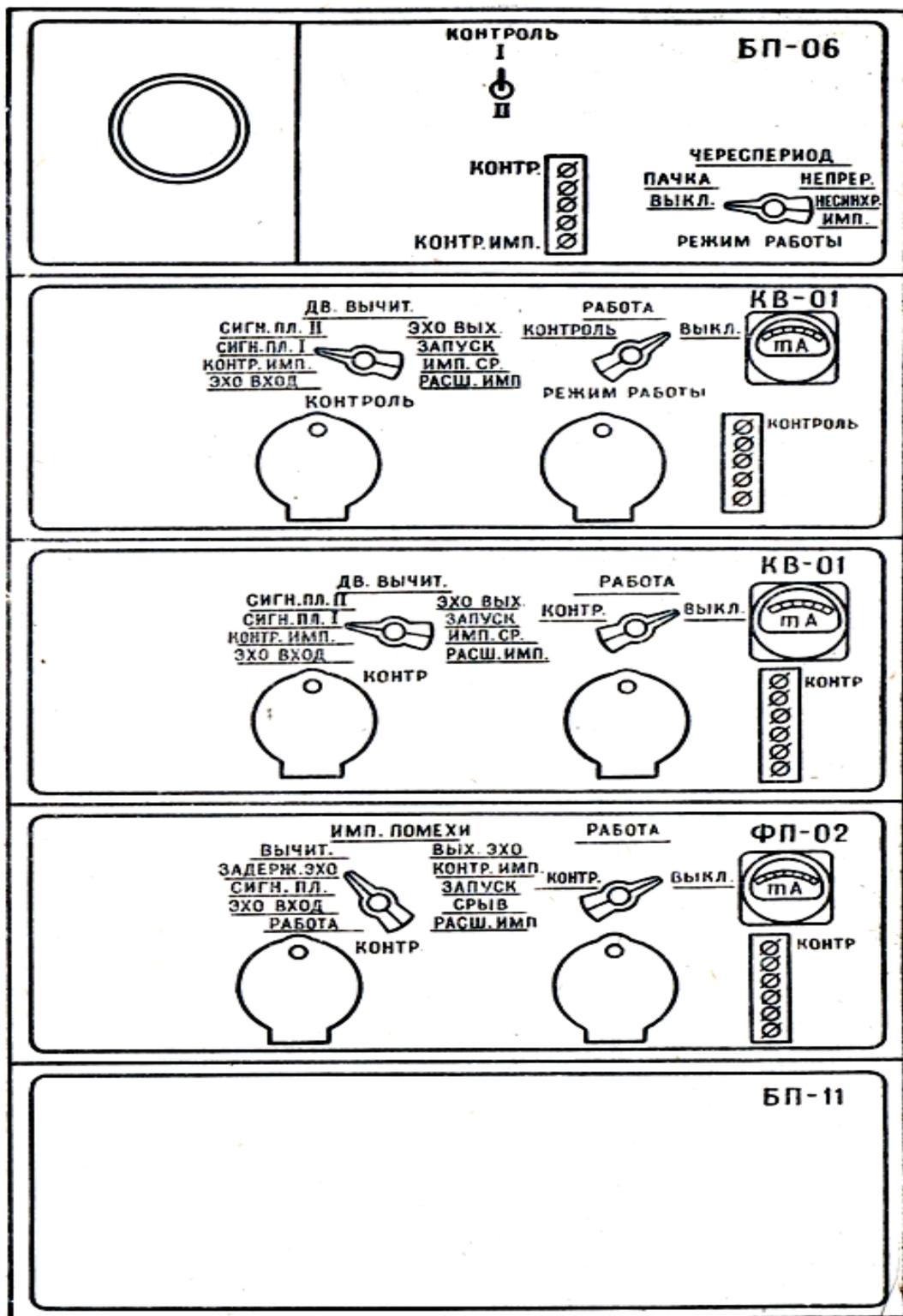


Рис. 6.51. Система вычитания

Блок питания и контроля БП-06 вырабатывает напряжения питания потенциалоскопов блоков КВ-01 (модулирующее напряжение с частотой 13 МГц и высоковольтное 1,8 кВ), а также контрольные импульсы, используемые для проверки параметров потенциалоскопов.

Блок КВ-1 обеспечивает подавление сигналов от пассивных помех и выделение сигналов от движущихся целей. Он состоит из двух одинаковых каналов вычитания, соединенных последовательно. Важнейшим элементом каждого канала вычитания является потенциалоскоп ЛН-12. Один канал вычитания ослабляет помеху примерно в семь раз. Наличие двух каналов позволяет более качественно подавлять помеху в 20 раз. На вход блока КВ-01 могут быть поданы (в зависимости от положения переключателя РЕЖИМ РАБОТЫ) либо эхо-сигналы (РАБОТА), либо контрольные импульсы (КОНТРОЛЬ). Основным является положение РАБОТА. Положение КОНТРОЛЬ используется при проверке параметров потенциалоскопов. В положении ВЫКЛ. вход КВ-01 закорачивается. Положение ВЫКЛ. используется при проверке другого блока КВ-01.

Рассмотрим принцип работы вычитающего потенциалоскопа ЛН-12. Вычитающий потенциалоскоп ЛН-12 – это электронно-лучевой прибор с электростатической фокусировкой и электромагнитным отклонением луча. Он состоит из электронной пушки, коллектора, барьерной сетки, мишени и сигнальной пластины, размещенных внутри вакуумного стеклянного баллона (рис. 6.52).

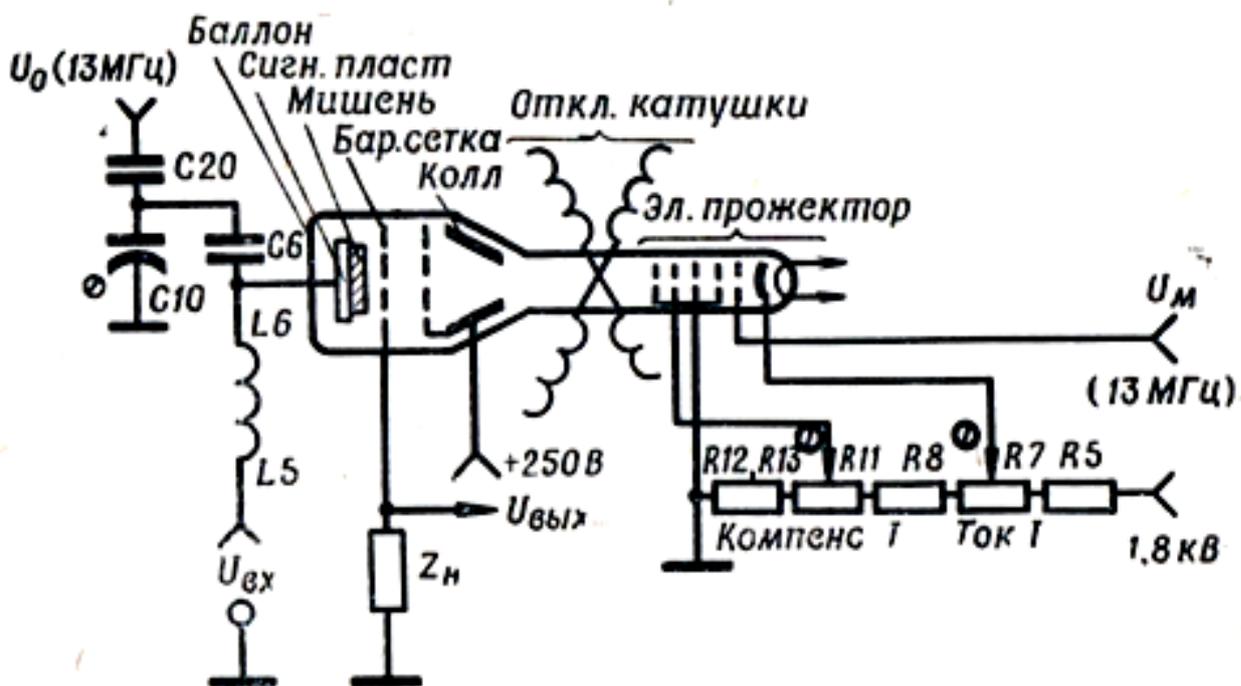


Рис. 6.52. Устройство и питание вычитающего потенциалоскопа ЛН-12

Электронный луч выбивает из мишени вторичные электроны, которые уходят на коллектор. Ток луча потенциалоскопа течет в обратном направлении: с коллектора на мишень и с мишени на катод. Электронный луч перемещается на мишени по спиральной развертке, что необходимо для получения высокой разрешающей способности потенциалоскопа (большая длина развертки при малом диаметре мишени). При отсутствии сигналов на входе потенциалоскопа в нем уста-

навливается динамическое равновесие – число первичных электронов (приходящих на мишень) равно числу вторичных (уходящих с мишени). Входной сигнал подается на сигнальную пластину потенциалоскопа. Он изменяет разность потенциалов между мишенью и барьерной сеткой и нарушает динамическое равновесие. Если на входе потенциалоскопа отрицательный импульс, то для вторичных электронов поле между мишенью и барьерной сеткой ускоряющее, число вторичных электронов, уходящих на коллектор, будет больше числа первичных. На данной области мишени образуется положительный потенциал, равный по величине амплитуде входного сигнала (рис. 6.53).

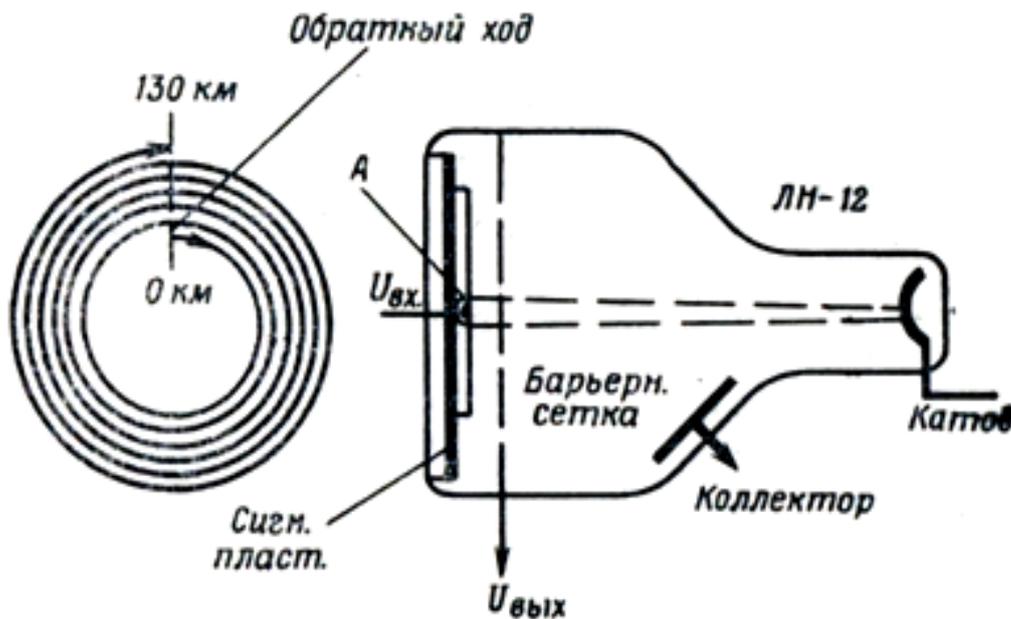


Рис. 6.53. Спиральная развертка потенциалоскопа

Вновь наступает динамическое равновесие: число вторичных электронов, уходящих на коллектор, равно числу первичных. При снятии входного сигнала и луча с данного участка мишени на нем будет сохраняться заряд. Таким образом, сигнал будет записан. При повторном попадании луча на точку А мишени от неподвижного объекта придет сигнал с той же амплитудой и сразу наступит динамическое равновесие. Если в момент попадания луча на точку А мишени сигнал отсутствует, то положительный заряд области А создает тормозящее поле между мишенью и барьерной сеткой; число вторичных электронов, уходящих на коллектор, станет меньше первичных. Потенциал области А понижается до нуля, и вновь наступает динамическое равновесие. Сигнал списан.

Таким образом, в процессе записи на отдельных точках мишени всегда образуется потенциал, соответствующий амплитуде входных сигналов. Изменение потенциала данной области мишени зависит от разности амплитуд сигналов в соседних тактах работы. Это изменение потенциала вызывает в цепи барьерной сетки токи смещения, которые на нагрузке потенциалоскопа образуют выходные импульсы. От неподвижного объекта на выходе потенциалоскопа будет идти два

импульса: первый – при записи (имеющий полярность, противоположную входному импульсу), второй – после окончания облучения объекта, той же полярности (импульс списывания (рис. 6.54).

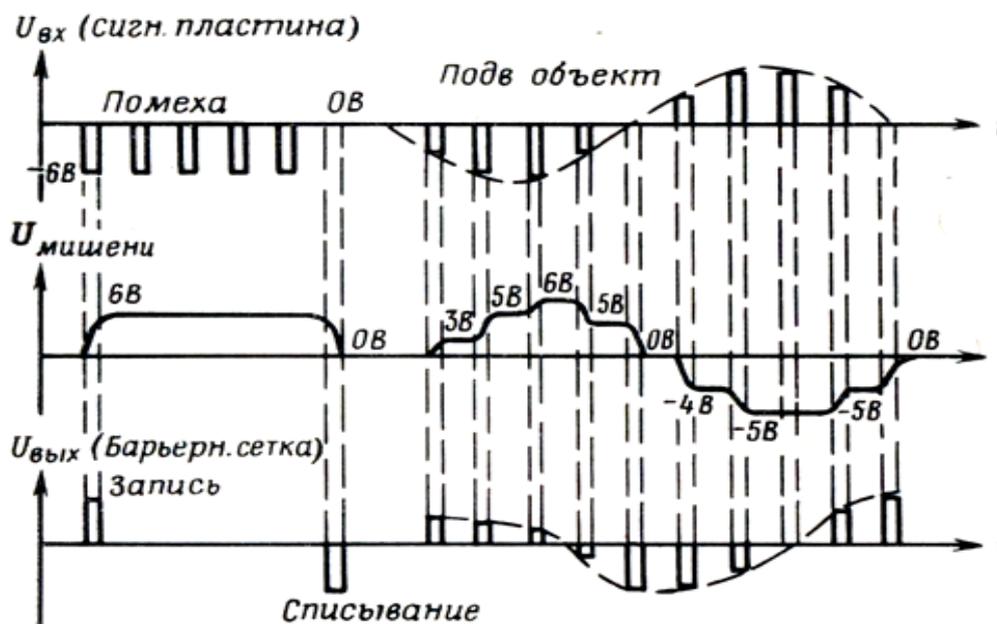


Рис. 6.54. Графики работы потенциоскопа

При поступлении эхо-сигналов от цели выходные импульсы потенциоскопа формируются непрерывно, амплитуда их равна разности между входным сигналом предыдущего периода (записанным импульсом) и входным сигналом последующего периода (записываемым импульсом).

Как видно из рис. 6.52, в качестве нагрузки в цепи барьерной сетки включен резистор. Но между сигнальной пластиной и барьерной сеткой существует емкость, поэтому входной сигнал может проникнуть через нее прямо на выход. Для исключения этой паразитной связи электронный луч ЛН-12 модулируется напряжением с частотой 13 МГц. Модулирующее напряжение подается на управляющий электрод ЛН-12. С этой частотой меняется плотность первичного и вторичного электронных лучей, скорость нарастания потенциала точек мишени и ток в цепи барьерной сетки. В качестве нагрузки в цепь барьерной сетки включается контур, на котором выделяется выходной радиоимпульс. Так как при списывании направление тока в цепи барьерной сетки противоположно направлению тока при записи, фаза колебаний 13 МГц на контуре при этом меняется на обратную. Таким образом, амплитуда выходных радиоимпульсов потенциоскопа зависит от разницы амплитуд двух соседних сигналов одной и той же цели, а фаза – от изменения амплитуды импульсов (возрастает или уменьшается).

Для детектирования выходных сигналов потенциоскопа необходимо это изменение фазы преобразовать в изменение амплитуды. С этой целью в цепь барьерной сетки подается опорное напряжение с той же частотой (13 МГц). При совпадении фазы выходных радиоимпульсов и опорного напряжения результирующе-

щее напряжение возрастает, при детектировании выделяется положительный импульс. Если их фазы противоположны, то результирующее напряжение уменьшается, на выходе детектора выделяются отрицательные импульсы. Входные видеосигналы, проникающие на выход ЛН-12 через емкость сигнальная пластина – барьерная сетка, шунтируются контуром.

Рассмотрим особенности работы блока КВ-1 по функциональной схеме. Функциональная схема блока КВ-01 показана на рис. 6.55.

Как отмечалось ранее, эхо-сигналы с выхода приемника РП-07 (ВЫХ. К1) через переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ поступают на вход первого канала вычитания и через входной усилитель (ФНУ-03), потенциалоскоп, выходной усилитель (КВУ-03) поступают в аналогичный второй канал вычитания, в котором подавляются остатки пассивных помех, не подавленные в первом канале. С выхода второго канала вычитания эхо-сигналы через выходной выпрямитель (КВУ-02) суммируются на общем сопротивлении с выходным напряжением блока КВ-01 №2 и через ЦП-05 поступают на ИВ-06М.

Выходной выпрямитель превращает разнополярные сигналы в однополярные. Каскад расширения формирует импульсы подсвета прямого (рабочего) хода развертки потенциалоскопов и импульсы, необходимые для работы генератора спиральной развертки.

Генератор спиральной развертки формирует нарастающие синусоидальные токи для питания отклоняющих катушек в потенциалоскопах, обеспечивая спиральную развертку электронного луча на поверхности мишени потенциалоскопов.

Рабочий период потенциалоскопов определяется длительностью импульсов схемы расширения. Длительность импульсов равна интервалу между импульсом запуска и импульсом срыва, поступающими из блока запуска ДД-07. В режиме редкого запуска этот интервал соответствует дистанции 250 км и определяет дальность действия станции в когерентном режиме для данного запуска. Редкий запуск применяется при пассивных помехах малой интенсивности.

В режиме частого запуска можно работать как с незадержанным, так и с задержанным запуском. При незадержанном запуске рабочий интервал по дистанции будет от 0 до 130 км, при задержанном – от 60 до 180 км. Выбор задержанного или незадержанного частого запуска определяется местом нахождения пассивной помехи. Режим частого запуска применяется при пассивных помехах большой интенсивности.

Основные параметры потенциалоскопа:

- коэффициент перезаряда;
- коэффициенты подавления;
- динамический диапазон.

Параметры потенциалоскопа измеряются с помощью контрольных импульсов, вырабатываемых в блоке БП-06.

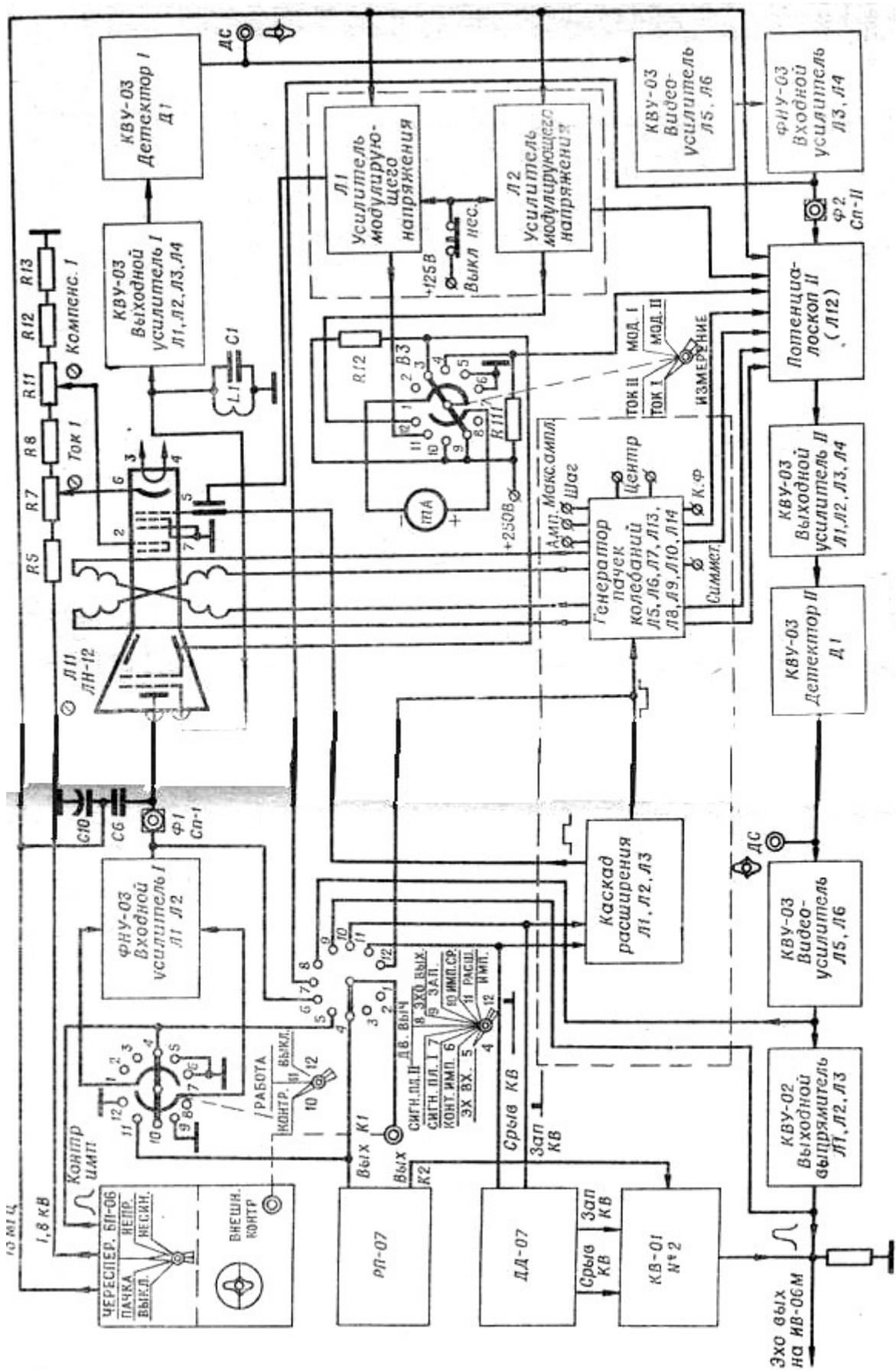


Рис. 6.55. Функциональная схема блока КВ-01

Контрольные импульсы блока БП-06 представляют собой видеоимпульсы, задержанные относительно импульсов запуска на 40 мкс. Частота следования контрольных импульсов зависит от положения переключателя РЕЖИМ РАБОТЫ. В положениях:

- ПАЧКА – импульсы следуют восемь периодов, затем восемь периодов отсутствуют (см. рис. 6.55);
- ЧЕРЕСПЕРИОД – импульсы следуют через период;
- НЕПРЕРЫВН. – импульсы следуют с частотой импульсов запуска каждый период;
- НЕСИНХР. – импульсы следуют несинхронно с импульсами запуска.

Блок БП-06 вырабатывает также напряжение $-1,8$ кВ и модулирующее напряжение с частотой 13 МГц для питания потенциалоскопов (рис. 6.56).

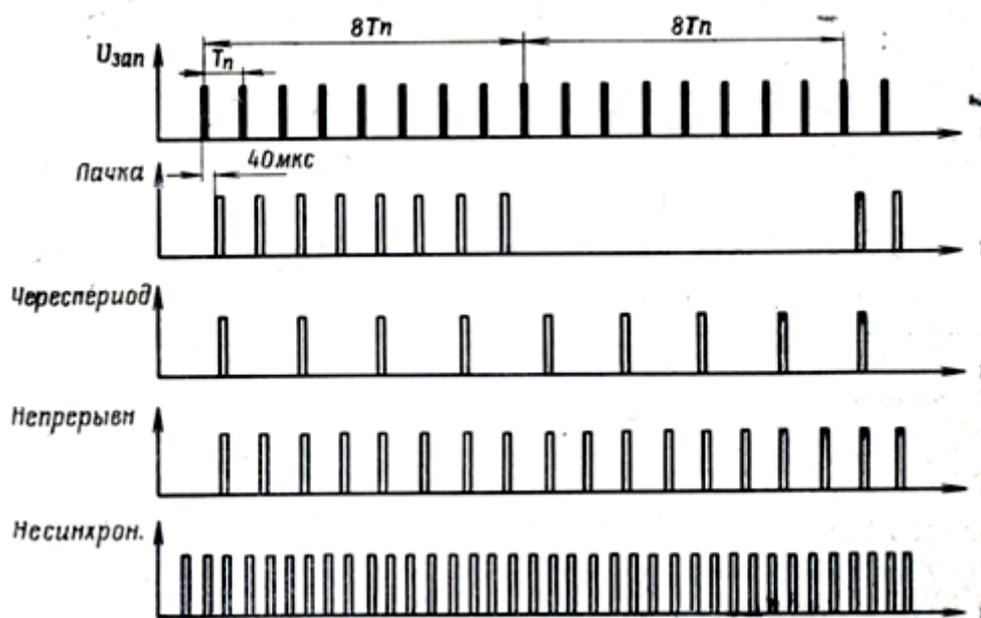


Рис. 6.56. Контрольные импульсы блока БП-06

Коэффициент перезаряда

Если на вход потенциалоскопа подать импульс, то за один такт он запишется только частично. Поэтому при повторном поступлении импульса с той же амплитудой потенциалоскоп будет дописывать его (рис. 6.57), следовательно, импульс помехи пройдет через блок КВ-01. Аналогично происходит процесс списывания сигналов, когда входные импульсы отсутствуют. Чем меньше ток луча и хуже его фокусировка, тем медленнее идет запись и списывание сигналов, тем больше пройдет через потенциалоскоп сигналов помехи, которые не будут подавлены.

Коэффициент перезаряда показывает, какая часть записанного импульса будет списана за один такт. Он измеряется при подаче на вход потенциалоскопа пачек из восьми контрольных импульсов. Для этого необходимо на блоке БП-06 переключатель КОНТРОЛЬ поставить в положение ПАЧКА, на блоке КВ-01 – в положение СИГН. ПЛ. II (выход первого потенциалоскопа).

Коэффициент перезаряда определяется по формуле

$$K_{\text{ПЕР}} = \frac{U_{\text{СП1}} - U_{\text{СП2}}}{U_{\text{СП1}}} \geq 0,8.$$

Амплитуда импульса замеряется по экрану осциллографа блока БП-06. Чем больше коэффициент перезаряда, тем лучше качество подавления пассивных помех.

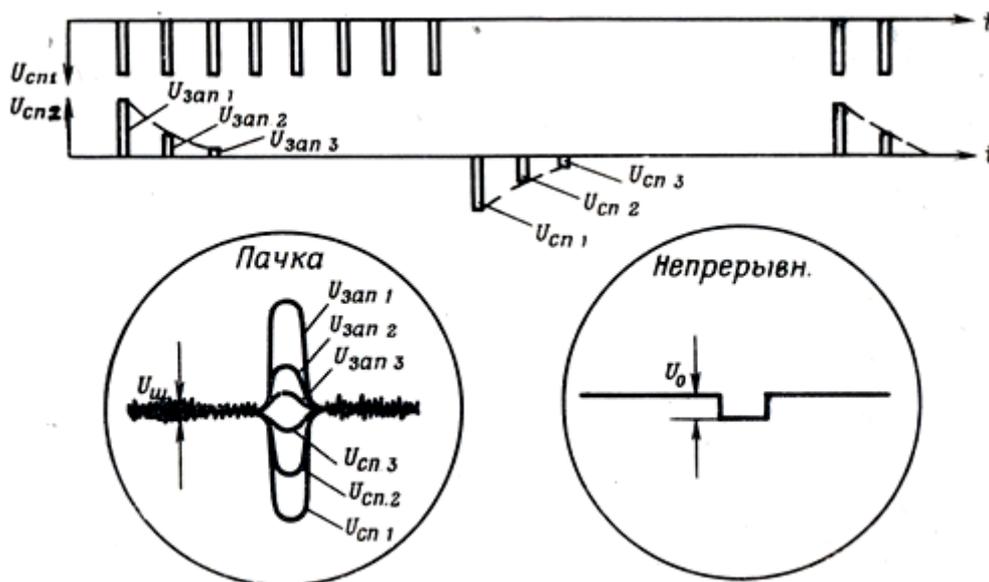


Рис. 6.57. Измерение параметров потенциоскопа

Коэффициент подавления

Коэффициент подавления характеризует степень подавления пассивной помехи в потенциоскопе. Он определяется из отношения амплитуды помехи на входе потенциоскопа к амплитуде помехи на его выходе. Коэффициент подавления измеряется следующим образом.

На вход потенциоскопа подается пачка из восьми контрольных импульсов (режим ПАЧКА блока БП-06), и на осциллографе измеряется амплитуда первого импульса записи (положительный импульс). Затем на вход потенциоскопа подается непрерывная серия контрольных импульсов с постоянной амплитудой и полярностью (режим НЕПРЕРЫВНО) и измеряется амплитуда остаточного сигнала.

Коэффициент подавления P определяется по формуле

$$P = \frac{U_{\text{ЗАП1}}}{U_{\text{ОСТ}}} \geq 7.$$

Чем больше коэффициент подавления, тем более полно будет подавлена пассивная помеха в блоках КВ-01.

Динамический диапазон

Динамический диапазон характеризует пределы изменения амплитуды входных сигналов потенциоскопа, при которых он может подавить сигналы постоянной амплитуды и полярности и выделить сигналы переменной амплитуды и полярности.

Динамический диапазон измеряется при подаче на вход потенциалографа пачки из восьми контрольных импульсов, амплитуда которых близка к пороговой.

Динамический диапазон вычисляется по формуле

$$D = \frac{U_{3АП1} + U_{СП1}}{U_{Ш}} \geq 7,$$

где $U_{Ш}$ – амплитуда шумов потенциалографа.

При измерении параметров второго потенциалографа переключить кабели внутри блока КВ-01, а переключатель КОНТРОЛЬ блока КВ-01 установить в положение ДВОЙНОЕ ВЫЧИТАНИЕ.

Входные видеосигналы, прошедшие на выход потенциалографа через проходную емкость, шунтируются контуром.

Коэффициент подавления помехи потенциалографа равен семи, что не обеспечивает защиту радиовысотомера от интенсивных пассивных помех. Поэтому в блоке КВ-01 включены последовательно два канала вычитания. Это повышает коэффициент подавления помехи до 20.

Чтобы второй потенциалограф не подавлял сигналы движущихся целей, необходимо сохранить на его сигнальной пластине такую же закономерность изменения амплитуды входных сигналов, как и на входе первого потенциалографа. Это достигается фазовым детектированием выходных сигналов первого потенциалографа. С этой целью на сигнальную пластину потенциалографа подводится опорное напряжение 13 МГц, которое, выделяясь на контуре барьерной сетки, смешивается с выходными сигналами. При детектировании выходные сигналы, синфазные или противофазные с опорным напряжением, преобразуются соответственно в видеоимпульсы положительной или отрицательной полярности. Принцип работы потенциалографа поясняется графиками рис. 6.58.

В блоке КВ-01 напряжение на электроды электронной пушки потенциалографа Л II подается с делителя напряжения –1,8 кВ, состоящего из резисторов R5, R7, R8, R11, R12, R13. Напряжение накала 6,3 В подводится со вторичной обмотки трансформатора Тр2. Для исключения электрического пробоя в цепи: катод – накал их потенциал выравнивается через резистор R6. К каждой цепи питающие напряжения подводятся через П-образные фильтры.

Потенциометр R7 ТОК I регулирует ток электронного луча изменением напряжения на катоде. Ток луча контролируется прибором ИП-1, включаемым в цепь коллектора при установке переключателя ВЗ ИЗМЕРЕНИЕ в положение ТОК I. Номинальное значение тока должно быть в пределах 2–4 мкА.

Потенциометром R11 КОМПЕНС. I устанавливается оптимальное напряжение на фокусирующем электроде потенциалографа, при котором параметры потенциалографа соответствуют паспортным данным.

Резонансный усилитель КВУ-03 собран на лампах Л1–Л4. Каждый каскад усиления выполнен по схеме с параллельным питанием на одиночных контурах, настроенных на 13 МГц. Коэффициент усиления регулируется изменением напряжения смещения на управляющей сетке Л3. Напряжением смещения управляет потенциометр R117 РУ1 через катодный повторитель Л5а.

Детектор Д1 преобразует выходные радиоимпульсы потенциалоскопа в видеоимпульсы положительной или отрицательной полярности. Разделительный конденсатор С32 пропускает на вход видеоусилителя Л56 выходные видеоимпульсы и исключает постоянную составляющую выходного напряжения детектора.

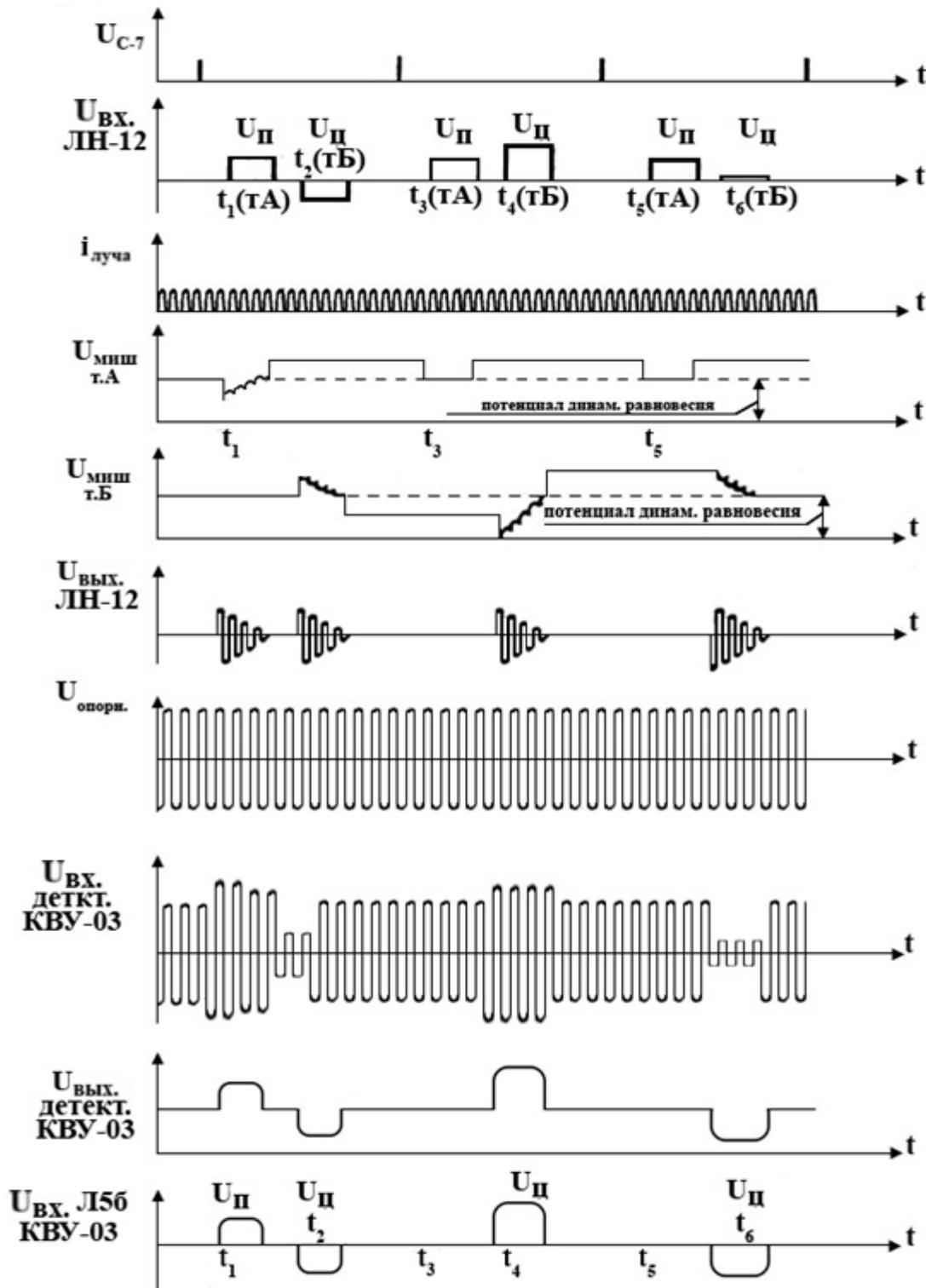


Рис. 6.58. Графики работы блока КВ-01

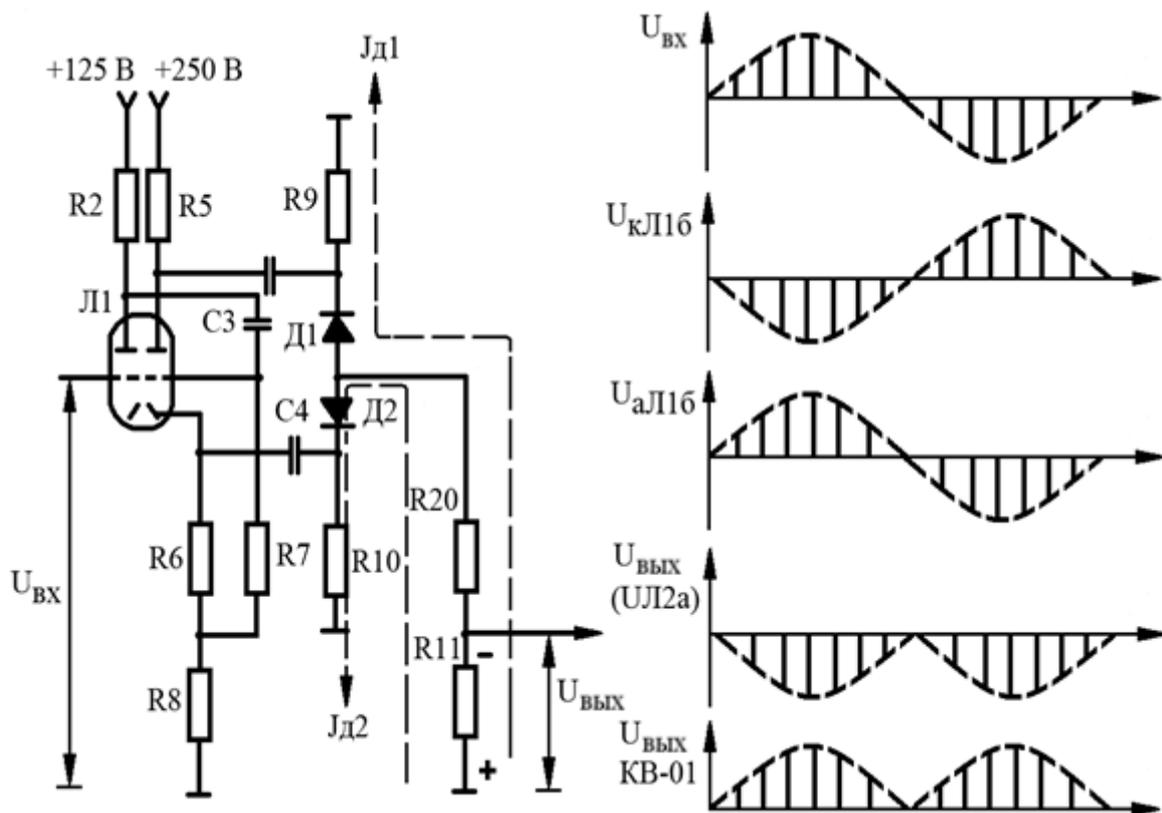


Рис. 6.59. Работа выходного выпрямителя

Сигналы видеоусилителя усиливаются по мощности катодным повторителем Лб и с разъема Ш/5а поступают на управляющую сетку Л3а субблока ФНУ-03.

Второй канал подавления заполнен по аналогичной схеме и состоит из однотипных элементов.

С разъема Ш/5а второго субблока КБУ-03 двухполярные сигналы целые и сигналы остатков нескомпенсированных помех поступают на выходной выпрямитель КВУ-02.

Субблок КВУ-02 предназначен для преобразования двухполярных импульсов в однополярные и усиления их по амплитуде и мощности.

В состав субблока КВУ-02 входят:

- входной видеоусилитель Л1а, собранный по схеме резисторного усилителя с отрицательной обратной связью;
- парафазный усилитель Л1б, создающий на анодной и катодной нагрузках разнополярные выходные импульсы одинаковой амплитуды;
- выпрямитель импульсов (Д1, Д2, R11, R20), преобразующий двухполярные входные импульсы в однополярные отрицательные импульсы;
- видеоусилитель Л2а, аналогичный входному видеоусилителю;
- выходной катодный повторитель Л3, усиливающий сигналы по мощности.

Выходные видеоимпульсы положительной полярности через разъем Ш1/8в субблока КВУ-02 поступают на выход блока КВ-01, где они смешиваются на общей нагрузке 75 Ом с выходными сигналами второго блока КВ-01. Использование

двух блоков КВ-0, огибающие входных сигналов, которых сдвинуты на 90° , приводит к стабильности амплитуд движущихся целей на выходе схемы вычитания (рис. 6.60).

Усилитель модулирующего напряжения ПВЧ-01 служит для усиления напряжения 13 МГц, поступающего с блока БП-06, для модуляции электронного луча потенциалоскопов.

Субблок состоит из двух идентичных каскадов резонансных усилителей Л1 и Л2, каждый из которых усиливает напряжение для одного из потенциалоскопов. Напряжение модуляции снимается с разъемов Ф21, Ф22. На управляющие сетки усилителей входное напряжение 13 МГц поступает с блока БП-06 через разъем Ф25. Это же напряжение через разделительные конденсаторы С20, С21 и разъемы Ф24, Ф23 поступает в качестве опорного напряжения на сигнальные пластины потенциалоскопов. Детекторы Д1 и Д2 с П-образными фильтрами подают выпрямленное напряжение 13 МГц на измерительный прибор ИП1 для контроля модулирующего напряжения.

Регулировкой индуктивностей L1 и L2 анодных контуров устанавливаются необходимые амплитуда и фаза модулирующего напряжения, при которых параметры потенциалоскопа оптимальны.

Напряжение питания 125 В на анодные цепи ламп усилителей подается через кнопку В4 ВЫКЛ.НЕС. и контакты 4-5 реле Р2. Реле Р2, резисторы R121, R122 и конденсатор С69 образуют реле времени, которое задерживает на 2-3 с подачу напряжения 13 МГц на управляющие электроды потенциалоскопов при поступлении анодных напряжений блока. Кнопкой В4 контролируется паразитное прохождение входного видеосигнала на выход блока КВ-01. При нажатии кнопки модулирующее напряжение не поступает на потенциалоскоп.

Усилитель бланкирующих импульсов собран на правой половине лампы Л3 субблока ФНУ-03. В исходном режиме усилитель заперт отрицательным напряжением, поступающим на сетку с резистора R36. Анодной нагрузкой усилителя служит резистор R46, являющийся также нагрузкой каскада подсвета первого потенциалоскопа. При поступлении с блока ФП-02 на вход усилителя бланкирующего импульса помехи с положительной амплитудой на нагрузке R46 формируется отрицательный импульс, который через конденсатор С24 поступает на управляющий электрод и запирает потенциалоскоп на время действия импульса несинхронной помехи.

Генератор развертки состоит из схемы расширения Л1, Л2, Л3, двух генераторов, пачек колебаний Л5, Л6, Л7, Л13 и Л8, Л9, Л10, Л14 и каскада подсвета Л4.

Схема расширения вырабатывает прямоугольные импульсы, длительность которых равна интервалу времени между импульсом запуска и срыва КВ.

Схема расширения состоит из кипп-реле Л2, катодного повторителя Л1б, каскада запуска Л3б и каскада срыва Л1а. Графики работы схемы расширения показаны на рис. 6.61.

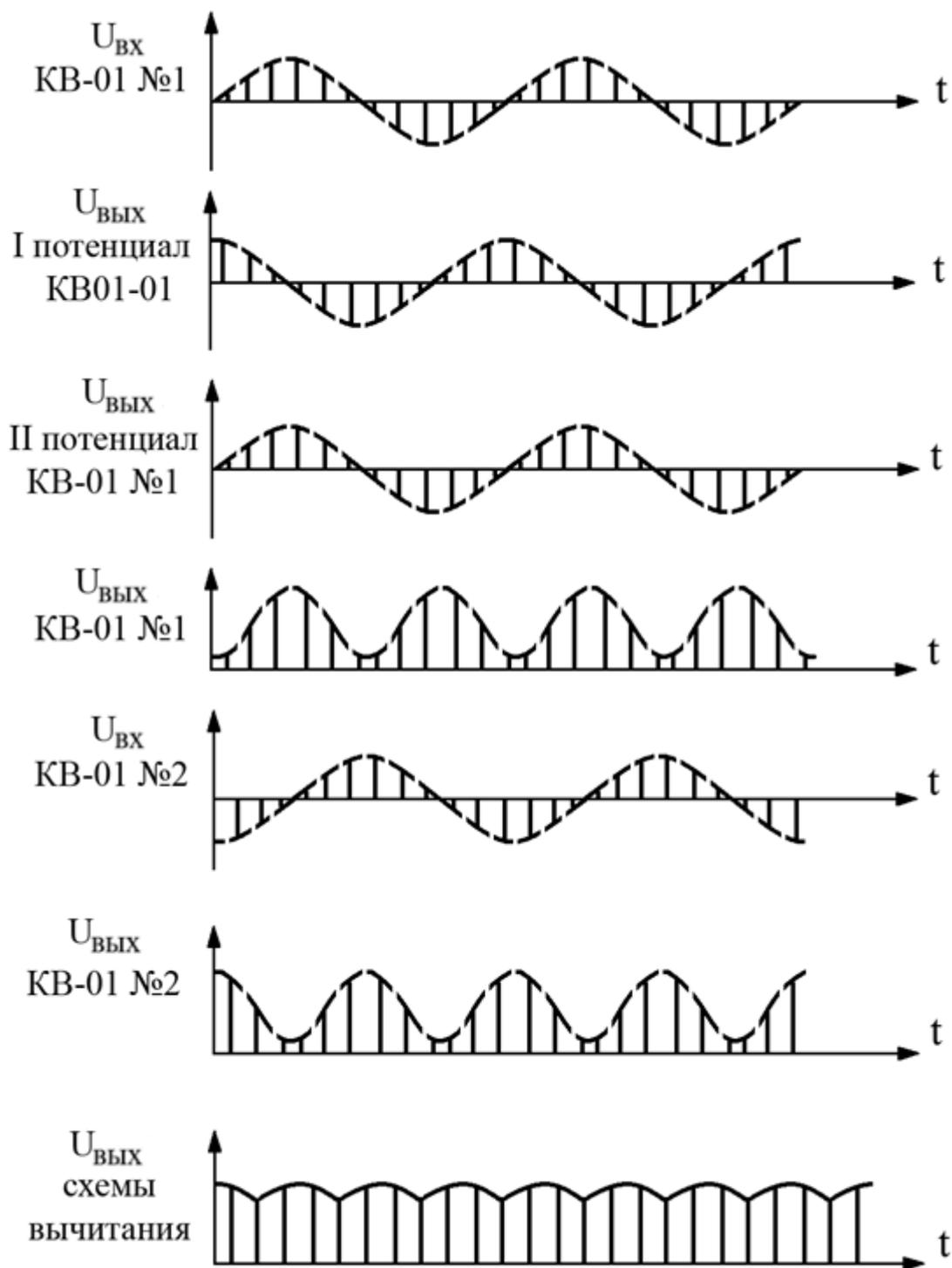


Рис. 6.60. Графики напряжений системы вычитания

При поступлении импульса срыва на сетку Л1а в ее анодной цепи формируется отрицательный импульс, который с нагрузки катодного повторителя Л1б поступает через конденсатор С49 на управляющую сетку Л2б и опрокидывает кипш-реле. Напряжение на катоде Л1б уменьшается, конденсатор С49 разряжается через резисторы R31, R36, удерживая в закрытом состоянии Л2б.

Импульсы запуска с анода Л3б запирают Л2а, и кипп-реле возвращается в исходный режим. Конденсатор С49 быстро заряжается через катодный повторитель Л1б и участок сетки – катод Л2б.

Таким образом, в интервале времени между импульсом запуска и импульсом срыва с анода Л2б снимается отрицательный прямоугольный импульс, который через катодный повторитель Л3а поступает на генераторы пачек колебаний и на каскад подсвета Л4.

Длительность отрицательных импульсов (длительность когерентной зоны) и их временное положение относительно импульсов запуска индикаторной аппаратуры зависит от выбранных режимов запуска и величины задержки импульсов запуска блоков КВ-01 (рис. 6.62).

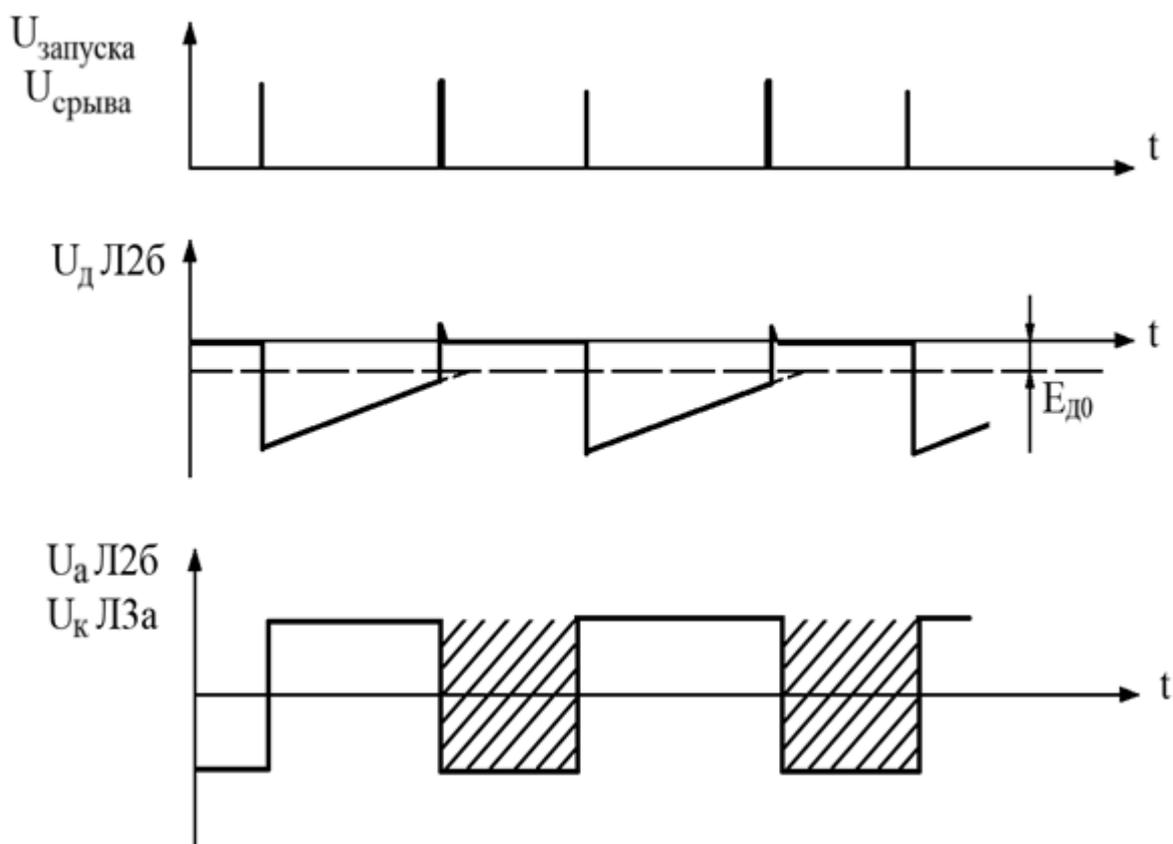


Рис. 6.61. Графики напряжений схемы расширения

Каскад подсвета Л4 отпирает потенциалоскопы на время прямого хода спиральной развертки. Он усиливает отрицательный импульс схемы расширения, меняет его полярность и подает на управляющие электроды потенциалоскопов через разделительные конденсаторы С24, С37. Двойной диод Л15 служит для быстрого восстановления исходного напряжения на конденсаторах С24, С37 после окончания импульса подсвета.

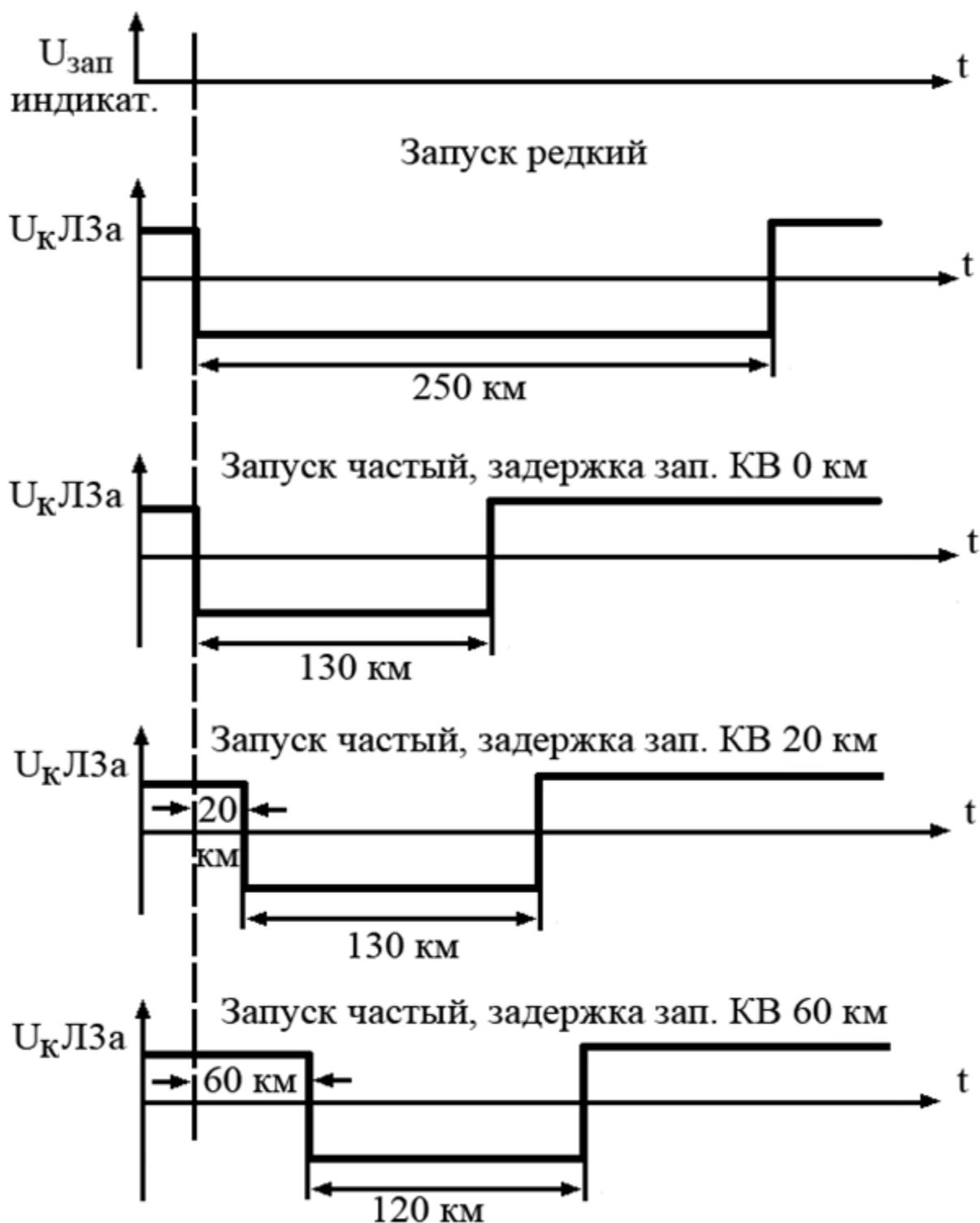


Рис. 6.62. Графики напряжений схемы расширения при различных режимах работы блока КВ-01

Генераторы пачек колебаний создают в отклоняющих катушках потенциалоскопов два синусоидальных тока с возрастающей амплитудой, сдвинутых относительно друг друга на 90° , что необходимо для спиральной развертки электронного луча каждого потенциалоскопа. Оба генератора пачек колебаний выполнены по аналогичной схеме.

Рассмотрим работу генератора пачек колебаний первого потенциоскопа.

Триоды Л5а и Л7б совместно с одной парой отклоняющих катушек L7 (выводы 4-6) и конденсаторами C53, C55 образуют генератор ударного возбуждения (рис. 6.63).

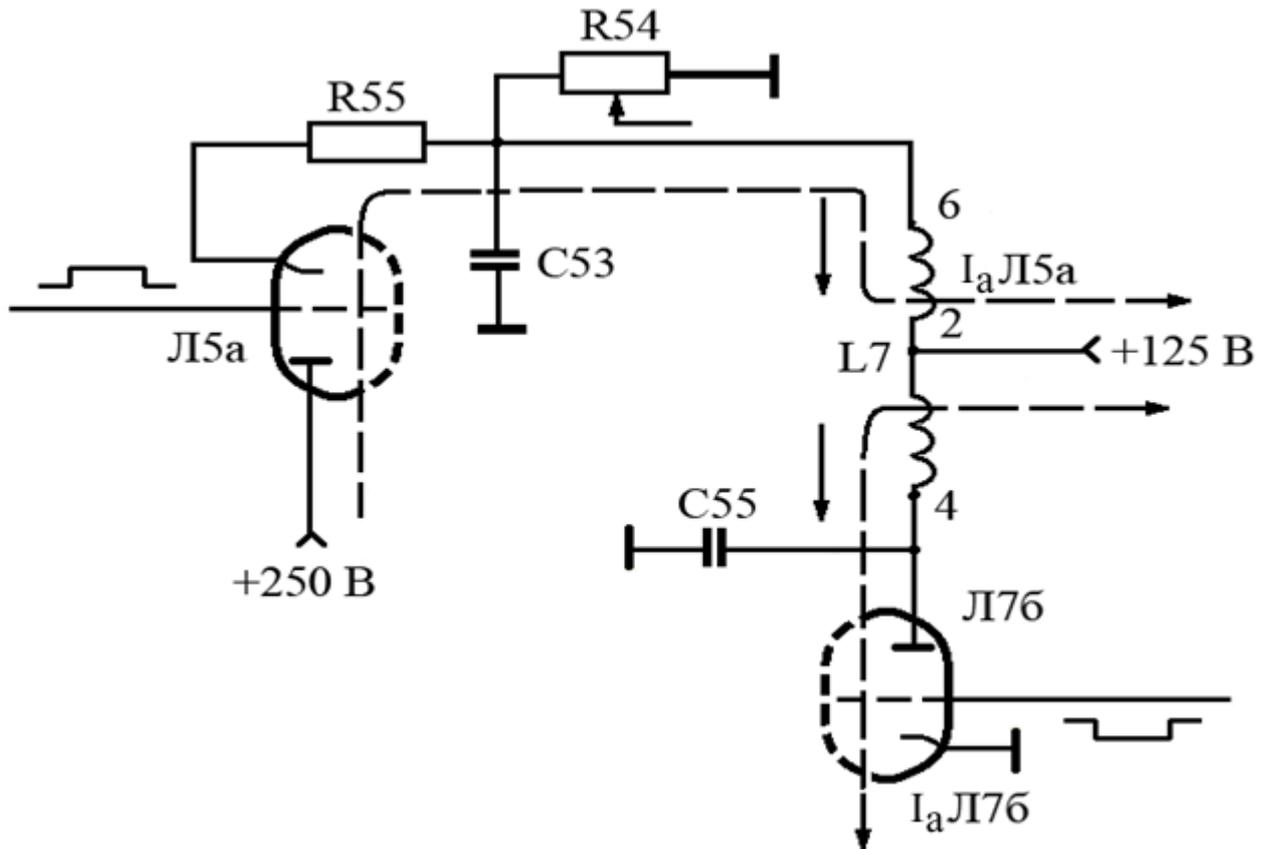


Рис. 6.63. Генератор ударного возбуждения

В исходном состоянии через катушку L7 протекает ток ламп Л5а и Л7б. При подаче отрицательного импульса со схемы расширения оба триода запираются и в контуре L7, C53, C55 возникают свободные затухающие колебания. Амплитуда колебаний зависит от начального тока ламп Л5а и Л7б и регулируется потенциометром R56 АМПЛ.1.

Для поддержания колебаний в контуре с нарастающей амплитудой используется каскад компенсации Лба. На сетку Лба поступает часть колебаний с выводов 4-2 отклоняющей катушки L7. После усиления эти колебания с анода Лба подводятся к катушке L7 (выводы 6-2) в фазе с колебаниями в контуре. Величина положительной обратной связи, а следовательно, и скорость нарастания колебаний в контуре регулируются потенциометром R65 ШАГ 1, изменяющим коэффициент усиления Лба.

После окончания действия отрицательного импульса схемы расширения лампы Л5а и Л7б отпираются, шунтируют контур и срывают в нем колебания.

Стабильность скорости нарастания амплитуды колебаний в пачках осуществляется схемой стабилизации Л13 (рис. 6.64). На лампе Л13б собран катодный детектор. На его сетку подается напряжение с контура.

В исходном состоянии Л13б заперта отрицательным напряжением с потенциометра R80 МАКС.АМПЛ.1. С возникновением нарастающих колебаний в контуре в катоде Л13б возрастают импульсы тока, которыми заряжается конденсатор C25 (рис. 6.65).

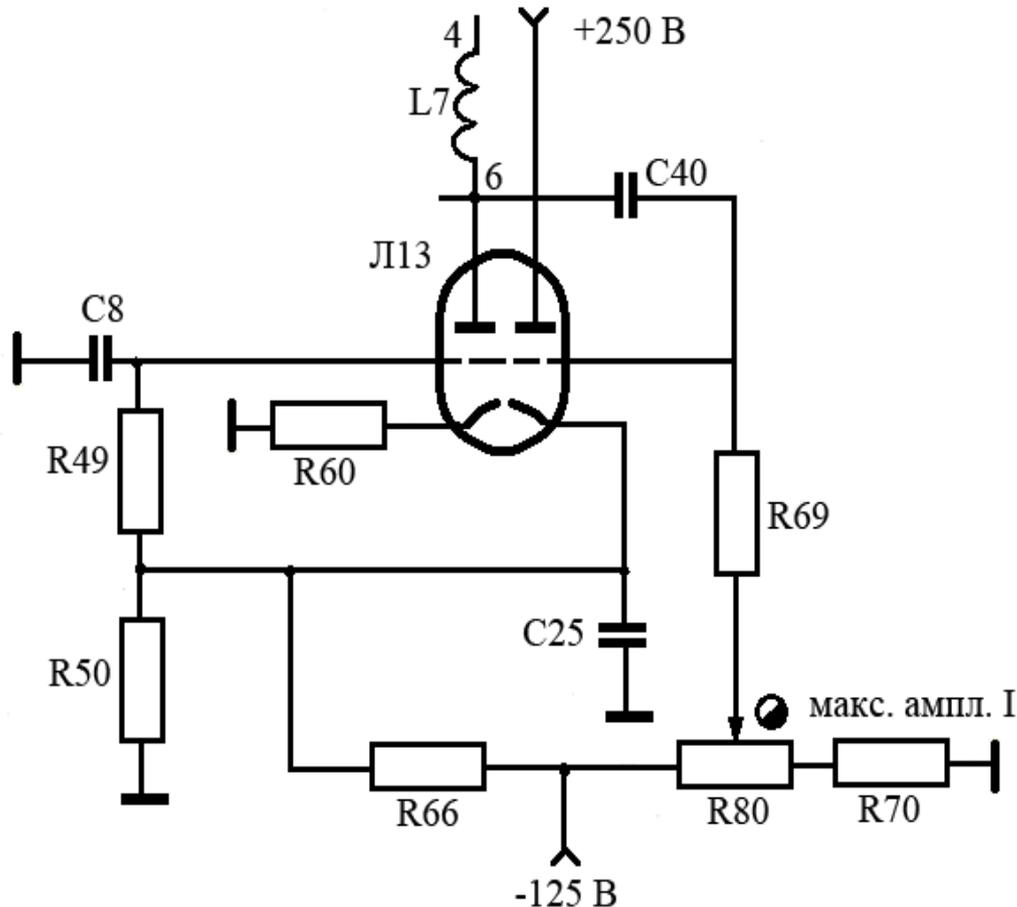


Рис. 6.64. Схема стабилизации

На верхней обкладке конденсатора растет положительное напряжение, которое вызывает смещение рабочей точки Л13б. В результате этого конденсатор C25 в каждый период подзаряжается током одинаковой величины, хотя входное напряжение на сетке Л13б растет. Таким образом, напряжение на конденсаторе C25 нарастает линейно. Его напряжение через сглаживающий фильтр R49, C8 подается на сетку Л13а, которая включена параллельно контуру и играет роль шунтирующего резистора. При линейном возрастании напряжения на сетке Л13а внутреннее сопротивление лампы меняется также по линейному закону, что обес-

печивает линейное нарастание колебаний в контуре. Уровень стабилизации амплитуды колебаний, а следовательно, и амплитуда последнего витка спирали регулируются потенциометром R80 МАКС.АМПЛ.1.

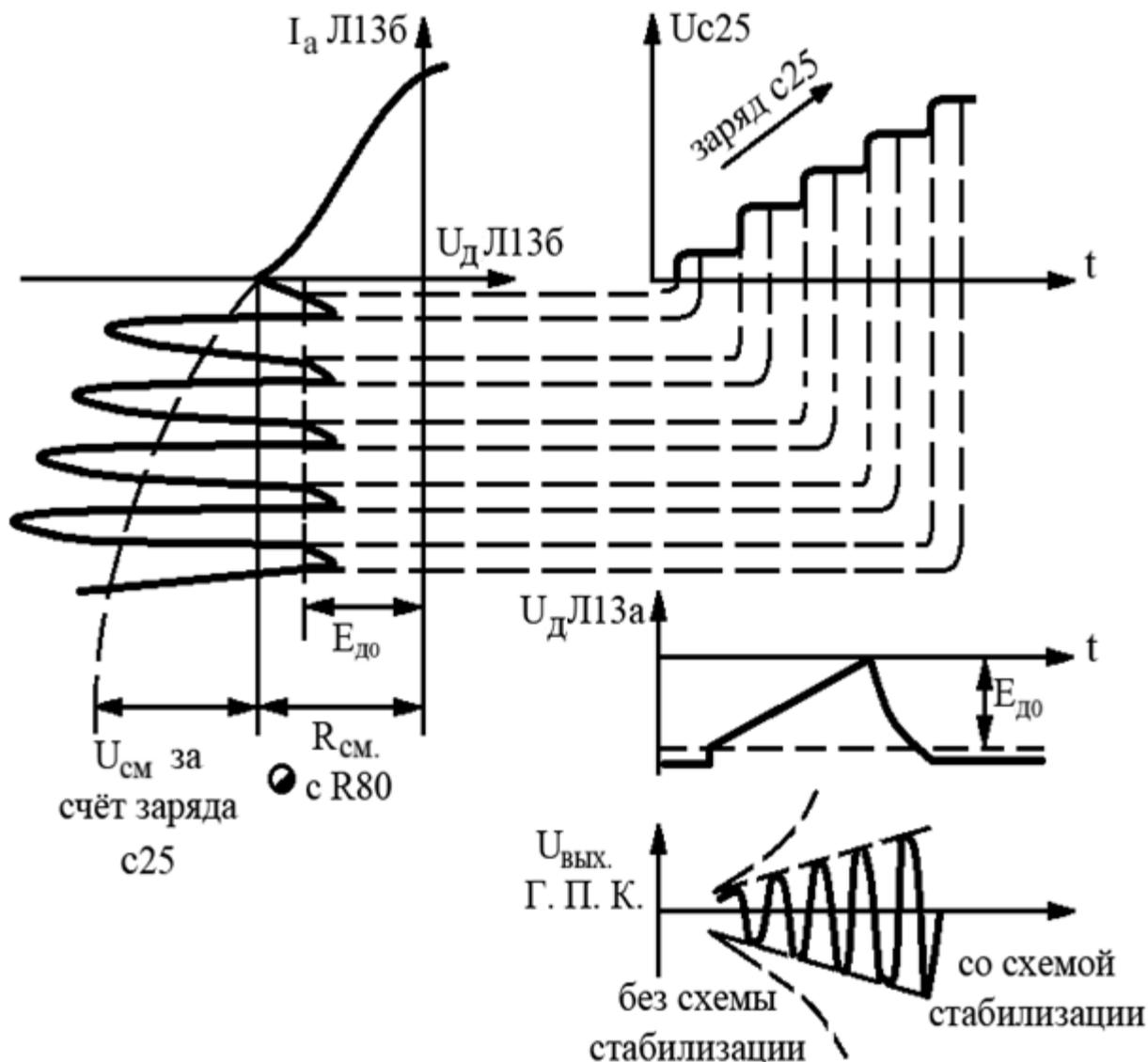


Рис. 6.65. Графики напряжений схемы стабилизации

Вторая отклоняющая катушка L8 (выводы 3-5) питается таким же током, но сдвинутом по фазе на 90° относительно тока первой катушки L7 (выводы 4-6). Это достигается следующим образом. В генераторе ударного возбуждения Л5а и Л7б напряжение на катушке L7 сдвинуто на 90° относительно тока. Часть этого напряжения подается на сетки Л5б и Л7а, нагрузкой которых служит катушка L7 (выводы 3-5). Ток через катушку протекает в фазе с напряжением на сетках ламп Л5б и Л7а, а значит, сдвинуто на 90° относительно тока первой катушки L7, сохраняя остальные его параметры.

Существующий при индуктивной нагрузке некоторый фазовый сдвиг между напряжением и током Л5б и Л7а компенсируется фазосдвигающей цепью С57, R77, R114. Корректировка этого сдвига осуществляется потенциометром

R114 ФАЗА. I. Равенство амплитуд токов в катушках L7 устанавливается потенциометром R54 СИММЕТР. 1, изменяющим величину напряжения колебаний на сетке L5б.

Центрирование развертки на мишени потенциалоскопа осуществляется изменением постоянных токов, протекающих через отклоняющие катушки L7 с помощью потенциометров R68 и R81, R82 ЦЕНТР.1.

В генераторе пачек колебаний второго потенциалоскопа выполнены: генератор ударного возбуждения – на Л8а, Л10б, каскад компенсации – на Л9а, схема стабилизации – на Л14, усилители токов второй отклоняющей катушки L10 – на Л8б, Л10а, центрирующий каскад – на Л9б.

Для повышения срока службы электровакуумных приборов в блоке КВ-01 предусмотрена возможность выключения постоянных напряжений и понижения накала до 4,6 В во время работы высотомера в амплитудном режиме. В этом режиме выключается выпрямитель 1800 В, питающий цепи высокого напряжения потенциалоскопов, а на разъем Ш/7 блока КВ-01 поступает 27 В для включения реле Р1. Его контакты Р1а выключают анодное питание блока БИ-05М, а контакты Р1б понижают накальные напряжения трансформаторов Тр1 и Тр2.

Переключатель В5 ПРОГНОЗ-РАБОТА и резистор R118 служат для понижения накала при прогнозировании отказов электровакуумных приборов.

6.4.5. Блок защиты от несинхронных импульсных помех ФП-02

Блок ФП-02 предназначен для подавления импульсов несинхронных помех на всей дистанции:

Технические данные:

- амплитуда входных эхо-сигналов несинхронных импульсных помех до 6 В;
- коэффициент передачи входных эхо-сигналов равен 1;
- подавление сигналов несинхронной импульсной помехи – не менее чем в 10 раз;
- подавление помехи обеспечивается, если частота следования импульсов помехи отличается от частоты запуска высотомера или частот, кратных частоте запуска не менее чем на 3 Гц.

Блок ФП-02 имеет два канала (рис. 6.66):

- канал выделения помехи;
- канал подавления помехи.

Эхо-сигналы и сигналы несинхронной помехи с амплитудного выхода приемника РП-08 подаются одновременно в оба канала блока ФП-02.

Принцип работы фильтра несинхронных помех основан на использовании непостоянства времени появления сигналов несинхронных помех относительно импульсов запуска.

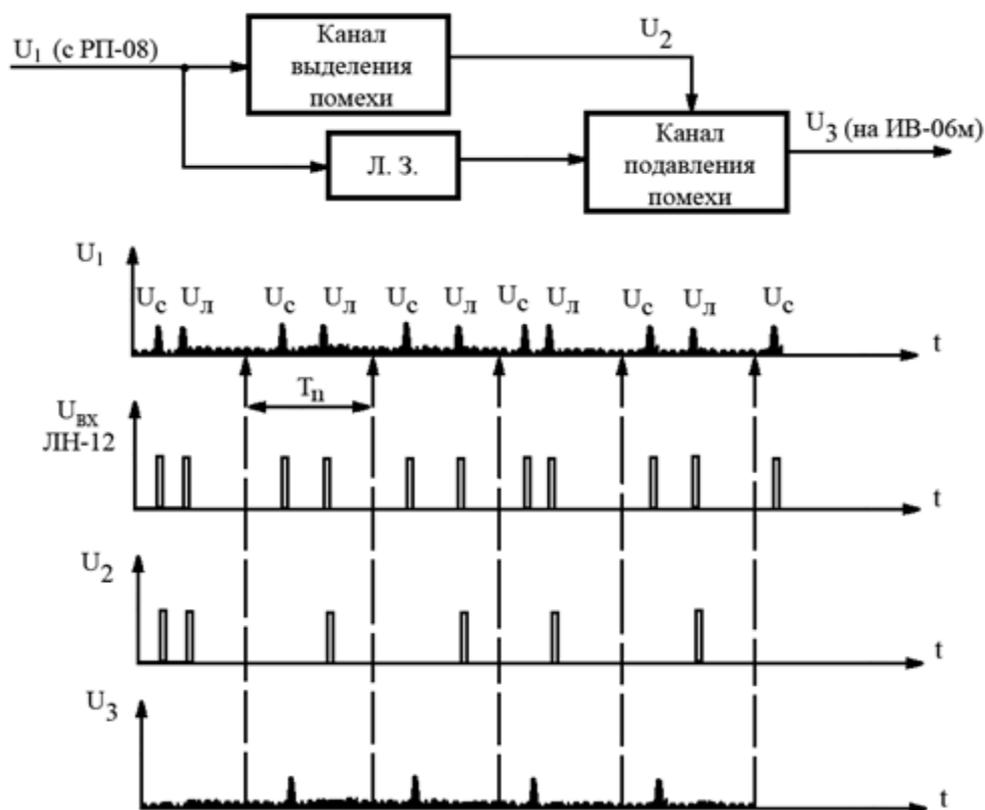


Рис. 6.66. Принцип подавления несинхронных помех

Основным элементом канала выделения помехи является вычитающий потенциалоскоп ЛН-12, который подавляет эхо-сигналы и выделяет сигналы несинхронных помех, т. к. амплитуда эхо-сигналов в соседних периодах запуска практически постоянная. Сигналы записи несинхронных помех, поступающие в схему подавления, во времени совпадают с сигналами несинхронных помех, содержащимися в общем сигнале, и взаимно компенсируются в каждом периоде запуска. На выход блока проходят эхо-сигналы. Сигналы списывания помехи, создающиеся на выходе потенциалоскопа, в блоке ФП-02 не используются (рис. 6.67).

Сигналы с амплитудного выхода приемника РП-08 проходят приемник ПБО (блок Р0-03) и через переключатель РАБОТА-КОНТРОЛЬ поступают одновременно в канал выделения помехи и в канал подавления помехи блока ФП-02.

В канале выделения помехи сигналы подаются на каскад формирования нормированных импульсов. Этот каскад отсекает шумы и формирует из эхо-сигналов и сигналов помех нормированные по амплитуде и длительности сигналы, которые после усиления входным усилителем поступают на сигнальные пластины вычитающих потенциалоскопов.

В блоке используется два потенциалоскопа, т. к. из-за ограниченной разрешающей способности один потенциалоскоп не может перекрыть дистанцию более 250 км. Потенциалоскопы работают поочередно: первый – от импульса запуска до импульса срыва, второй – от импульса срыва до импульса запуска.

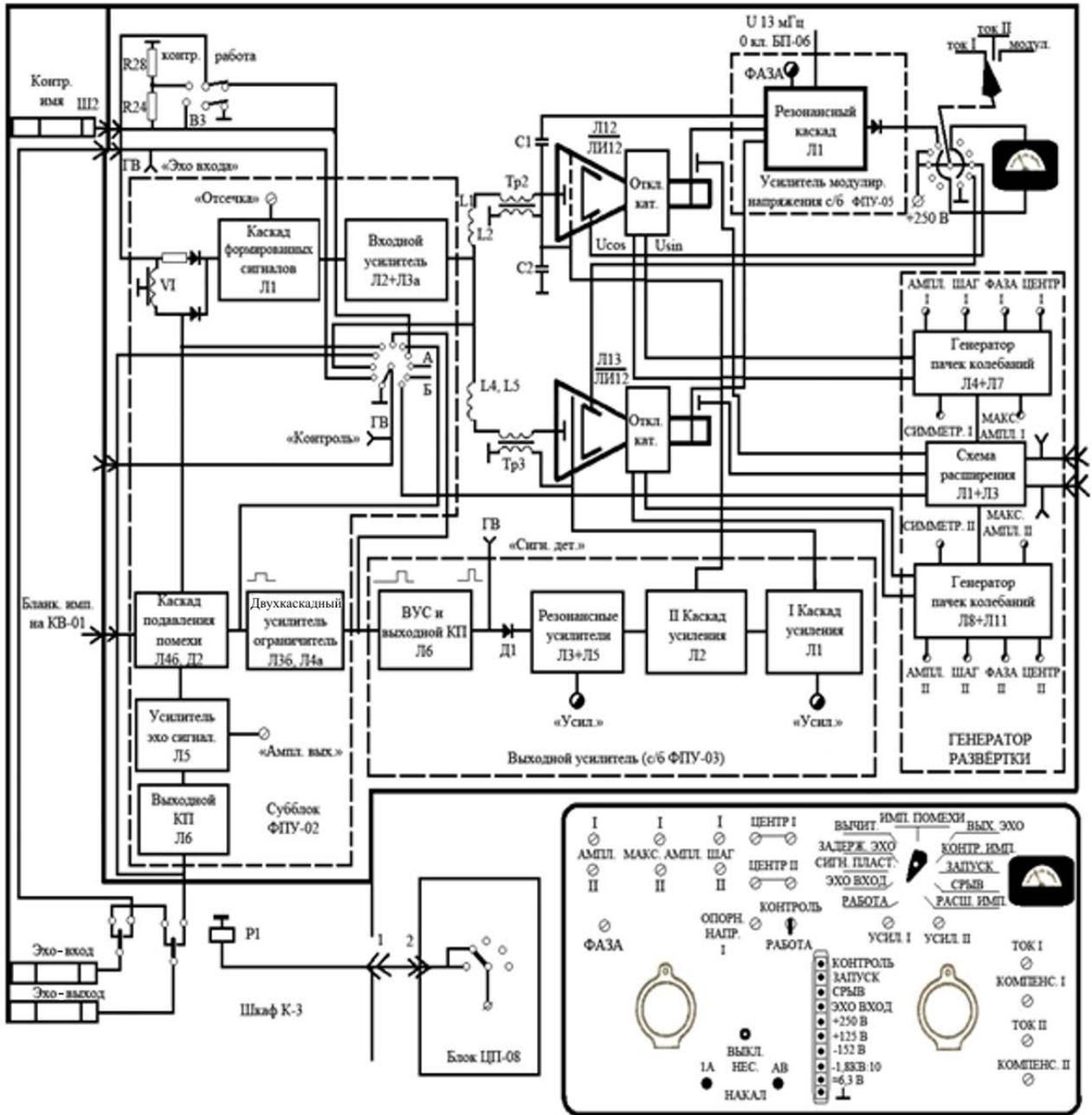


Рис. 6.67. Структурная схема блока ФП-02

Потенциалоскопы осуществляют череспериодное вычитание сигналов, в результате которого через них не проходят сигналы, следующие с частотой запуска радиовысотомера (сигналы целей и местных предметов), и выделяются сигналы, частота следования которых отлична от частоты запуска высотомера (несинхронные помехи).

Сигналы, снимаемые с барьерных сеток потенциалоскопов, усиливаются выходным усилителем и преобразуются в видеоимпульсы детектором.

С детектора импульсы поступают на усилитель-ограничитель канала подавления, который формирует импульсы подавления помехи. Эти импульсы поступают в каскад подавления помехи и на выход блока ФП-02 (бланкирующий импульс для блока КВ-01).

На каскад подавления через линию задержки приходят также входные сигналы блока, которые шунтируются каскадом на время действия импульса подавления помехи. Так как импульс подавления совпадает по времени с импульсом несинхронной помехи входного сигнала, то с выхода каскада подавления поступают только эхо-сигналы целей и местных предметов, которые после усиления подаются на выход блока ФП-02.

Генератор развертки состоит из схемы расширения и двух идентичных генераторов пачек колебаний.

Схема расширения управляет работой генераторов пачек колебаний первого и второго потенциалоскопов разнополярными прямоугольными импульсами, что обеспечивает последовательную работу потенциалоскопов. Схема генераторов пачек колебаний применена та же, что и для блоков КВ-01.

Рассмотрим работу блока ФП-02 по принципиальной схеме.

При установке на блоке ЦП-08 переключателя РЕЖИМЫ РАБОТЫ в положения СЕЛЕКЦИЯ или СЕЛЕКЦИЯ КВ включается реле Р1 шкафа К-3, которое своими контактами подает сигналы амплитудного выхода приемника РП-08 на разъем Ш2/2 блока ФП-02. Эти сигналы через переключатель В3, установленный в положение РАБОТА, поступают на схему расширения субблока ФПУ-02, состоящую из линий задержек У1, У2 и диодов Д4, Д5. Расширенные на 2 мкс импульсы поступают через конденсатор С2 на вход каскада формирования нормированных сигналов Л1, выполненный по схеме триггера уровня. В исходном режиме Л1а закрыта отрицательным напряжением, поступающим на сетку с резисторов R1, R2, а Л1б – открыта. Уровень срабатывания триггера определяется напряжением смещения на сетке Л1а и регулируется потенциометром R2 ОТСЕЧКА так, чтобы триггер не срабатывал от шумов приемника. Выходные сигналы положительной амплитуды с анодной нагрузки R7 подаются на входной усилитель, собранный на лампах Л2 и Л3а.

Входной усилитель состоит из усилителя Л2а и катодного повторителя Л2б, в катод которого в качестве нелинейной управляющей нагрузки включен триод Л3б. Выходные сигналы отрицательной полярности через конденсатор С6 и ножевые разъемы 3а, 4а субблока поступают на сигнальные пластины потенциалоскопов.

Сигналы с барьерных сеток потенциалоскопов Л12 и Л13 поступают соответственно через входные разъемы Вх.1 и Вх.П на выходной усилитель ФПУ-03. В состав субблока ФПУ-03 входят пять каскадов резонансных усилителей на 13 МГц (Л1–Л5), детектор Д1, видеоусилитель Л6а и выходной катодный повторитель Л6б.

Усилитель на Л1 усиливает выходные сигналы второго потенциалоскопа. Потенциометр R127 УСИЛ.П, расположенный на лицевой панели блока, регули-

рует коэффициент усиления каскада, что позволяет выровнять амплитуды сигналов обоих потенциалоскопов на контуре L3, C7, являющемся общей нагрузкой для усилителей Л1 и Л2.

Опорное напряжение 13 МГц субблока ФПУ-05 и выходные сигналы потенциалоскопа Л12 поступают по цепи барьерной сетки через конденсатор С3 во входной контур усилителя Л2. Замешанные на контуре L3, C7 выходные сигналы потенциалоскопов и опорное напряжение усиливаются усилителями Л3-Л5 и детектируются диодом Д1. На выходе детектора сигналы записи имеют отрицательную полярность, а сигналы списывания – положительную.

Видеосигналы с выхода детектора усиливаются видеоусилителем Л6а и через катодный повторитель Л6б положительные импульсы записи поступают в канал, подавления помехи субблока ФПУ-02 для формирования бланкирующих импульсов помехи.

Потенциометр R128 УСИЛ. регулирует амплитуду выходных импульсов субблока ФПУ-03 изменением коэффициента усиления усилителя Л3.

Схема формирования бланкирующего импульса помехи выполнена на усилителе Л3б и усилителе-ограничителе Л4а субблока ФПУ-02. В исходном режиме усилитель Л3б заперт отрицательным напряжением, подаваемым на управляющую сетку с резистора R27. Такой режим работы усилителя обеспечивает подавление во входной цепи положительных остатков эхо-сигналов целей и отрицательных сигналов, формирующихся при списывании помехи.

Положительные импульсы записи сигнала помехи усиливаются усилителем Л3б и с его анодной нагрузки R26 отрицательной полярности поступают на вход усилителя-ограничителя Л4а. Выходной сигнал ограничителя положительной полярности с анодной нагрузки R33 поступает через конденсатор С12 на управляющую сетку Л4б каскада подавления помехи.

С катодной нагрузки ограничителя R32 импульс поступает в цепь осциллографического контроля.

Каскад подавления несинхронной помехи представляет собой электронный ключ, выполненный на диоде Д2, который управляется бланкирующими импульсами помехи через лампу Л4б. Анодная цепь Л4б питается напряжением –125 В. В исходном режиме лампа заперта напряжением делителя R34, R35, включенного в цепь катода. Напряжение на аноде Л4б и катоде диода Д2 равно нулю.

Входные сигналы, поступающие с амплитудного выхода приемника РП-08, содержащие эхо-сигналы и несинхронные сигналы помехи с положительной амплитудой, в субблоке ФПУ-02 задерживаются линиями издержки У1, У2 на 2 мкс и через конденсатор С13 и ограничительный резистор R42 поступают на вход видеоусилителя Д5.

При отсутствии сигнала помехи (бланкирующего импульса) диод Д2 пропускает на вход видеоусилителя положительные импульсы эхо-сигналов, т. к. его сопротивление велико (ключ открыт). В момент появления на входе видеоусилителя сигнала несинхронной помехи на сетку Л4б поступит положительный бланкирующий импульс помехи, который откроет лампу Л4б, и через диод Д2 потечет ее анодный ток.

Сопротивление диода резко уменьшится. Резистор R41 шунтируется прямым сопротивлением диода Д2 (ключ заперт). Входной сигнал несинхронной помехи делится на резисторе R42 и прямом сопротивлении диода Д2. Так как R42 $R_{ид2}$, то сигнал помехи на вход видеоусилителя практически не проходит.

Диод Д3 уменьшает время восстановления конденсатора С13.

С катода Л4б бланкирующий импульс помехи поступает на выход блока ФП-02 через разъем Ш2/4 для подавления несинхронных импульсных помех в блоках КВ-01.

Усиленные двухкаскадным видеоусилителем Л5 эхо-сигналы положительной полярности через катодный повторитель Л6 и разъем Ш2/3 поступают на выход блока ФП-02.

Амплитуда выходных эхо-сигналов регулируется потенциометром R45 АМПЛ.ВЫХ, изменяющим величину сигнала на сетке Л5б.

Усилитель модулирующего напряжения ФПУ-05 представляет собой резонансный каскад усиления на Л1. Анодной нагрузкой каскада служит контур, образованный индуктивностью Л1 и емкостью кабелей, по которым модулирующее напряжение поступает на управляющие электроды потенциалоскопов. Часть напряжения, снимаемого с контура, детектируется диодом Д1 и через фильтр поступает на миллиамперметр N3 для контроля. Модулирующее напряжение с регулируемой линией задержки У1 ФАЗА поступает через разъем 3 на емкостный делитель С2, С3, включенный в цепь барьерной сетки потенциалоскопа Л12. Переменным конденсатором С1 0ЮШ.НАПР.1 регулируется амплитуда опорного напряжения на входном контуре усилителя Л2 субблока ФПУ-03.

Напряжение 13 МГц, поступающее с блока БП-06, ограничивается на входе усилителя Л1 схемой, состоящей из диодов Д2, Д3 и потенциометра R10 РЕГ. Диод Д2 пропускает на вход усилителя только отрицательные полупериоды напряжением 13 МГц. Потенциометр R10 задает на диоде Д3 уровень ограничения амплитуды отрицательных полупериодов напряжения 13 МГц на входе усилителя, что позволяет регулировать амплитуду выходного модулирующего напряжения.

Кнопка В2 ВЫКЛ.НЕС. снимает анодное напряжение +125 В с усилителя при контроле функционирования блока.

Реле Р2, резисторы R129, R130 и конденсатор С образуют реле времени, которое контактами реле Р2 задерживает на 2–3 с подачу напряжения 13 МГц на потенциалоскоп при включении источника +250 В.

Генератор развертки состоит из схемы расширения и двух идентичных генераторов пачек колебаний.

Схема расширения содержит синхронизируемый мультивибратор Л2, Л1б, Л3а и каскады синхронизации Л1а и Л3б.

В исходном режиме оба каскада синхронизации заперты отрицательным напряжением, поступающим на управляющие сетки с делителей напряжения –125 В.

Импульсы запуска и срыва, поступающие с контактов 1 и 8 разъема Ш2 на соответствующие входы каскадов синхронизации, вызывают поочередное опро-

кидывание мультивибратора. Отрицательный импульс анодной цепи Л26, формирующийся в промежуток времени между импульсом запуска и импульсом срыва, через катодный повторитель Л16 поступает на генератор пачек колебаний (Л4–Л7) и каскад подсвета Л20а первого потенциалоскопа.

Отрицательный импульс на аноде Л2а формируется в промежуток времени между импульсом срыва и импульсом запуска. Этим импульсом через катодный повторитель Л3а запускается генератор пачек колебаний (Л8–Л11) и управляется каскад подсвета Л20б второго потенциалоскопа, чем обеспечивается поочередная работа потенциалоскопов блока ФП-02.

Каскады подсвета, собранные на лампе Л20, при поступлении на сетки управляющих отрицательных импульсов формируют в анодных цепях положительные импульсы, которыми отпираются потенциалоскопы на время формирования спиральной развертки. Диоды Д2 и Д9 фиксируют нулевой потенциал на сетках триодов при отсутствии управляющих отрицательных импульсов.

Схемы генераторов пачек колебаний блоков ФП-02 и КВ-01 идентичны.

В генераторе пачек колебаний первого потенциалоскопа выполнены: генератор ударного возбуждения – на Л4, каскад компенсации – на Л5а, схема стабилизации – на Л7, усилитель токов второй отклоняющей катушки Л3 – на Л6б, Л5б, центрирующий каскад – на Лба.

В генераторе пачек колебаний второго потенциалоскопа выполнены: генератор ударного возбуждения – на Л8, каскад компенсации – на Л9а, схема стабилизации – на Л11, усилитель токов второй отклоняющей катушки Л6 – на Л10б, Л9б, центрирующий каскад – на Л10а.

Реле Р1 включается напряжением +27 В, которое поступает с разъема Ш2/9 при установке на блоке Ц2-08 переключателя РЕЖИМЫ РАБОТЫ в положение СЕЛЕКЦИЯ или СЕЛЕКЦИЯ КВ. Его контакты 4-5 подают напряжение +125 В на усилитель субблока ФПУ-05.

При выдвигании блока ФП-02 из отсека шкафа К-3 разрывается цепь блокировки и в блоке БП-06 выключается выпрямитель –1,8 кВ и генератор 13 МГц. Отжимный выключатель шкафа К-3 В5 ВЫКЛ.БЛОКИР. позволяет заблокировать цепь блокировки.

6.4.6. Блок питания и контроля БП-06

Блок БП-06 предназначен для питания, контроля настройки блоков КВ-01 и ФП-02.

В состав блока БП-06 входят:

- контрольный осциллограф ИК-05;
- генератор контрольных импульсов БКГ-01;
- генератор опорного напряжения 13 МГц ПГ-03;
- стабилизированный высоковольтный выпрямитель БВ-05.

Блок выдает контрольные импульсы, напряжение с частотой 13 МГц и выпрямленное напряжение –1800 В.

В зависимости от режима работа блок БП-06 выдает следующие контрольные импульсы:

- режим ПАЧКА – пачку из восьми импульсов;
- режим ЧЕРЕЗ ПЕРИОД – череспериодную последовательность импульсов;
- режим НЕПРЕРЫВНО – непрерывную последовательность импульсов;
- режим НЕСИНХР. ИМП. – непрерывную последовательность импульсов, несинхронных с импульсом запуска.

Во всех режимах амплитуда контрольных импульсов на выходе блока измеряется на нагрузке 150 Ом, не менее 24 В в течение 4–8 мкс. В режимах ПАЧКА, ЧЕРЕЗ ПЕРИОД и НЕПРЕРЫВНО контрольные импульсы задержаны относительно запуска на время, равное 30–50 мкс.

При контроле работы второго потенциалоскопа блока ФП-02 контрольные импульсы задержаны относительно импульсов срыва на 30–50 мкс. Период повторения несинхронных импульсов 156–178 мкс. Блок выдает напряжение с частотой 13 МГц и амплитудой 12 В и стабилизированное выпрямленное напряжение –1800 + 50 В. Структурная схема БП-06 приведена на рис. 6.68.

При подаче питающих напряжений на блок БП-06 начинают работать все его субблоки.

Для нормальной работы генератора контрольных импульсов БКГ-01 необходимы импульсы запуска и срыва, выдаваемые блоком ДД-08.

Субблок БКГ-01 работает следующим образом. Импульсы запуска подаются на каскад задержки (фантастрон), который вырабатывает импульсы длительностью 40 + 10 мкс. Этот импульс дифференцируется цепью С3, R10 и своим задним фронтом запускает генератор задержанных импульсов. Одновременно импульс фантастрона поступает на первый каскад деления и запускает его передним фронтом. Импульсы с выхода генератора задержанных импульсов подаются на каскады формирования череспериодных импульсов, а также на переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ.

Каскады формирования череспериодных импульсов и пачки импульсов управляются импульсами первого и четвертого делителей соответственно.

Импульсы, сформированные в каскадах формирования череспериодных импульсов, и пачки импульсов поступают также на переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ.

При установке переключателя В2 КОНТРОЛЬ в положение 1 импульсы запуска через контакты 1 платы поступают на лампу запуска Л1а и запускают фантастрон, собранный на лампах Л2 и Л1б. Длительность импульса фантастрона зависит от исходного напряжения на аноде Л2 и постоянной времени цепи С2, R5.

С катодной нагрузки R62 (рис. 6.69) расширенный импульс длительностью 40 мкс подается на дифференцирующую цепь С3, R10. Положительный импульс от заднего фронта расширенного импульса подается на сетку лампы запуска Л3а. Лампа Л3а открывается и запускает блокинг-генератор Л3б, который формирует на катодной нагрузке R12 задержанный импульс.

В зависимости от режима работы блока БП-06 соответствующие импульсы поступают на каскад формирования контрольных импульсов.

Рассмотрим работу субблока БКГ-01 на принципиальной схеме.

Блокинг-генератор ЛЗб во всех режимах работы, кроме НЕСИНХР. ИМП., заперт отрицательным напряжением, поступающим на управляющую сетку с резистора R14. При установке переключателя В 1 РЕЖИМ РАБОТЫ в положение НЕСИНХР. ИМП. с потенциометра R5 НЕСИНХР. ИМП. в цепь управляющей сетки ЛЗб подается положительное напряжение и блокинг-генератор переходит из ждущего режима в автоколебательный режим. Частота следования импульсов блокинга-генератора зависит от исходного напряжения на управляющей сетке и регулируется потенциометром R5.

При работе блокинг-генератора в автоколебательном режиме средний потенциал сетки ЛЗб становится более отрицательным, чем в ждущем режиме. Напряжение управляющей сетки ЛЗб через сглаживающий фильтр R15, Сб поступает на управляющую сетку лампы ЛЗа, что исключает запуск блокинг-генератора задним фронтом импульса фантастрона.

С катодной нагрузкой R13 импульс поступает на контакты 5-6 переключателя В1 РЕЖИМ РАБОТЫ, а также на схемы формирования череспериодных импульсов и пачки импульсов, выполненные соответственно на диоде Д10, лампе Л10б и диоде Д9, лампе Л10а.

Работой схем формирования управляет делитель частоты следования импульсов, выполненный на четырех триггерах со счетным входом (Л6–Л9).

Триггер Л6 опрокидывается передним фронтом импульса фантастрона Л2. Длительность импульсов первого триггера равна периоду повторения импульсов запуска. В каждом последующем триггере длительность импульсов увеличивается в два раза.

Таким образом, длительность импульсов четвертого триггера будет равна восьми периодам повторения импульсов запуска.

Импульсы первого триггера управляют схемой формирования череспериодного импульса, а четвертого – пачками импульсов, запирая и отпирая лампы Л10б и Л10а соответственно на один и восемь периодов.

Схемы формирования работают следующим образом. В цепь анода Л10б включен диод Д10, на который через цепь R59, С24 подаются задержанные на 40 мкс импульсы блокинг-генератора ЛЗб. Аналогичным образом импульсы блокинг-генератора подаются через цепь R58, С23 на диод Д9, включенный в анодную цепь триода Л10а.

Когда лампа открыта, то в анодной цепи протекает ток через диод Д9 (Д10). Открытые диоды шунтируют импульсы блокинг-генератора.

Если лампа закрыта, импульсы проходят на переключатель В1 и далее на вход каскада формирования контрольных импульсов, который выполнен по схеме кипп-реле на лампах Л4 и Л5.

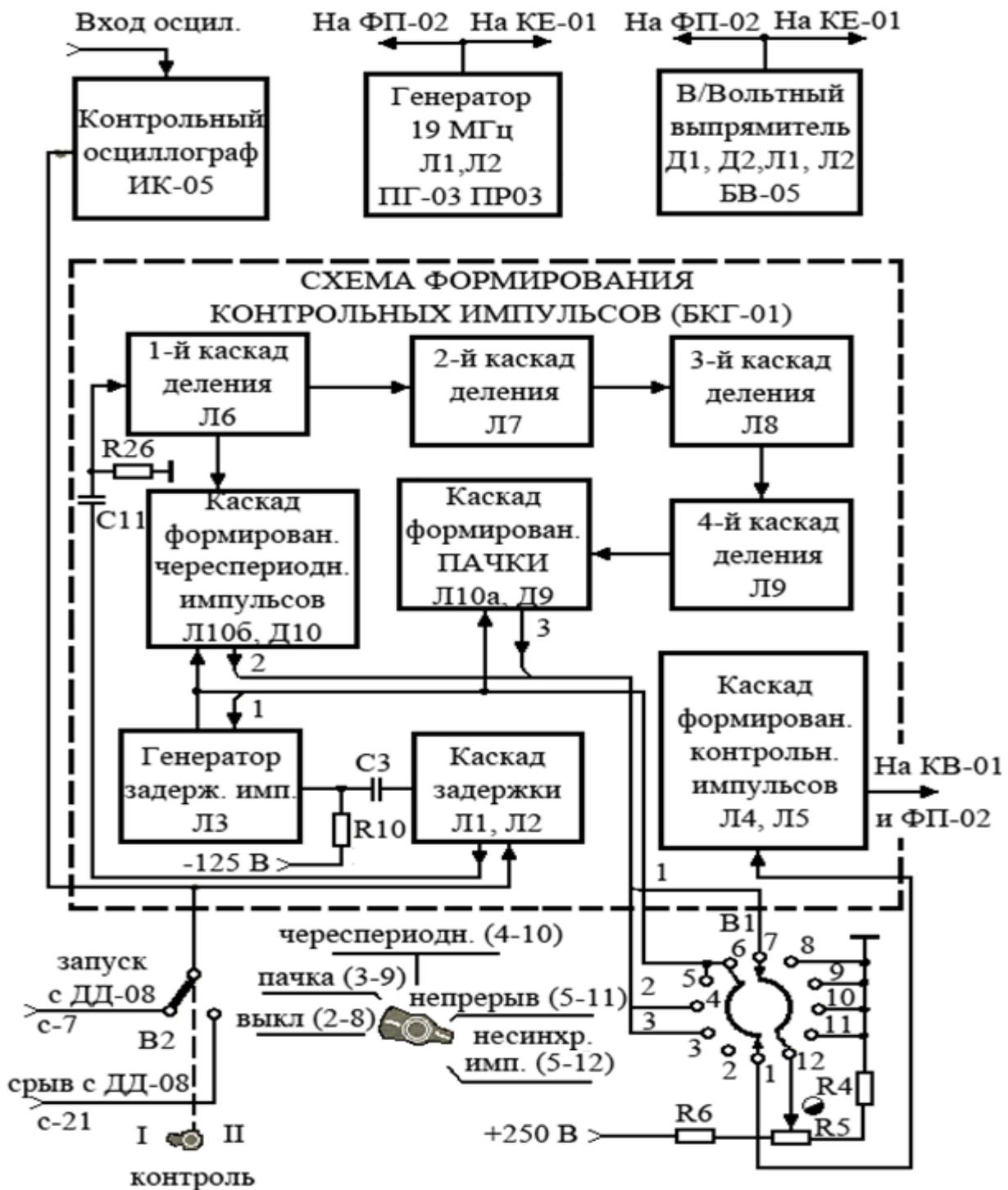


Рис. 6.68. Структурная схема блока БП-06

Левый триод выполняет функции запускающей лампы. В зависимости от положения переключателя С1 блока БП-06 на сетку Л4а подаются либо импульсы с выходов схем формирования череспериодных импульсов и пачки импульсов (в режиме ЧЕРЕЗ ПЕРИОД или ПАЧКА), либо импульсы с выхода блокинг-генератора (в режимах НЕПРЕРЫВНО или НЕСИНХР. ИМП.).

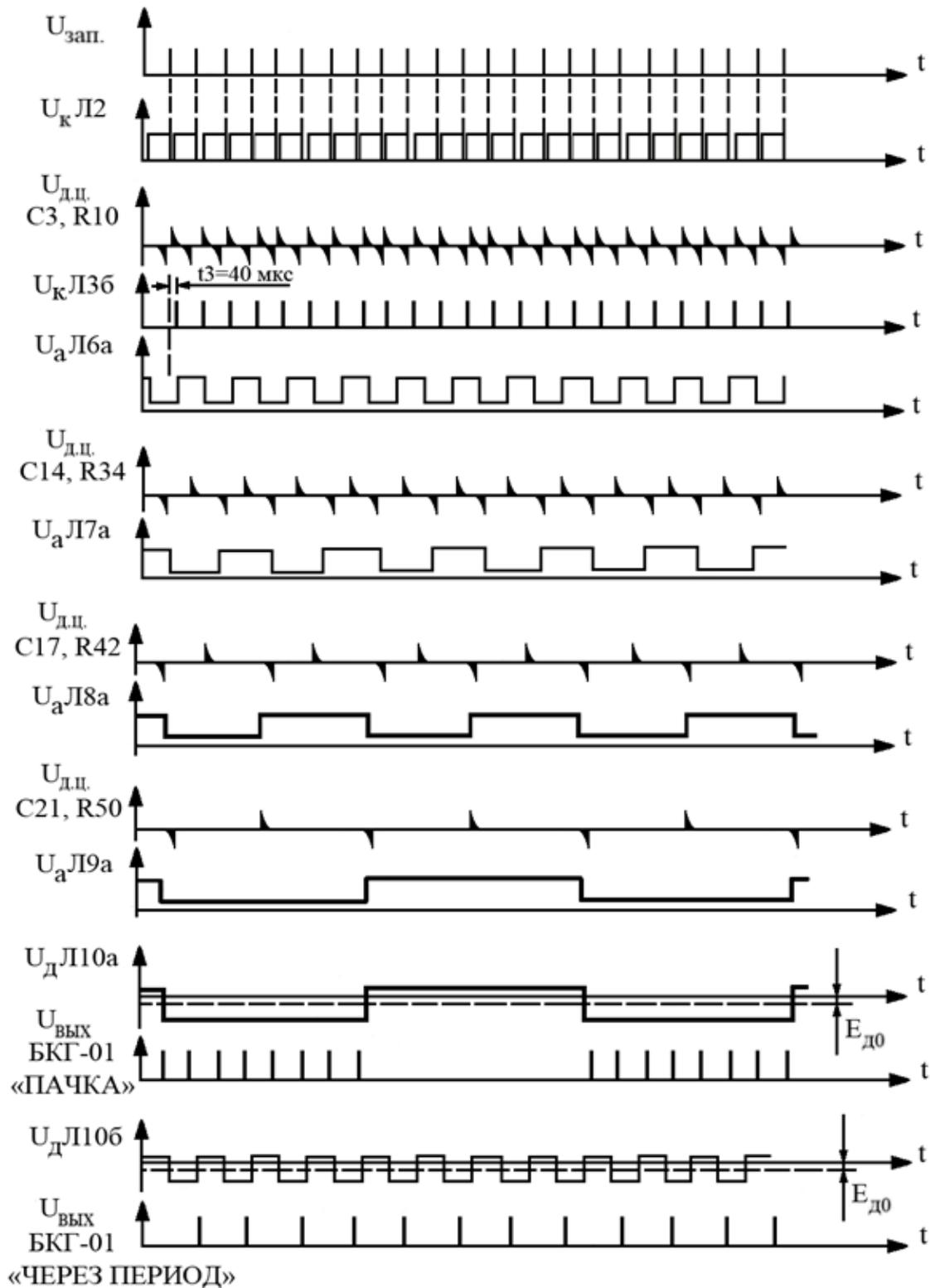


Рис. 6.69. Графики напряжений субблока БКГ-01

В исходном режиме Д5 закрыта, а Л4 – открыта. При поступлении на вход Л4а импульса кипп-реле опрокидывается и в катодной цепи Л5 формируется контрольный импульс положительной полярности длительностью 4–8 мкс. Длитель-

ность импульса определяется постоянной времени цепи С9, R18. Сформированные контрольные импульсы с катодной нагрузки R24 лампы Л5 подаются на выход блока.

При установке переключателя В2 КОНТРОЛЬ в положение II фантастрон запускается импульсами срыва. Контрольные импульсы субблока БКГ-01, задержанные на 40 мкс относительно импульсов срыва, используются в этом режиме для проверки второго потенциалоскопа блока ФП-02.

Генератор модулирующего напряжения (субблок ПГ-03) включает генератор на 113 МГц (Л1) и выходной усилитель мощности (Л2). Генератор выполнен по схеме с электронной связью. На трех электродах (катод, управляющая и экранная сетки) собран автогенератор на 13 МГц. В анодную цепь лампы Л1 включен контур L2, С6, настроенный на частоту 13 МГц. Напряжение с анодного контура подается через разделительный конденсатор С5 на сетку усилителя мощности Л2.

Для согласования выходного сопротивления усилителя мощности с волновым сопротивлением кабеля последний включен в контур анодной цепи.

6.4.7. Параметры потенциалоскопа

Параметрами потенциалоскопа называются величины, характеризующие электрические свойства потенциалоскопа по выделению периодических импульсов сигналов с переменной амплитудой и полярностью к подавлению периодических импульсов с постоянной амплитудой и полярностью. Они зависят от конструкции потенциалоскопа, электрического режима его работы и параметров входных сигналов.

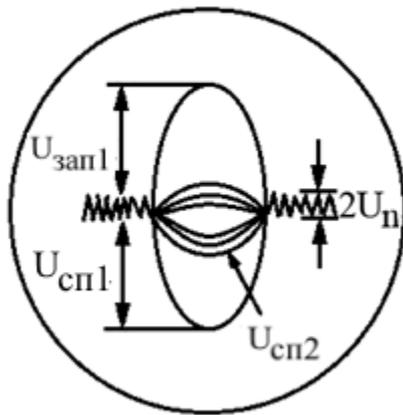
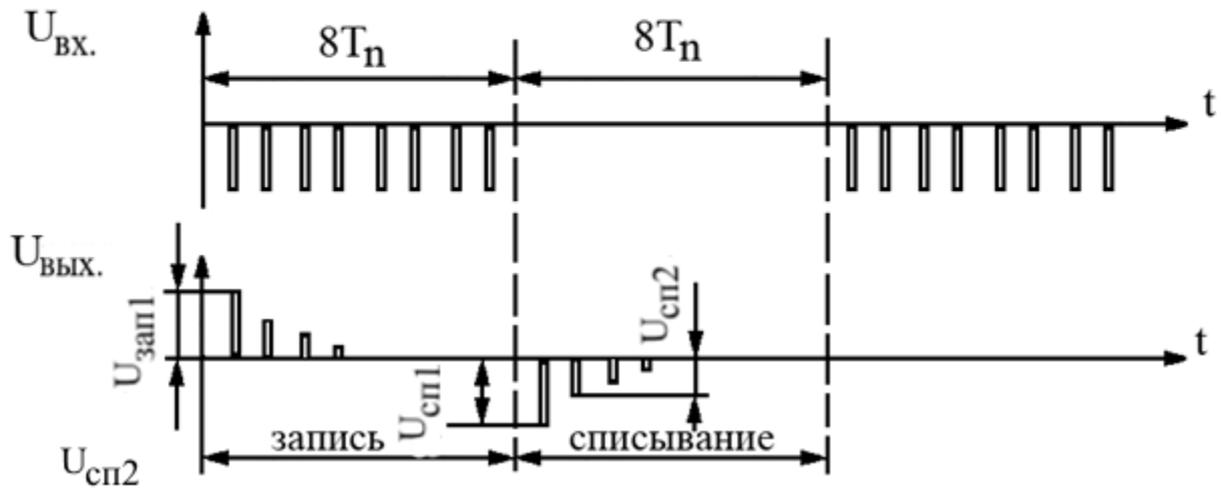
Параметрами потенциалоскопов блоков КВ-01 и ФП-02 являются коэффициент перезаряда (K_p), коэффициент подавления (P) и динамический диапазон (D).

Коэффициент перезаряда характеризует скорость записи и описания сигналов на мишени потенциалоскопа. Для его определения к потенциалоскопу подводятся контрольные импульсы блока БП-06, работающего в режиме ПАЧКА (рис. 6.70). В течение первых восьми периодов в каждый период поступает задержанный на 40 мкс контрольный импульс с постоянной амплитудой, длительностью и полярностью, а последующие восемь периодов импульсы отсутствуют.

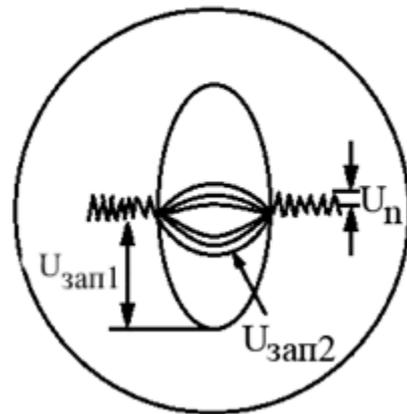
Выходное напряжение потенциалоскопа снимается с нагрузки детектора и контролируется осциллографом, работающим в режиме ждущей развертки.

При поступлении первого импульса ПАЧКИ происходит запись его на определенном участке мишени и на входе получается импульс записи. Из-за особенностей процессов в потенциалоскопе при первом входном импульсе на мишени не происходит полный перезаряд, соответствующий амплитуде входного импульса. Поэтому при поступлении второго и последующих импульсов также происходит их частичная запись, при которой на выходе потенциалоскопа образуются ряд импульсов, уменьшающихся по амплитуде. При нормальном режиме работы потенциалоскопа полный перезаряд мишени производится третьим или четвертым контрольным импульсом.

Режим ПАЧКА



а



б

Рис. 6.70. Осциллограммы контрольного импульса в режиме ПАЧКА:
а – при контроле блока КВ-01; б – при контроле блока ФП-02

В последующих восьми периодах производится описывание ранее записанных импульсов. В каждый период на выходе потенциалоскопа образуются импульсы списывания: в I период списывания – ИСП I, во II – ИСП II и т. д. Полярность импульсов описывания противоположна импульсам записи.

Для оценки способности мишени к перезаряду используются первый и второй импульсы списывания или записи. Коэффициент перезаряда определяется по формулам:

– для блока КВ-01:

$$K_n = \frac{U_{сп1} - U_{сп2}}{U_{сп1}} \geq 0,8;$$

– для блока ФП-02:

$$K_{\Pi} = \frac{U_{\text{зап1}} - U_{\text{зап2}}}{U_{\text{зап1}}} \geq 0,8.$$

Коэффициент подавления характеризует степень подавления потенциалоскопом неизменных по амплитуде и полярности входных сигналов.

Коэффициент подавления для блоков КВ-01 и ФП-02 определяется отношением

$$P = \frac{U_{\text{зап1}}}{U_0} \geq 7,$$

где $U_{\text{зап1}}$ – амплитуда первого сигнала записи на выходе потенциалоскопа при подаче на сигнальную пластину контрольных импульсов блока БП-06, работающего в режиме ПАЧКА;

U_0 – остаточная амплитуда контрольных импульсов на выходе потенциалоскопа при работе блока БП-06 в режиме НЕПРЕРЫВНО.

Динамический диапазон характеризует пределы изменения амплитуды выходных сигналов потенциалоскопа относительно уровня его собственных шумов.

Шумовое напряжение потенциалоскопа ИП обусловлено неоднородностями мишени, барьерной сетки, пульсациями питающих напряжений и другими факторами.

Динамический диапазон определяется отношениями:

– для блока КВ-01:

$$D = \frac{U_{\text{зап1}} - U_{\text{сп1}}}{2 \cdot U_{\Pi}} \geq 10;$$

– для блока ФП-02:

$$D = \frac{U_{\text{зап1}}}{U_{\Pi}} \geq 10.$$

Здесь $U_{\text{зап1}}$, $U_{\text{сп1}}$ – амплитуды первых импульсов записи и списывания на выходе потенциалоскопа при подаче на сигнальную пластину контрольных импульсов блока БП-06, работающего в режиме ПАЧКА; U_{Π} – амплитуда напряжения собственных шумов потенциалоскопа.

Если у потенциалоскопа после всех необходимых регулировок какой-либо параметр не удовлетворяет указанному значению, то потенциалоскоп снимается с эксплуатации и заменяется другим.

Если на сигнальную пластину потенциалоскопа подавать непрерывно синхронные постоянные по амплитуде и полярности импульсы, которые соответствующую импульсам пассивных помех блока КВ-01 и импульсам эхо-сигналов блока ФП-02, то после установления на соответствующем участке мишени равновесного потенциала ток перезаряда должен прекратиться и на выходе потенциалоскопа не должно быть импульсов. Однако нестабильность развертки потенциалоскопа и наличие паразитных утечек зарядов мишени приводит к тому,

что на выходе потенциалооскопа формируется небольшой остаточный сигнал U_0 (рис. 6.71).

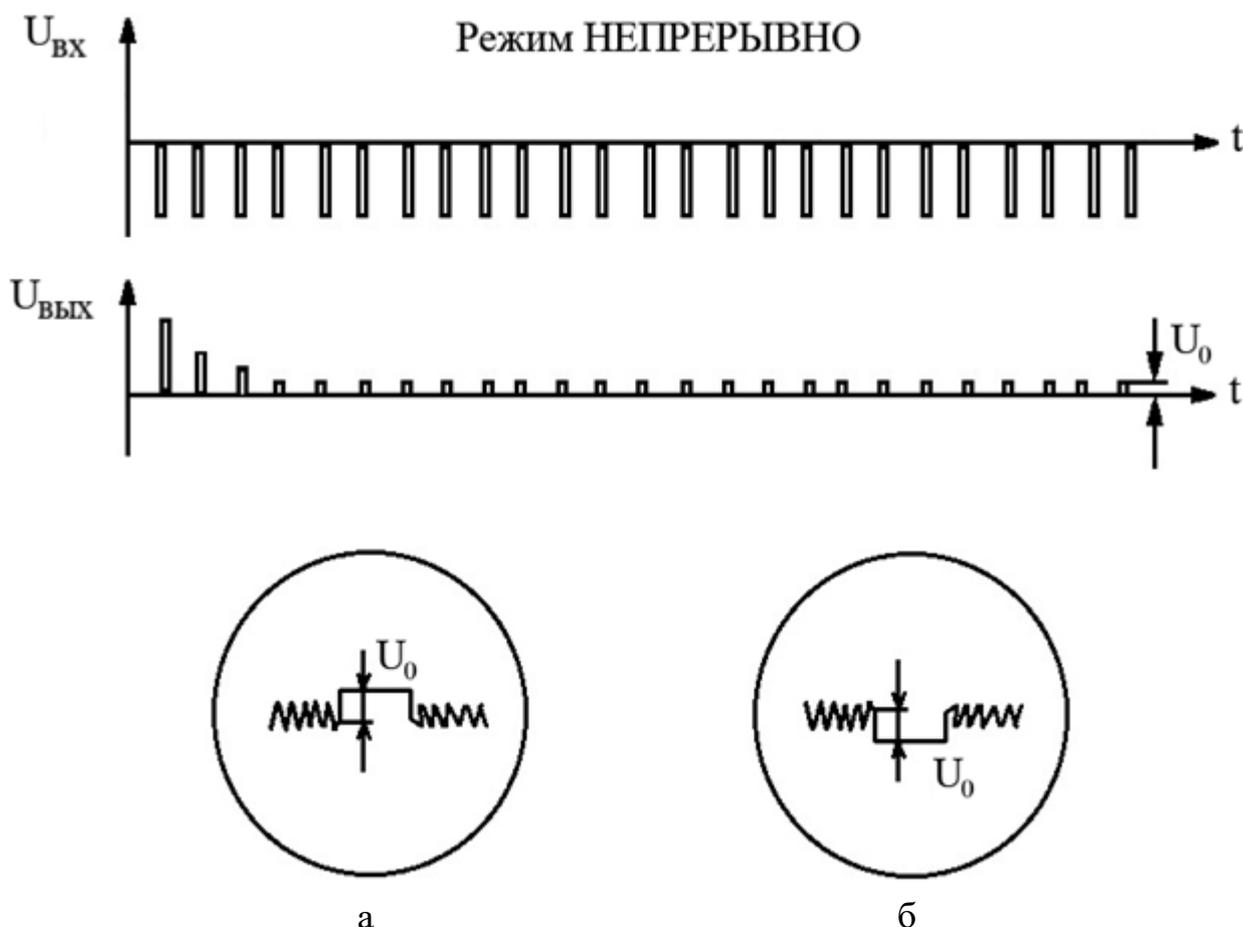


Рис. 6.71. Осциллограммы контрольного импульса в режиме НЕПРЕРЫВНО:
а – при контроле блока КВ-01; б – при контроле блока ФП-02

6.5. Блок запуска и отметок дистанции ДД-06

6.5.1. Назначение и технические данные блока ДД-06

Блок ДД-06 предназначен для формирования импульсов синхронизации аппаратуры радиовысотомера, а также для создания шкалы масштабных отметок дистанции на экранах индикаторов.

Блок ДД-06 выдает следующие импульсы:

- отметки дистанции – смешанные 1 и 5 км;
- импульсы запуска С-2 для внешних систем и устройств;
- импульсы запуска С-4 для внешних систем и устройств;
- импульсы запуска приемно-передающей аппаратуры С-3;
- импульсы запуска С-6-I – частый запуск для индикаторной аппаратуры;
- импульсы запуска С-6-II – редкий запуск для индикаторной аппаратуры;
- импульсы запуска С-7 для запуска системы вычитания;
- импульсы срыва С-21 для срыва системы вычитания;
- тактовые импульсы С-25.

Основным запуском, по которому производится временное согласование работы аппаратуры высотомера, является запуск С-3.

Все импульсы запуска и срыва имеют положительную полярность, длительность 0,8–3,0 мкс и амплитуду не менее 40 В на нагрузке 75 Ом.

Импульсы запуска С-2 всегда являются импульсами редкого запуска независимо от режима работы блока и могут задерживаться относительно С-3 на 0–4 мкс.

Период повторения импульсов запуска С-4 равен периоду повторения импульсов С-3. С-4 может задерживаться относительно С-3 на 0–8 мкс.

Отметки дистанции представляют собой положительные импульсы длительностью 0,3–1,0 мкс.

В блоке предусмотрена возможность синхронизации внешними импульсами запуска от сопряженных РЛС или систем. Для этого на блок ДД-08 должны подаваться внешние импульсы запуска с амплитудой 20–7 В и 10-километровой отметки дистанции с амплитудой 10–18 В.

При внутренней синхронизации блока возможна работа в одном из четырех режимов.

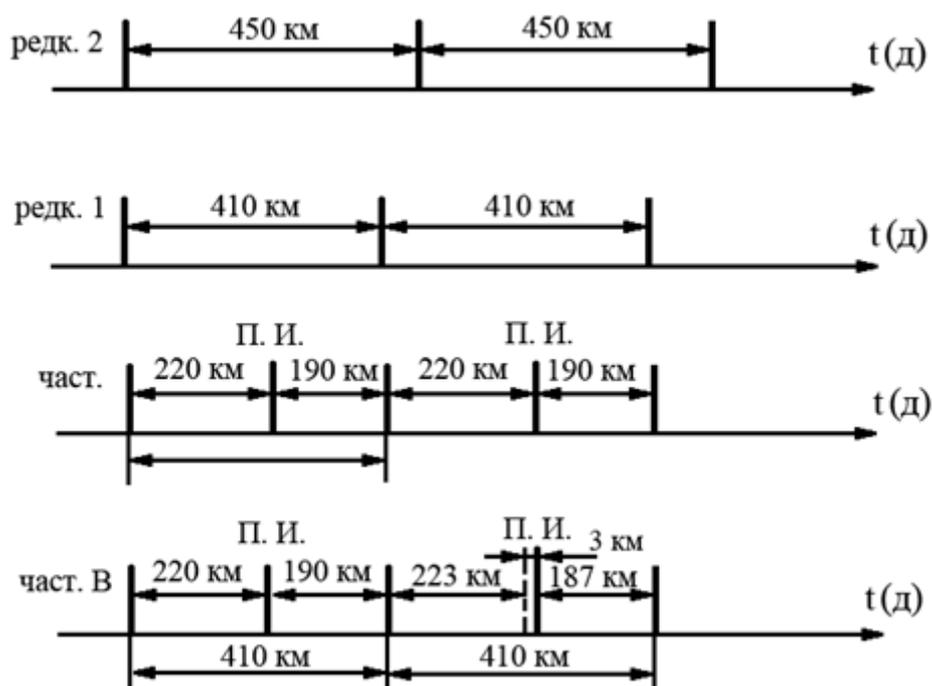
1. Режим РЕДКИЙ 2 – симметричный запуск с частотой повторения 333 Гц (450 км), который используется для обнаружения и сопровождения целей на предельных дальностях от 350 до 400 км при отсутствии пассивных (рис. 6.72, а).

2. Режим РЕДКИЙ 1 – симметричный запуск с частотой повторения 365 Гц (410 км). Является основным запуском высотомера, обеспечивающим работу по целям на дальностях до 370 км при отсутствии пассивных помех или их слабой интенсивности.

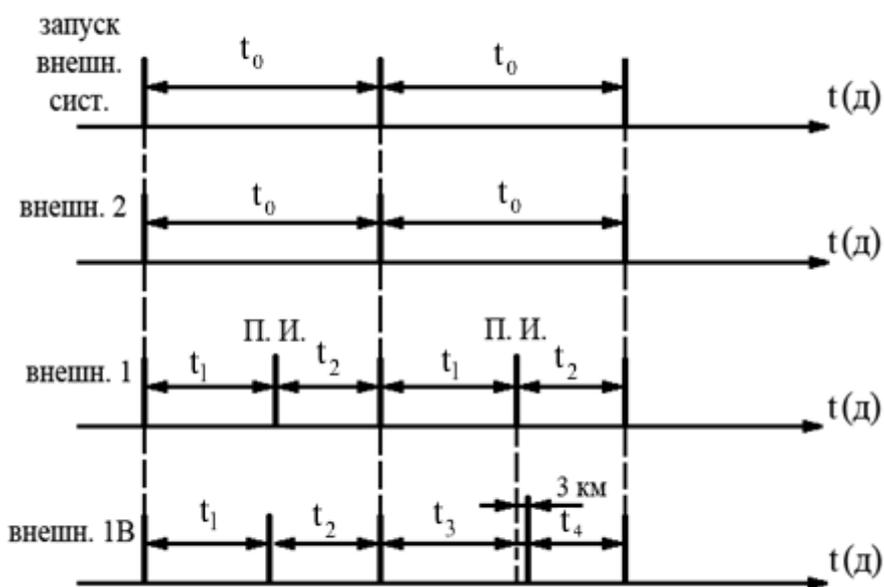
3. Режим ЧАСТЫЙ – несимметричный запуск с частотой повторения 730 Гц (220 км + 190 км), формирующийся из запуска РЕДКИЙ 1. Используется при работе по целям на дальностях до 180 км в условиях пассивных точек средней и сильной интенсивности.

4. Режим ЧАСТЫЙ В – возбужденный несимметричный запуск, соответствующий запуску ЧАСТЫЙ, но у которого каждый четвертый импульс запуска задержан на 20 207 мкс (3–4 км). В боевой работе используется кратковременно для определения ложных целей. Признак ложных целей – на экранах индикаторов, работающих на первом масштабе при частом запуске, на одном азимуте наблюдаются две цели, расстояние между которыми равно строго 30 км. Их появление обусловлено отраженными эхо-сигналами дальних целей (дальность более 220 км) от предыдущих запусков.

При включении запуска ЧАСТЫЙ В каждая ложная отметка удваивается ($\Delta D = 3-4$ км). Расстояние 30 км между ложными отметками определяется величиной несимметрии частого запуска (рис. 6.73).



а



б

Рис. 6.72. График напряжений импульсов запуска:
 а – при внутренней синхронизации блока ДД-08;
 б – при внешней синхронизации блока ДД-08

При внешней синхронизации блок ДД-08 работает в трех режимах (рис. 6.72, б):

1. Режим ВНЕШНИЙ 2, при котором импульсы запуска блока ДД-08 повторяют импульсы внешнего запуска. В боевой работе используется аналогично запуску РЕДКИЙ 1.

2. Режим ВНЕШНИЙ 1 – несимметричный частый запуск, частота повторения которого в два раза больше запуска ВНЕШНИЙ 2. В боевой работе используется аналогично запуску ЧАСТЫЙ.

3. Режим ВНЕШНИЙ 1 В – вобулированный несимметричный частый запуск, формирующийся из запуска ВНЕШНИЙ 1 аналогично запуску ЧАСТЫЙ В. Используется для определения ложных целей при работе блока ДД-08 с внешней синхронизацией.

Взаимодействие блока ДД-08 с аппаратурой высотомера показано на рис. 6.74.

Управление режимами запуска радиовысотомера может осуществляться с блока ЦП-08 шкафа И-7К, шкафа ЦМ-23М и блока ДД-08.

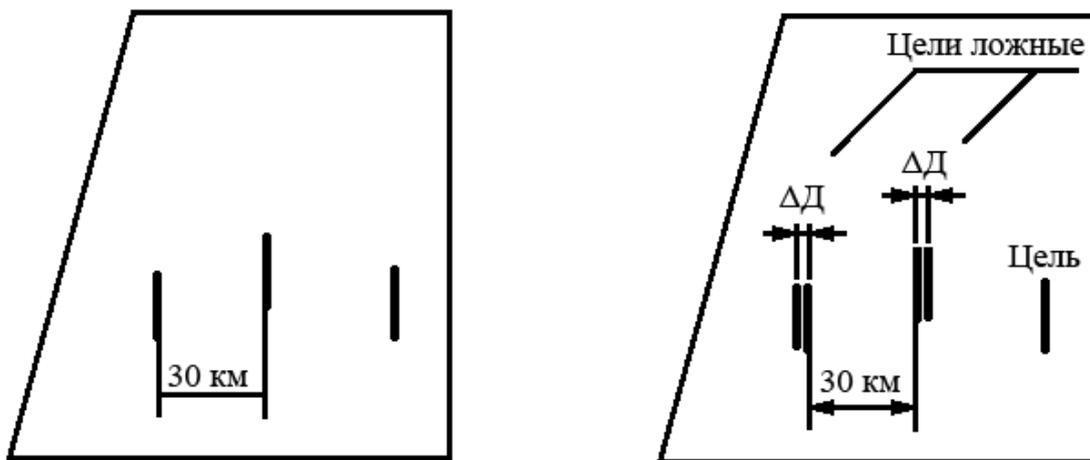
6.5.2. Структурная схема блока ДД-08

Структурная схема блока ДД-08 приведена на рис. 6.74.

Блок состоит из схемы формирования отметок дистанции, схемы формирования редкого и частого запусков, генераторов выходных импульсов, схемы вобуляции импульсов запуска и 10-километровых импульсов и схемы контроля.

Схема формирования отметок дистанции формирует 10- и 50-километровые отметки дистанции, а также синхронизирует работу схемы формирования импульсов редкого и частого запусков и схему задержки импульсов срыва С-21.

Схема состоит из кварцевого генератора, генератора тактовых импульсов С-25, I и II делителей частоты и генератора отметок дистанции.



Запуск Частый, масштаб дист. 150 км

Запуск Частый В, масштаб дист. 150 км

Рис. 6.73. Вид ложных отметок на экране индикатора

Кварцевый генератор формирует стабильное синусоидальное напряжение с частотой 75 кГц, период колебаний которого соответствует дистанции 2 км. Использование кварцевого генератора обеспечивает требуемую стабильность следования масштабных отметок дистанции и импульсов запуска.

Напряжение кварцевого генератора используется для синхронизации генератора тактовых импульсов С-25.

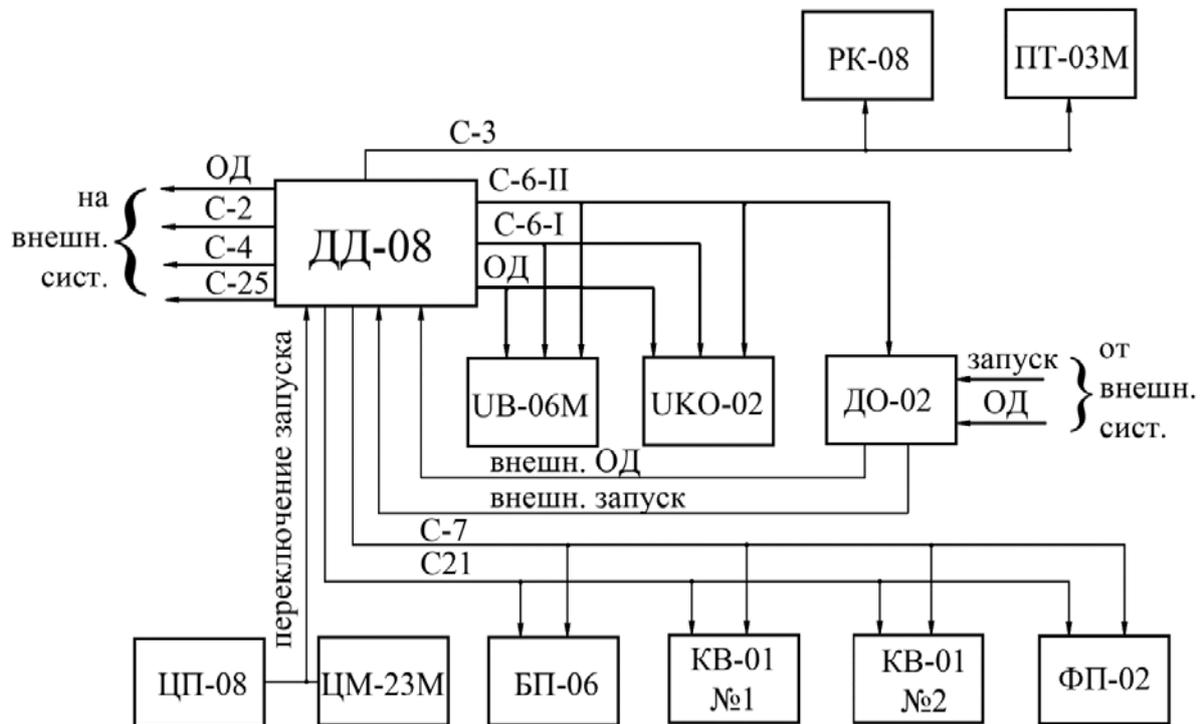


Рис. 6.74. Схема взаимодействия блока ДД-08 с аппаратурой высотомера

Генератор импульсов С-25 представляет собой автоколебательный блокинг-генератор, синхронизированный напряжением кварцевого генератора. Он вырабатывает положительные импульсы с периодом повторения 13,3 мкс (2 км), которые используются для синхронизации 1 делителя частоты и могут выдаваться во внешние системы и устройства.

I делитель частоты (блокинг-генератор) срабатывает от каждого пятого синхронизирующего импульса, т. е. делит частоту импульсов С-25 на пять и формирует положительные 10-километровые импульсы, которые подаются через схему возбуждения на генератор отметок дистанции, II делитель частоты и схему формирования редкого и частого запусков.

II делитель частоты срабатывает от каждого пятого 10-километрового импульса и формирует положительные импульсы 50-километровых отметок дистанции. Эти импульсы подаются на генератор отметок дистанции и используются для синхронизации временной задержки импульсов срыва С-21. Для привязки первой 50-километровой отметки к нулевой отметке дистанции на II делитель частоты подаются импульсы запуска С-0. В момент их прихода II делитель частоты принудительно срабатывает и формирует 50-километровый импульс на нулевой отметке дистанции.

Генератор отметок дистанции под воздействием импульсов I и II делителя формирует положительные импульсы с частотой следования 15 кГц (10 км), каждый пятый из которых имеет большую амплитуду (50-километровую отметку).

Выходные импульсы схемы формирования отметок дистанции подаются на индикаторы.

В режиме внешней синхронизации включается реле P1 и через его контакты подаются 10-километровые отметки на I делитель, который повторяет их. В остальном схема формирования отметок дистанции работает так же, как и при внутренней синхронизации.

Схема формирования редкого и частого запусков предназначена для формирования основных и промежуточных импульсов запуска. Основные импульсы запуска имеют постоянный период повторения, соответствующий дистанции 410 км (РЕДКИЙ 1) или 450 км (РЕДКИЙ 2) при внутренней синхронизации. В режиме внешней синхронизации период повторения основных импульсов равен периоду внешних импульсов синхронизации. Промежуточные импульсы запуска формируются в интервалах времени между основными импульсами. В режиме частого запуска производится смешивание основных импульсов запуска РЕДКИЙ 1 с промежуточными импульсами. При смешивании основных и промежуточных импульсов получаются импульсы запуска с переменным (несимметричным) периодом повторения (ЧАСТЫЙ).

Аналогично формируются импульсы частого запуска при внешней синхронизации (ВНЕШНИЙ 1).

Схема формирования представляет собой замкнутую цепь, состоящую из двух блокинг-генераторов, соединенных между собой через две схемы задержки. Элементы цепи последовательно запускают друг друга и работают циклически.

Задающий блокинг-генератор в режиме внутренней синхронизации работает в автоколебательном режиме с синхронизацией. Период собственных колебаний задающего блокинг-генератора примерно в 1,5 раза больше периода повторения импульсов запуска в режиме РЕДКИЙ 2. Первое срабатывание задающего блокинг-генератора (рис. 6.75) происходит самостоятельно без внешней синхронизации.

В дальнейшем срабатывание блокинг-генератора происходит во время поступления на него импульса «разрешения» с выхода второй схемы задержки и совпадающего с ним импульса 10-километровой отметки дистанции (с выхода I делителя частоты). При срабатывании задающего блокинг-генератора с его выхода снимаются положительные и отрицательные импульсы. Положительные импульсы подаются на генератор запуска С-2 и через диод на генераторы запуска С-0, С-3 и С-4. Отрицательные импульсы используются для запуска вобуляции 10-километровых отметок.

Первая схема задержки (фантастрон) вырабатывает расширенный импульс, при дифференцировании которого задним фронтом формируется импульс «разрешения» для генератора промежуточных импульсов. Величина задержки импульсов разрешения устанавливается:

- 220 км при запусках РЕДКИЙ 1, ЧАСТЫЙ, ВНЕШНИЙ 2, ВНЕШНИЙ 1;
- 260 км при запуске РЕДКИЙ 2.

Генератор промежуточных импульсов (блокинг-генератор) вырабатывает импульсы положительной и отрицательной полярности, задержанные относительно импульсов задающего блокинг-генератора на 220 или 260 км. Генератор срабатывает только при совпадении импульса «разрешения» с одним из 10-километровых импульсов I делителя.

Выходные импульсы положительной полярности в режимах редкого запуска не используются, а в режиме частого запуска через контакты реле Р3, Р7 подаются на генераторы импульсов С-0, С-3 и С-4 для формирования частого несимметричного запуска и на схему вобуляции импульсов запуска. Выходные импульсы отрицательной полярности подаются на запуск второй схемы задержки и схему вобуляции.

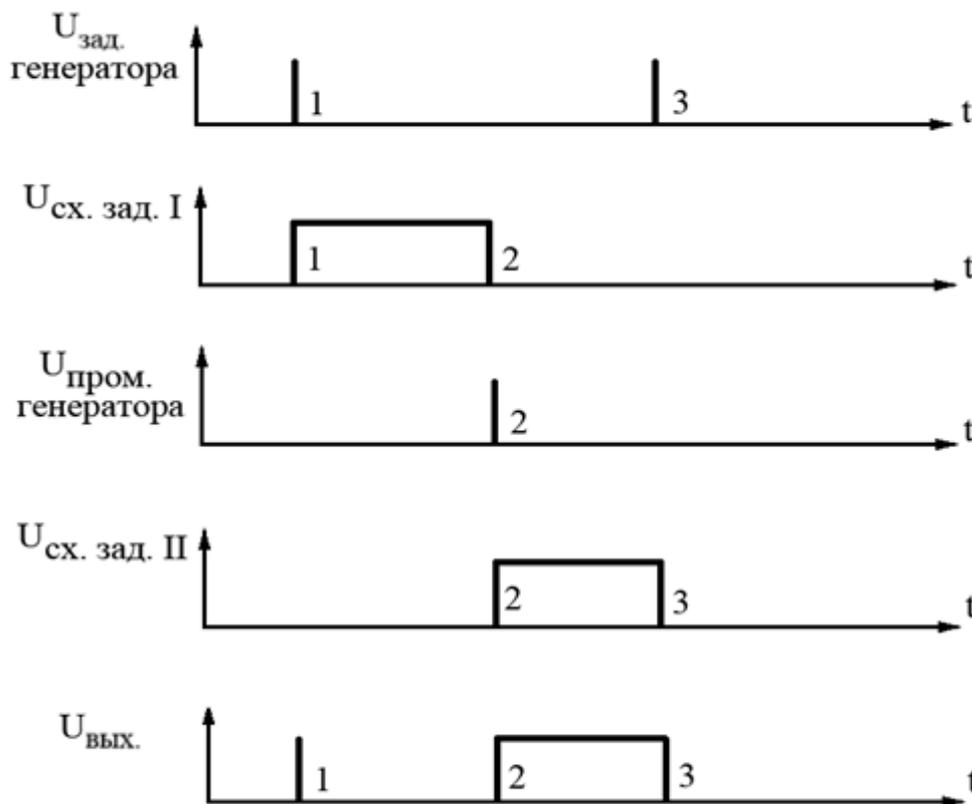


Рис. 6.75. Графики напряжений схемы нормирования редкого и частого запусков

Вторая схема задержки работает аналогично первой схеме, только длительность формируемого расширенного импульса во всех режимах запуска устанавливается равной 190 км. При дифференцировании расширенного импульса задним фронтом создается импульс «разрешения», который поступает на задающий блокинг-генератор, и процесс в схеме формирования редкого и частого запусков повторяется.

В режиме внешней синхронизации реле Р1 своими контактами переводит задающий блокинг-генератор в ждущий режим и отключает от его входа 10-километровые импульсы I делителя и импульсы «разрешения» второй схемы задержки. На вход задающего блокинг-генератора подаются только внешние импульсы запуска, которые им повторяются. В остальной схеме формирования редкого и частого запусков работает так же, как и в режиме внутренней синхронизации.

Генератор импульсов запуска С-0 в режиме редкого запуска повторяет импульсы задающего генератора, а в режиме частого – импульсы задающего и промежуточного генераторов. С выхода генератора С-0 снимаются положительные и отрицательные импульсы. Положительные импульсы синхронизируют генераторы запуска индикаторов С-6-I, С-6-II, а также генератор запуска КВ С-7 при выключенной схеме задержки.

Генератор импульсов запуска С2 повторяет выходные импульсы задающего генератора (работает всегда в режиме редкого запуска). Эти импульсы используются для синхронизации внешних систем.

Генератор импульсов запуска С-4 повторяет в режиме редкого запуска импульсы задающего, а в режиме частого запуска – задающего и промежуточного генераторов для синхронизации внешних систем.

Генератор импульсов запуска индикатора С-6-I повторяет импульсы запуска генератора С-0, которые используются для синхронизации индикаторов только при работе на первом масштабе в режиме частого запуска.

Генератор импульсов запуска индикаторов С-6-II повторяет импульсы запуска задающего генератора, которыми синхронизируются индикаторы при редком и частом запусках (при частом запуске они используются на втором, третьем и четвертом масштабах дистанции индикаторов). Синхронизируется генератор запуска С-6-II импульсами С-0. Для подавления импульса промежуточного генератора в режиме частого запуска на вход генератора запуска С-6-II подается импульс запрета со второй схемы задержки, который запирает генератор в момент прихода импульса промежуточного генератора.

Генератор импульсов запуска КВ С-7 повторяет импульсы генератора С-0 для запуска блоков КВ-01 и ФП-02. При работе высотомера на частом запуске с включенной задержкой на блоках КВ-01 импульсы запуска С-7 задерживаются относительно импульсов С-0 на время, соответствующее задержке 20 или 60 км. Задержка осуществляется в каскаде задержки запуска КВ, который синхронизируется запуском С-0 и 10-километровыми импульсами.

Генератор импульсов срыва КВ С-21 формирует положительные импульсы срыва для блоков КВ-01 и ФП-02, задержанные относительно импульсов С-7:

- на 250 км при редком запуске;
- на 130 км при частом запуске (10 км при задержке 60 км).

Каскад задержки срыва КВ РЕДКИЙ (синхронизированное кипп-реле) запускается импульсами С-0. Для стабилизации времени задержки на каскад подаются 50-километровые импульсы II делителя. Кипп-реле опрокидывается в исходное состояние пятым 50-километровым импульсом. Расширенный импульс

длительностью 250 км задним фронтом запускает генератор С-21 при работе в режиме редкого запуска.

Схема задержки срыва КВ ЧАСТЫЙ запускается импульсами генератора С-7. Для стабилизации времени задержки на схему подаются 50-километровые импульсы II делителя. Схема обеспечивает задержку импульсов срыва относительно импульсов С-7 на 130 км (при задержке запуска блоков КВ-01 0 и 20 км) и 120 км (при задержке 60 км). Импульсами схемы задержки запускается генератор С-21 при работе в режиме частого запуска.

Схемы вобуляции импульсов запуска (плата В1) предназначены для черес-периодной задержки на 24 мкс промежуточного импульса запуска в режимах ЧАСТЫЙ В И ВНЕШНИЙ 1В. В этих режимах вобулированный промежуточный импульс запуска через контакты реле Р7 поступает на диодный смеситель Д10, R145 и далее на запуск генераторов С-0, С-3 и С-4.

Схема вобуляции 10-километровых импульсов (плата В) обеспечивает задержку на 24 мкс 10-километровых импульсов II делителя в интервалах времени между задержанным промежуточным импульсом и очередным импульсом задающего генератора в режимах вобулированных запусков. В остальные интервалы времени с выхода схемы вобуляции поступают незадержанные 10-километровые импульсы. Кроме задержки в схеме производится нормализация 10-километровых импульсов по амплитуде, что обеспечивает устойчивую работу II делителя частоты при делении незадержанных и задержанных импульсов I делителя.

Схема контроля предназначена для осциллографического контроля работы отдельных каскадов блока. Схема контроля содержит осциллограф и переключатели, позволяющие подключать к входу осциллографа сигналы контрольных точек блока ДД-08 и внешних устройств.

6.5.3. Принципиальная схема блока ДД-08

Схема формирования отметок дистанции

Кварцевый генератор собран на правой половине лампы Л2. Кварц включен между сеткой и корпусом, в анодной цепи включен L1, С4, С27. Обратная связь анодной и сеточной цепи осуществляется через емкость лампы анод – сетка. Генератор вырабатывает незатухающие колебания с частотой 75 кГц.

С емкостью делителя С4, С27 через конденсатор С12 напряжение с частотой 75 кГц поступает на сетку Л1а генератора тактовых импульсов С-25. С дополнительной обмотки контура 9-10 напряжение генератора через переключатель В4 КОНТРОЛЬ ДД-08 подается на катод электронно-лучевой трубки для подсвета развертки.

Генератор тактовых импульсов С-25 собран на Л1 по схеме блокинг-генератора, работающего в автоколебательном режиме. Синхронизирующий сигнал поступает на сетку запускающей лампы Л1а от кварцевого генератора. Генератор С-25 выдает положительные импульсы с частотой следования 75 кГц. Импульсы с делителя R2, R4 (рис. 6.76) поступают через контакты 1-2 реле Р1 на запуск I делителя частоты. Импульсы с частотой нагрузки поступают на выход блока через разъем Ш2/10.

Каскады I и II делителя частоты выполнены по схеме самовозбуждения синхронизированных блокинг-генераторов.

I делитель частоты формирует микросекундные положительные импульсы с частотой 15 кГц (10 км). Он выполнен на лампах Л2а и Л3. Синхронизирующие импульсы поступают на сетку запускаяющей лампы Л2а. Период собственных колебаний блокинг-генератора Л3а определяется постоянной времени сеточной цепи С6, R15, R16. Потенциометром R15 I ДЕЛ. устанавливается постоянная времени цепи, при которой блокинг-генератор запускается каждым пятым импульсом С-25, что обеспечивает деление частоты следования синхронизирующих импульсов на 5. Напряжение сеточной цепи блокинг-генератора Л3а через катодный повторитель Л3б подается в цепь контроля для создания растровой развертки на экране осциллографа. Катодный повторитель обеспечивает развязку сеточной цепи блокинг-генератора и цепи контроля.

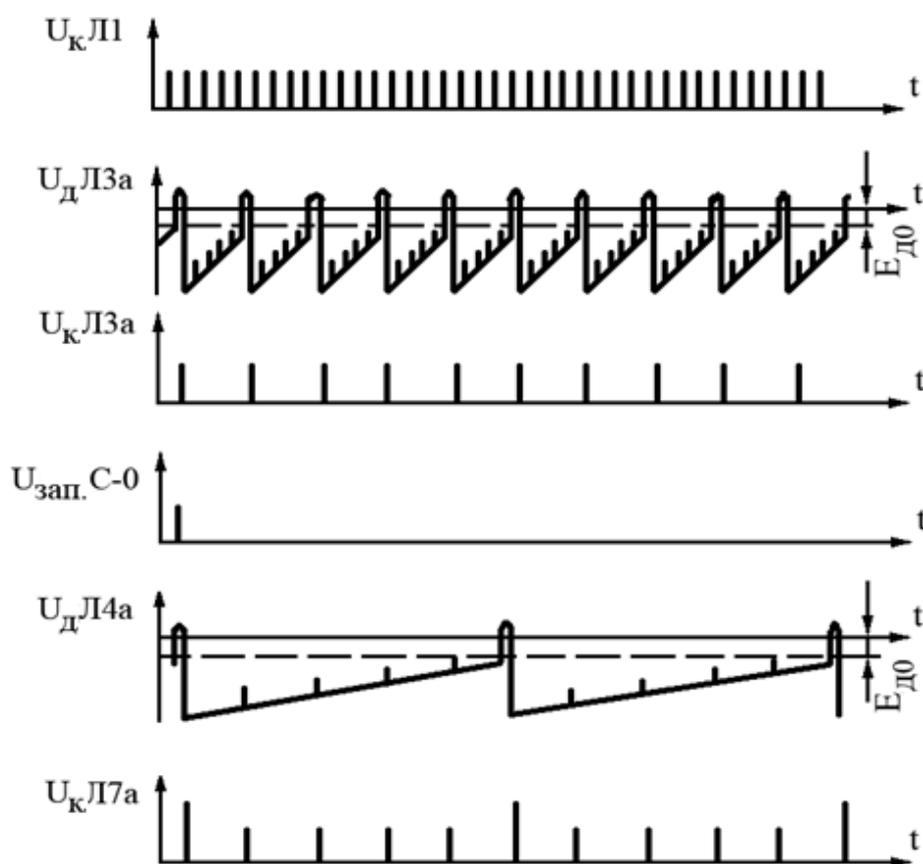


Рис. 6.76. Графики напряжений схемы формирования отметок дистанции

Выходные положительные импульсы I делителя частоты с катодной нагрузки R18 подаются:

- на задающий (через контакты 4-5 реле Р1) и промежуточный блокинг-генератор схемы формирования редкого и частого запусков;
- на схему вобуляции (плата В) через контакты 3-4 реле Р7 для формирования нормализованных по амплитуде 10-километровых импульсов.

С выхода платы В 9к.18 10-километровые импульсы подаются:

- на каскад задержки запуска КВ Л21а;

- на II делитель частоты Л4а через линии задержки Л31, Л32;
- на генератор отметок дистанции Л6а через линии задержки Л31, Л32 и Л34. Линии задержки Л31, Л32 служат для совмещения нулевой отметки дистанции с моментом излучения зондирующего импульса.

II делитель частоты формирует микросекундные положительные импульсы с частотой следования 3 кГц (50 км). Он выполнен на лампах Л4 и Л5 по схеме, аналогичной схеме I делителя. Постоянная времени сеточной цепи блокинг-генератора Л4а, С9, R25; R23 выбрана такой, что генератор срабатывает от каждого пятого 10-километрового синхронизирующего импульса.

Исходное напряжение на сетке Л4а определяется делителем R23, R24. Потенциометр R23 II ДЕЛ. меняет скорость разряда конденсатора С9, а следовательно, и период собственных колебаний блокинг-генератора.

С катодной нагрузки R29 выходные импульсы II делителя подаются на генератор отметок дистанции Л6б и на каскады задержки импульсов срыва КВ Л30а, Л32а.

Диод Д2 исключает прохождение 10-километровых импульсов на выход II делителя.

На Л46 собран катодный повторитель, выполняющий те же функции, что и катодный повторитель Л3б I делителя.

Для повышения стабильности деления частоты в цепь сетки Л4а подключен диодный ограничитель Л5а, который фиксирует отрицательное напряжение на сетке Л4а при срабатывании блокинг-генератора на уровне, задаваемом с резистора R34.

Управляющий каскад Л5б обеспечивает привязку первой 50-километровой отметки к нулевой отметке дистанции. В исходном режиме Л5б заперта отрицательным напряжением, поступающим на управляющую сетку с резистора R160 через резистор R35. При поступлении на управляющую сетку импульса генератора С-0 лампы Л5б отпирается. Импульс тока в обмотке 1-2 трансформатора Тр3 вызывает внеочередное срабатывание блокинг-генератора II делителя. После запираания Л5б процесс деления повторяется вновь.

Генератор отметок дистанции собран на лампах Л6 и Л7. Лампа Л7 – ждущие блокинг-генераторы, Л6 – каскады запусков блокинг-генераторов.

Основной блокинг-генератор Л7а запускается 10-километровыми импульсами I делителя, поступающими на сетку лампы запуска Л6а через линию задержки Л34, которая служит для совмещения во времени 10- и 50-километровых импульсов на выходе генератора отметок дистанции.

Вспомогательный блокинг-генератор Л7б запускается импульсами II делителя, поступающими на сетку Л6б. С катодной нагрузки Л7б положительные выходные импульсы подаются в анодную цепь основного блокинг-генератора через С16, что приводит к повышению амплитуды каждого пятого 10-километрового импульса.

Импульсы масштабных отметок дистанции с градацией 10- и 50-километровых снимаются с катода Л7а и через разъем Ш2/5 поступают на выход блока. С резистора R48 импульсы подаются на схему контроля.

Градация отметок дистанции регулируется потенциометром R40 ГРАД. ОТМ. ДИСТ., изменяющим анодное напряжение Л7а.

Схема формирования редкого и частого запусков

В состав схемы входят:

- задающий блокинг-генератор с каскадом запуска Л14;
- первая схема задержки Л15, Л16;
- промежуточный блокинг-генератор с каскадом запуска Л17;
- вторая схема задержки Л18, Л19;
- генератор внутренних запусков С-0 Л20.

В режиме внутренней синхронизации реле Р1 обесточено и через его контакты 4-5 10-километровые импульсы I делителя поступают на сетку каскада запуска Л14а. В цепь катода Л14а подается положительное напряжение с катодного повторителя Л15а через R82 и контакты 10-11 реле Р1, которое глубоко запирает Л14а. Каскад запуска Л14а открывается только при одновременном приходе положительных импульсов I делителя на сетку и отрицательных импульсов «разрешения» в цепь катода Л14а. Импульсы «разрешения» поступают с катодного повторителя Л19а второй схемы задержки через дифференцирующую цепь С46, R82, R9I и контакты 10-11 реле Р1.

При включении блока первое срабатывание задающего блокинг-генератора Л14б происходит самостоятельно (рис. 6.77), а в дальнейшем блокинг-генератор синхронизируется 10-километровым импульсом, совпадающим по времени с импульсом «разрешения» второй схемы задержки.

В режиме внешнего запуска включается реле Р1 и задающий блокинг-генератор переводится в ждущий режим отрицательным напряжением, поступающим на сетку Л14б с резистора R160 через контакты 8-9 реле Р1. Каскад запуска Л14а запирается положительным напряжением, снимаемым с R83 на катод Л14а через контакты 11-12 реле Р1.

Импульсы внешнего запуска подаются на сетку Л14а с разъема Ш2/7 через линию задержки ЛЗ-3, контакты 5-6 реле Р1 и конденсатор С49. Блокинг-генератор повторяет импульсы внешнего запуска.

Линия задержки ЛЗ-3 обеспечивает согласование внешнего импульса запуска с внешними отметками дистанции.

При срабатывании задающего блокинг-генератора в аноде Л14б формируется отрицательный импульс, который через С51 поступает на запуск первой схемы задержки. Отрицательный импульс с обмотки 5-6 трансформатора Тр12 поступает на сетку Л1а схемы вобуляции 10-километровых импульсов. Положительные импульсы с катода Л14б подаются на запуск генераторов С-0, С-2, С-3, С-4.

Первая схема задержки состоит из фантастрона Л16, Л15б и катодного повторителя Л15а. Фантастрон запускается отрицательным импульсом задающего блокинг-генератора, поступающим на сетку Л14б. При срабатывании фантастрона в цепи экранной сетки Л16 формируется расширенный положительный импульс, который повторяется на нагрузке катодного повторителя Л15а. Длительность импульса фантастрона (время задержки) определяется напряжением на аноде Л16 и устанавливается:

- 220 км потенциометром R93 ЧАСТЫЙ в режиме запусков РЕДКИЙ 1 и ЧАСТЫЙ;
- 220 км потенциометром R96 ВНЕШН. в режиме запуска ВНЕШНИЙ 1;
- 260 км потенциометром R99 РЕДКИЙ 2 в режиме запуска РЕДКИЙ 2.

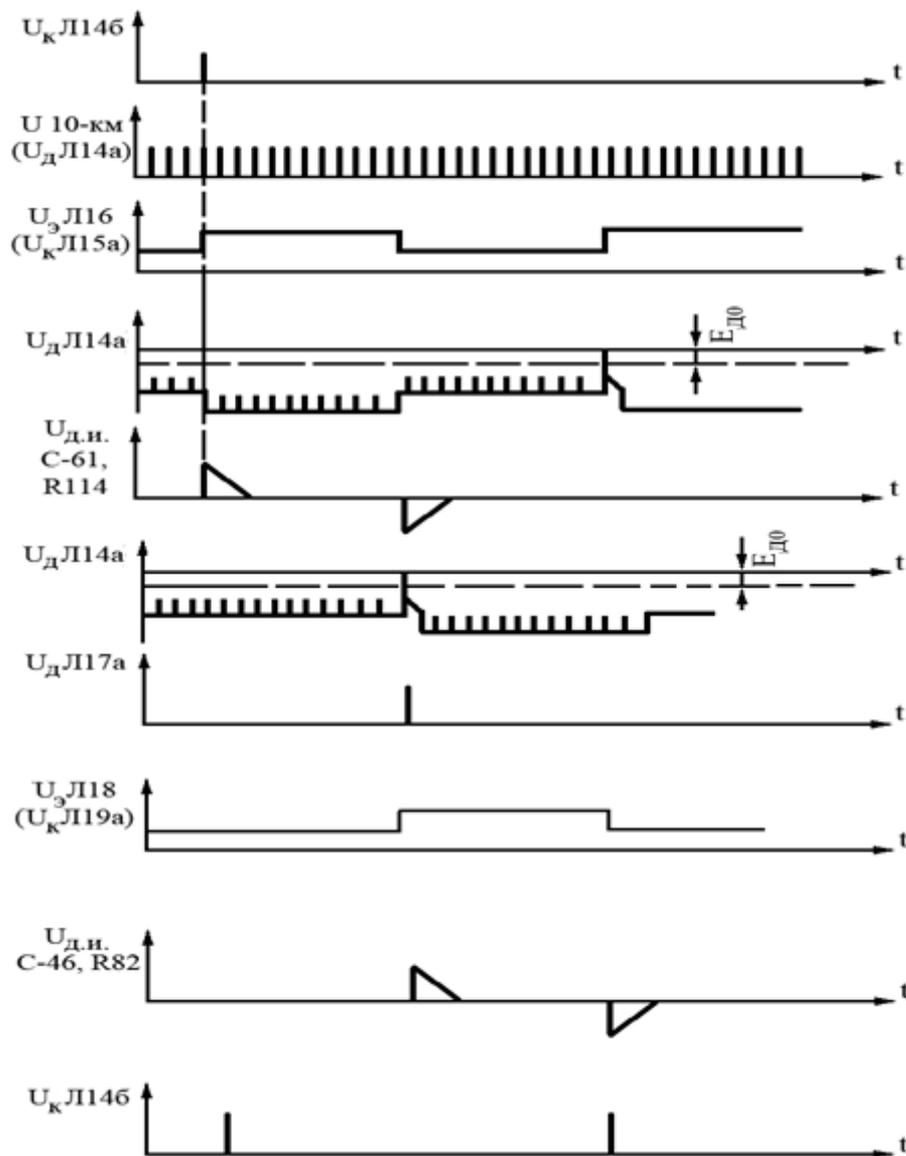


Рис. 6.77. Графики направлений схемы формирования редкого и частого запусков

Потенциометры R93, R96, R99 подключаются к аноду Л16 через диод Д4, ограничительный резистор R90 и контакты реле Р1 и Р5 в зависимости от установленного режима запуска.

С катодного повторителя Л15а импульс фантастрона поступает как импульс запрета на катод Л14а, предотвращая повторное срабатывание задающего блокинг-генератора от последующих 10-километровых импульсов. Одновременно этот импульс через дифференцирующую цепь С61, R114 поступает на катод Л17б каскада запуска промежуточного блокинг-генератора. При дифференцировании

заднего фронта на катоде Л17б формируется отрицательный импульс «разрешения».

В исходном режиме каскад запуска Л17б закрыт положительным напряжением катода Л19а. На управляющую сетку Л17б поступают 10-километровые положительные импульсы I делителя, которые при совпадении с импульсом «разрешения» первой схемы задержки запускают промежуточный блокинг-генератор Л17а. Блокинг-генератор Л17а работает в ждущем режиме. Запирающее напряжение на управляющую сетку подается с R110. При срабатывании блокинг-генератора положительные импульсы с катодной нагрузки поступают через контакты 6-7 реле РЗ, контакты 8-7 реле Р7 на диодный смеситель Д10, R145 для запуска генераторов С-0, С-3, С-4 при работе в режиме частого запуска. При работе в режиме редкого запуска импульсы промежуточного блокинг-генератора не используются. Отрицательный импульс с обмотки 5-6 трансформатора Тр13 поступает на сетку лампы Л1б схемы возбуждения импульсов запуска. Отрицательный импульс с анода Л17 запускает через С56 вторую схему задержки.

Вторая схема задержки собрана на лампах Л18 и Л19 по такой же схеме, как и первая.

С нагрузки катодного повторителя Л19а положительный импульс фантастропа Л18 поступает как импульс запрета на катод Л17б, предотвращая повторное срабатывание промежуточного блокинг-генератора от последующих 10-километровых импульсов. Одновременно этот импульс через дифференцирующую цепь С46, R82, R91 и контакты 10-11 реле Р1 поступает на катод Л14а каскада запуска задающего блокинг-генератора. При дифференцировании заднего фронта на катоде Л14б формируется отрицательный импульс «разрешения». Совпадающий с ним по времени 10-километровый импульс, поступающий на управляющую сетку, открывает Л14а и запускает задающий блокинг-генератор. Процесс в схеме формирования редкого и частого запусков повторяется.

С анодной нагрузки фантастропа Л18 импульсы подаются через резистор R118 на сетку Л13б схемы генератора импульсов запуска С-6-П для подавления промежуточного импульса запуска.

Генератор внутреннего запуска С-0 выполнен по схеме ждущего блокинг-генератора Л20б с каскадом запуска Л20а.

Генератор С-0 запускается импульсами, которые поступают со смесителя Д10, R145 через конденсатор С66 на сетку Л20а. Генератор С-0 выдает импульсы двух режимов – частые и редкие (в зависимости от режима работы блока). С катодной нагрузки генератора положительные импульсы поступают:

- на генераторы С-6-І, С-6-ІІ через линию задержки Л3.5;
- на управляющий каскад ІІ делителя частоты Л5б;
- на генератор С-7 при редком запуске (через контакты 3-4 реле РЗ) и частом запуске без задержки (через контакты 7-8 реле Р2, контакты 2-1 реле Р6 и контакты 5-4 реле РЗ).

С анода Л20 отрицательные импульсы поступают на запуск каскада задержки срыва КВ РЕДКИЙ Л32, а также на запуск каскада задержки запуска КВ Л21.

Генераторы выходных импульсов

Генератор импульсов запуска внешних потребителей С-2 выполнен по схеме ждущего блокинг-генератора Л10б с каскадом запуска Л10а. Он повторяет выходные импульсы задающего генератора (работает всегда в режиме редкого запуска) для синхронизации внешних систем.

Импульсы генератора С02 могут быть задержаны линией задержки Л3.7 на 0–4 мкс относительно импульсов запуска С-3. Выходные положительные импульсы с катодной нагрузки R65 поступают на разъем Ш2/1.

Генератор импульсов запуска внешних потребителей С-4 выполнен по схеме генератора С-2 на лампе Л11. Он повторяет в режиме редкого запуска импульсы задающего, а в режиме частого запуска – задающего и промежуточного генераторов. Линии задержки Л3.6 и Л3.8 позволяют задержать импульсы С-4 на 0–0,8 мкс относительно импульсов С-3. Выходные положительные импульсы с катодной нагрузки R69 поступают на разъем Ш2/8.

Генератор импульсов запуска С-3 выполнен также по схеме генератора С-2 на лампе Л8. Он повторяет импульсы редкого и частого запусков для синхронизации приемно-передающей аппаратуры. Выходные импульсы с катодной нагрузки R54 поступают на разъем Ш2/3.

Генератор импульсов запуска С-6-1 выполнен также по схеме генератора С-2 на лампе Л9. Он повторяет импульсы генератора С-0, которые используются для запуска индикаторной аппаратуры в режиме частого запуска (в режиме редкого запуска они не используются). Выходные импульсы с катодной нагрузки R59 поступают на разъем Ш2/6. Линия задержки Л3.5 обеспечивает совпадение начала развертки индикаторов с нулевой отметкой дистанции.

Генератор импульсов запуска С-6-II состоит из ждущего блокинг-генератора Л12б, каскада запуска Л12а и катодного повторителя Л13б. На сетку Л12а поступают импульсы генератора С-0. Резистор R77 является общей катодной нагрузкой Л12а и Л13б. На сетку Л13б подаются положительные расширенные импульсы с анода Л18 второй схемы задержки через резистор R118 и интегрирующая емкость С44. Напряжение емкости С44 повторяется катодным повторителем Л13б и глубоко запирает каскад запуска Л12а в тот момент, когда приходит промежуточный импульс. Поэтому генератор С-6-II повторяет только импульсы задающего блокинг-генератора. Выходные импульсы генератора С-6-II с катодной нагрузки R74 поступают на разъем Ш2/2 для запуска индикаторов при режимах редкого запуска и частого (на втором, третьем и четвертом масштабах дистанции).

Генератор импульсов запуска КВ С-7 собран по схеме ждущего блокинг-генератора Л23б с каскадом запуска Л23а. В режиме редкого запуска импульсы С-0 поступают на сетку Л23а через контакты 3-4 реле Р3. В режиме частого запуска при выключенной задержке запуска КВ импульсы С-0 поступают на сетку Л23а через контакты 7-8 реле Р2, контакты 2-1 реле Р1 и контакты 4-5 реле Р3.

В режимах частого запуска при включенной задержке запуска КВ 20 км или 60 км генератор С-7 запускается импульсами каскада задержки запуска КВ Л21 соответственно через контакты 1-3 реле Р6 или контакты 4-5 реле Р2. Выходные

импульсы генератора С-7 с катодной нагрузки R148 поступают на разъем Ш2/11 для запуска блоков КВ-01 и ФП-02.

Каскад задержки запуска КВ собран на лампе Л21 по схеме кипп-реле с положительной сеткой. В исходном режиме Л21б открыта, а Л21а закрыта отрицательным напряжением, поступающим на сетку с анода Л21б. Для запуска кипп-реле с анода Л20а генератора С-0 снимаются отрицательные импульсы, которые через С69, Д9, С70 поступают на сетку лампы Л21б и запирают ее. В катоде Л21ю формируется расширенный отрицательный импульс, длительность которого при задержке 60 км (реле Р2 включено) определяется постоянной времени резисторов R134, R135 и суммарной емкостью С70, С76. Для стабилизации длительности импульса кипп-реле в катод Л21а подаются синхронизирующие 10-километровые импульсы. Потенциометром R134, ЗАД. ЗАП. КВ устанавливается такая постоянная времени кипп-реле, при которой опрокидывание кипп-реле в исходное состояние происходит шестым 10-километровым импульсом.

При включении задержки 20 км реле Р6 включается (Р2 отпускает), которое контактами 4-5 отключает С76, постоянная времени кипп-реле уменьшается, и кипп-реле опрокидывается вторым 10-километровым импульсом (величина С70 подбирается при заводской настройке блока). В режиме частого запуска с задержкой отрицательный импульс кипп-реле длительностью 20 или 60 км с катода Л21б поступает через контакты реле Р6 (Р2), Р3 и дифференцирующую цепь С79, R147 на вход каскада запуска Л23а. При дифференцировании импульса кипп-реле задним фронтом на сетке Л23а формируется положительный импульс, который запускает генератор С-7. В этом случае выходные импульсы С-7 задержаны относительно импульсов запуска С-0 (С-3) на 20 или 60 км. Необходимая величина задержки устанавливается на блоке ИКС-01 переключателем ЗАД. ЗАП. КВ 60-0-20.

Канал формирования импульсов срыва КВ включает:

- каскад задержки срыва КВ РЕДКИЙ на Л23;
- схемы задержки срыва КВ ЧАСТЫЙ на Л30 и Л31;
- генератор импульсов срыва КВ С-21 на Л22.

Каскад задержки срыва КВ РЕДКИЙ Л32 представляет собой кипп-реле с положительной сеткой (аналогично кипп-реле Л21). Запуск кипп-реле осуществляется отрицательными импульсами анодной цепи генератора С-0. Для синхронизации кипп-реле в катод Л32а подаются 50-километровые импульсы П делителя через С109. Потенциометром R222 СРЫВ. КВ РЕДК. устанавливается такая постоянная времени, при которой его опрокидывание в исходное состояние производится пятым 50-километровым импульсом. Отрицательный импульс длительностью 250 км с катода Л32б поступает через контакты 3-4 реле Р4 (реле Р3, Р4 при редком запуске обесточены) и дифференцирующую цепь С74, R140 на вход Л22а каскада запуска генератора импульсов С-21 (рис. 6.78).

Схема задержки срыва КВ ЧАСТЫЙ состоит из синхронизированного кипп-реле Л30 и кипп-реле с плавной регулировкой длительности расширенного импульса Л31.

Кипп-реле Л30 запускается отрицательными импульсами с анода Л23 генератора импульсов С-7. Постоянная времени кипп-реле (R206, С207) выбрана такой, что кипп-реле возвращается в исходное состояние вторым 50 километровым импульсом, подаваемым в катод Л30а, при выключенной задержке КВ и при задержке 20 км. Если включена задержка КВ 60 км, то кипп-реле опрокидывается третьим 50-километровым импульсом, отсчитываемым от нулевой отметки дистанции. Длительность импульса кипп-реле Л30 (удаление его заднего фронта относительно импульса С-7) будет соответствовать:

- 100 км при выключенной задержке;
- 80 км при включенной задержке КВ 20 км;
- 90 км при включенной задержке КВ 60 км.

Положительный импульс кипп-реле с анода Л30б дифференцируется цепью С103, R213 и задним фронтом запускает кипп-реле Л31.

В исходном режиме Л31б открыта, Л31а запрета. Импульс кипп-реле Л30 задним фронтом запирает Л31б и на ее катоде формируется расширенный отрицательный импульс. При выключенной задержке КВ и при задержке 60 км его длительность определяется постоянной времени цепи R215, R216, С104 и устанавливается потенциометром R215 СРЫВ. КВ ЧАСТ. равной 30 км. При включении задержки КВ 20 км включается реле Р6, которое контактами 10-12 подключает С108 параллельно С104, а контактами 7-8-9 переключает цепь управляющей сетки с резисторов R215, R216 на резисторы R201, R211. Потенциометром R201 СРЫВ. КВ ЧАСТ. 20 длительность импульса устанавливается равной 50 км.

Схема вобуляции 10-километровых импульсов

Схема вобуляции 10-километровых импульсов в режимах ЧАСТЫЙ В и ВНЕШНИЙ 1В обеспечивает с цикличностью, равной четырем периодам запуска, выдачу незадержанных 10-километровых импульсов в течение первых трех периодов и задержанных на 24 мкс – в течение четвертого периода запуска.

На контакт 7 платы У1 поступают с платы У2 импульсы в форме меандра, полярность которых изменяется импульсами промежуточного блокинг-генератора (рис. 6.79, б). После их дифференцирования цепью С1, R2 на сетку Л1а через диод Д1 поступают только отрицательные импульсы, соответствующие по времени четным импульсам промежуточного блокинг-генератора (рис. 6.79, в).

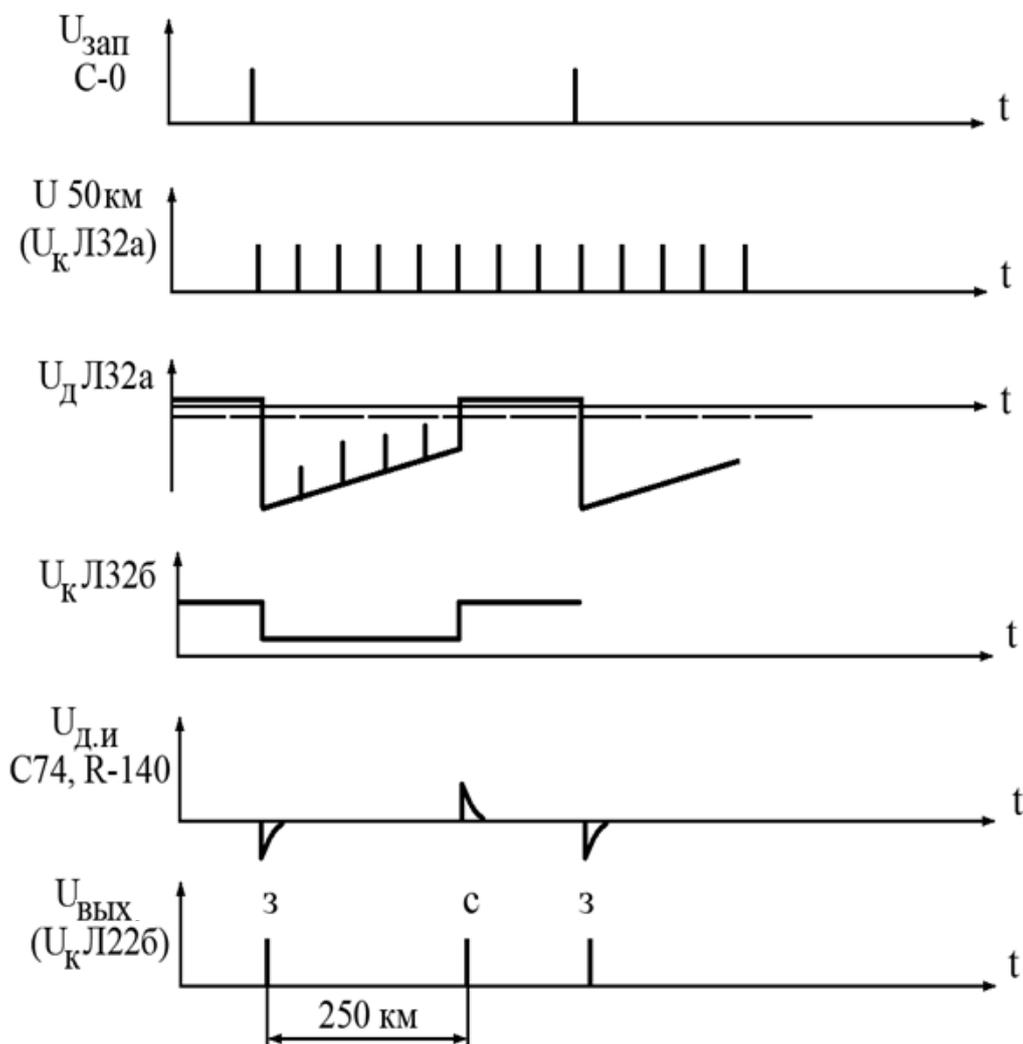


Рис. 6.78. Графики напряжений схемы формирования импульсов С-21

Схема собрана на плате В (У1) и состоит из следующих каскадов:

- триггера с отдельными входами Л1;
- генератора незадержанных 10-километровых импульсов Л2;
- катодного повторителя Л3;
- генератора задержанных 10-километровых импульсов Л4;
- усилителя задержанных 10-километровых импульсов Л5;
- генератора нормализованных 10-километровых импульсов Л6.

Через контакт 4 платы У1 и диод Д4 на сетку Л1б подаются отрицательные импульсы задающего блокинг-генератора Л14 (рис. 6.79, г). Под действием управляющих импульсов Л1б в течение первых трех периодов запуска закрыта, а при четвертом периоде открыта. Л1а триггера соответственно первые три периода запуска открыта, а в четвертом периоде – закрыта. Анодным напряжением Л1а управляется через катодный повторитель Л3б генератор задержанных 10-километровых импульсов Л4, а анодным напряжением Л1б – генератор незадержанных 10-километровых импульсов Л2 (через катодный повторитель Л3а).

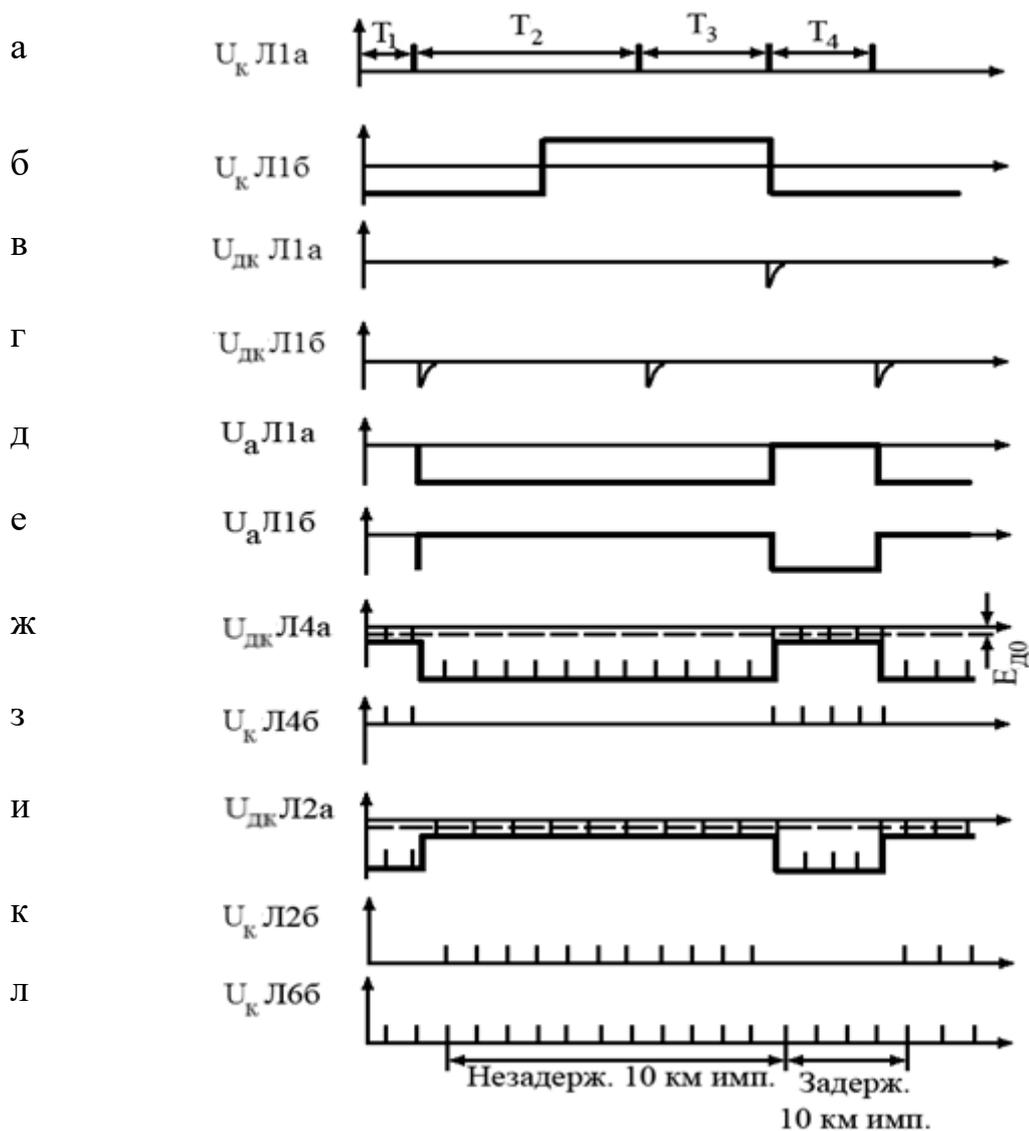


Рис. 6.79. Графики напряжений схемы возбуждения 10-километровых импульсов: а – $U_{кЛ1а}$; б – $U_{кЛ1б}$; в – $U_{дкЛ1а}$; г – $U_{дкЛ1б}$; д – $U_{аЛ1а}$; е – $U_{аЛ1б}$; ж – $U_{дкЛ4а}$; з – $U_{кЛ4б}$; и – $U_{дкЛ2а}$; к – $U_{кЛ2б}$; л – $U_{кЛ6б}$

Через контакты 4-5 реле Р7 и контакты 7-6 реле Р4 10-километровые импульсы I делителя поступают на сетку генератора незадержанных 10-километровых импульсов Л2 и на линии задержки Л3.9–Л3, обеспечивающие их задержку на 12 мкс.

С выхода линий задержки 10-километровые импульсы поступают на усилитель задержанных импульсов Л5. Усилитель выполнен по схеме ждущего блокинг-генератора Л5б с каскадом запуска Л5а. Выходные импульсы с катода Л5б дополнительно задерживаются на 12 мкс линиями задержки Л3.12–Л3.14 и поступают на сетку генератора задержанных 10-километровых импульсов Л4.

Генераторы Л4 и Л2 выполнены по идентичной схеме. В течение первых трех периодов запуска с анода Л1а триггера поступает отрицательное напряжение, которое через катодный повторитель Л3б глубоко запирает каскад запуска

Л4а, что исключает запуск блокинг-генератора Л4б задержанными 10-километровыми импульсами. При четвертом периоде запуска Л1а закрыта, отрицательное напряжение на выходе катодного повторителя Л3б несколько больше напряжения запирающего Л4а, блокинг-генератор Л4б запускается задержанными 10-километровыми импульсами. Выходные импульсы через диод Д6 выделяются на резисторе R36, являющиеся общей нагрузкой и для генератора незадержанных импульсов Л2. Диоды Д5 и Д6 служат для развязки выходных цепей генераторов Л2 и Л4.

С катода Л4б задержанные 10-километровые импульсы поступают через контакт 17 на схему вобуляции импульсов запуска (контакт 6 плата В1).

Генератор Л2 работает аналогичным образом. Он вырабатывает незадержанные 10-километровые импульсы в течение первых трех периодов запуска, которые выделяются на общей нагрузке R36.

С резистора R36 незадержанные и задержанные 10-километровые импульсы поступают на вход генератора нормализованных 10-километровых импульсов Л6, который повторяет их на катодной нагрузке R31 лампы Л6б. С контакта 18 платы В вобулированные 10-километровые импульсы поступают на П делитель частоты, генератор отметок дистанции и каскад задержки запуска КВ Л21.

При выключении вобулированного запуска (реле Р7 обесточено) 10-километровые импульсы I делителя через контакты 4-3 реле Р7 поступают непосредственно на вход генератора нормализованных 10-километровых импульсов Л6 и повторяются им.

Схема вобуляции импульсов запуска

Схема вобуляции импульсов запуска (рис. 6.80) обеспечивает задержку на 24 мкс каждого четного импульса промежуточного блокинг-генератора.

Схема собрана на плате В1 (У2) и состоит из следующих каскадов;

- 1) триггера со счетным входом Л1;
- 2) генератора незадержанных промежуточных импульсов запуска Л2;
- 3) генератора задержанных промежуточных импульсов запуска Л3;
- 4) триггера с отдельными входами Л4;
- 5) катодного повторителя Л5.

При включении вобулирующего запуска реле Р7 контактами 6-7-8 переключит цепь диодного смесителя Д10, R145 с выхода промежуточного блокинг-генератора Л17а на выход схемы вобуляции импульсов запуска (контакт 15 платы В1).

Отрицательные импульсы промежуточного блокинг-генератора с обмотки 5-6 трансформатора Тр13 (рис. 6.79, б) поступают на входы триггера Л1 через контакт 4 платы В1 и диоды Д1, Д2. Триггер Л1 опрокидывается каждым входным импульсом. В его анодных цепях формируются импульсы в форме меандра противоположной полярности (рис. 6.79, в, г).

С анода Л1б импульсы подаются на схему вобуляции 10-километровых импульсов и на дифференцирующую цепь С12, R19, подключенную через диод Д5 к сетке лампы Л4а триггера с отдельными входами.

С анода Л1а импульсы подаются на катодный повторитель Л5б, который управляет смещением на управляющей сетке Л2а каскада запуска генератора незадержанных промежуточных импульсов. Нагрузка катодного повторителя шунтируется конденсатором С18, который затягивает передний и задний фронты повторяемых импульсов.

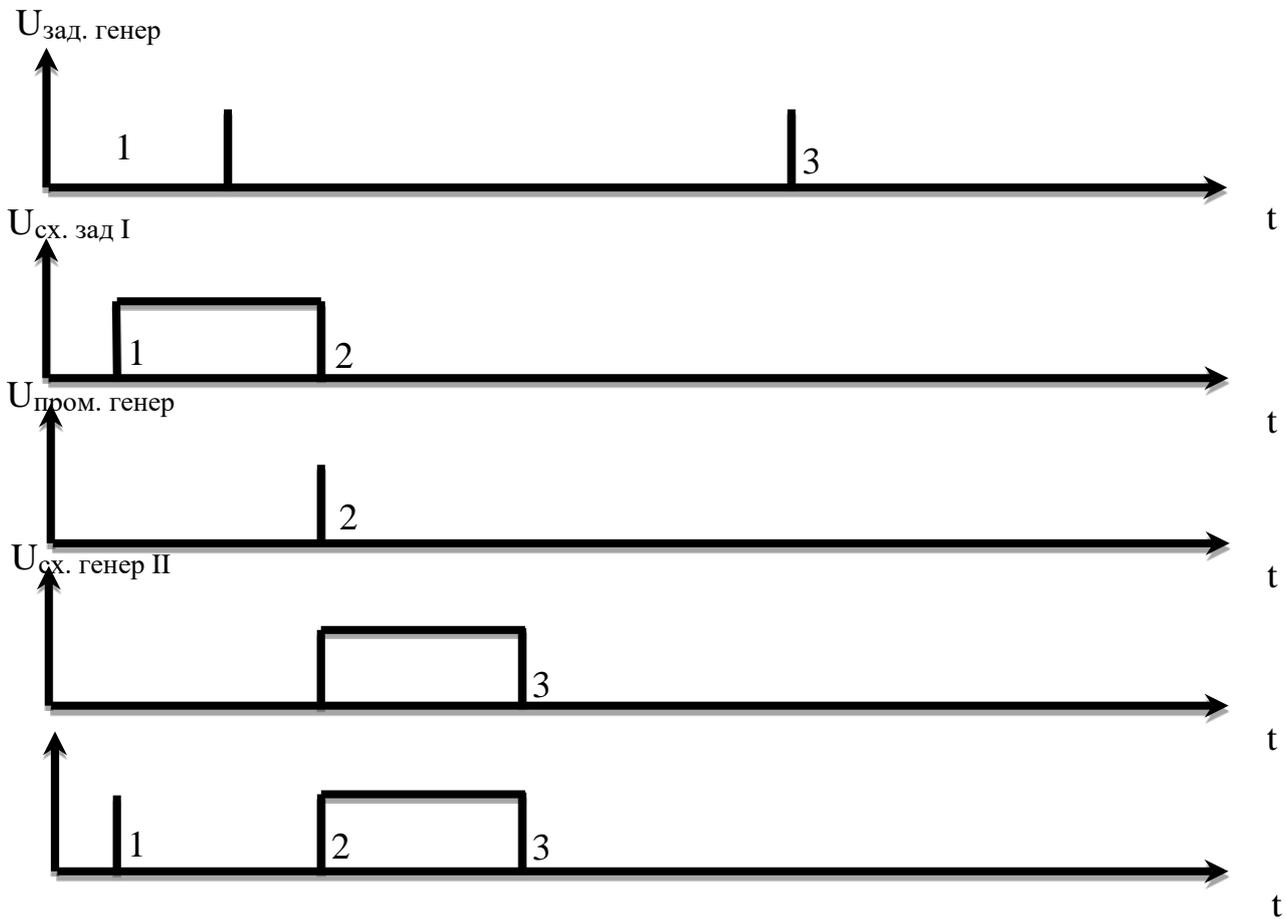


Рис. 6.80. Графики напряжений схемы возбуждения импульсов запуска

На вход Л2а через конденсатор С6 поступают положительные импульсы промежуточного генератора. Напряжение смещения на сетке задается катодным повторителем Л5б. При положительных импульсах на входе катодного повторителя отрицательное напряжение смещения на сетке Л2а несколько больше напряжения запирающей лампы. Отрицательными входными импульсами катодный повторитель глубоко запирает каскад запуска Л2а. Из графика рис. 6.79, д видно, что на входе каскада запуска Л2а подавляется каждый второй промежуточный импульс. Выходные импульсы блокинг-генератора Л2б, частота следования которых в два раза меньше частоты следования импульсов промежуточного блокинг-генератора, через диод Д3 поступают на резистор R17, являющийся общей нагрузкой, и генератор задержанных промежуточных импульсов Л3.

В исходном режиме Л4а триггера с отдельными входами открыта, а Л4б закрыта. При дифференцировании цепью С12, R19 импульсов анодной цепи Л1б

на резисторе R19 формируется отрицательный импульс, который по времени соответствует каждому четному промежуточному импульсу (положительные импульсы на R19 соответствуют нечетным промежуточным импульсам). Отрицательный импульс через диод Д5 запирает Л4а, и триггер опрокидывается. Анодным напряжением Л4а и ее катодным повторителем Л5а управляется смещение на управляющей сетке Л3а каскада запуска генератора задержанных промежуточных импульсов. На сетку Л3а через конденсатор С9 подаются из платы В задержанные на 24 мкс 10-километровые импульсы в интервале времени между четным промежуточным импульсом и очередным импульсом задающего блокинг-генератора. При открытой Л4а каскад запуска Л3а глубоко закрыт.

Когда Л4а закрывается, то отрицательное напряжение смещения Л3а становится несколько больше напряжения запирающего и первый задержанный 10-километровый импульс вызывает срабатывание блокинг-генератора задержанных промежуточных импульсов Л3б. Отрицательный импульс с анода Л3 поступает на сетку Л3б и возвращает триггер в исходное состояние, что исключает дальнейшее срабатывание блокинг-генератора Л3б от последующих задержанных 10-километровых импульсов.

Выходной положительный задержанный на 24 мкс промежуточный импульс блокинг-генератора Л3а через диод Д4 выделяется на общей нагрузке R17 и вместе с незадержанным промежуточным импульсом (рис. 6.79, а) поступает на выход платы В (контакт 15) и далее через контакты 6-7 реле Р7 на диодный смеситель Д10, R145.

При выключении вобулированного запуска выходные импульсы промежуточного блокинг-генератора поступают на диодный смеситель Д10, R145 через контакты 6-7 реле Р3 и контакты 8-7 реле Р7, минуя схему вобуляции импульсов запуска.

Схема контроля

Схема контроля состоит из:

- генератора пилообразного напряжения на лампах Л24, Л25, Л13а;
- каскада расширения Л29;
- каскада вертикального отклонения Л26;
- каскада горизонтального отклонения Л26;
- электронно-лучевой трубки Л27;
- высоковольтного выпрямителя 1,8 кВ на Д3.

Генератор пилообразного напряжения вырабатывает напряжение горизонтальной развертки для электронно-лучевой трубки. Он состоит из усилителя импульсов запуска Л13а, расширителя (кипп-реле) Л24, разрядной лампы Л25а и катодного повторителя Л25б.

В исходном состоянии Л13а, Л24а и Л25а закрыты, зарядные конденсаторы С86-С89, С98 (в зависимости от положения переключателя В2 ДЛИТ. РАЗВ.) заряжены. На катоде Л25б высокое напряжение, через Л26а усилителя горизонтального отклонения протекает максимальный ток, а через Л26б – минимальный анодный ток (Л26 – парафазный усилитель), электронный луч смещен вправо на экране трубки.

Запуск генератора может производиться частыми или редкими импульсами запуска в зависимости от положения переключателей В3 ЗАП. РА3В. и В4 КОНТРОЛЬ ДД-08. Импульсы запуска через переключатели В3, В4 и конденсатор С38 поступают на сетку Л13а и открывают ее. Л13а и Л24а имеют общую анодную нагрузку R154. Усиленные импульсы отрицательной полярности с R154 поступают на сетку Л24б и запускают кипп-реле (рис. 6.81). При срабатывании кипп-реле в аноде Л24б формируется положительный импульс длительностью 30 мкс, который через С83 подается на сетку разрядной лампы Л25а и отпирает ее. При этом происходит разряд одного из включенных разрядных конденсаторов.

Для гашения обратного хода развертки отрицательные импульсы кипп-реле с катода Л24б через С82, С97 поступают на управляющий электрод ЭЛТ.

По окончании импульса кипп-реле Л25 запирается и подключенный к ее аноду зарядный конденсатор заряжается от источника 250 В через резисторы R161, R162. Для улучшения линейности формируемого при заряде пилообразного напряжения в цепь заряда через катодный повторитель Л25б и С85 подается напряжение с зарядного конденсатора.

Пилообразное напряжение, снимаемое с части нагрузки катодного повторителя, подается на парафазный усилитель Л26. С анодной нагрузки Л26 пилообразные напряжения противоположной полярности подаются на пластины горизонтального отклонения ЭЛТ. Электрическая связь между Л26а и Л26б осуществляется через R172 цепи катода.

Горизонтальный сдвиг развертки регулируется потенциометром R173 УСТ. НАЧ. РА3В., изменяющим смещение на сетке Л26б.

Каскад расширения (кипп-реле) Л29 предназначен для расширения исследуемых импульсов на 40 мкс. Необходимость расширения импульсов обусловлена задержкой начала развертки ЭЛТ на 40 мкс относительно импульсов запуска.

Исследуемые импульсы запуска через контакты платы III переключателя В4 КОНТРОЛЬ ДД-08 подаются на сетку Л29а. Выходные положительные расширенные импульсы снимаются со средней точки резисторов R157, R200 анодной нагрузки Л29б и через контакты платы II переключателя В5 и переключатель В5 подаются на каскад вертикального отклонения.

Каскад вертикального отклонения Л28 представляет собой парафазный усилитель. Исследуемые сигналы подводятся к сетке Л28б, а масштабные отметки дистанции – к Л28а. Связь между триодами осуществляется через общую катодную нагрузку R191, R193.

Исследуемые сигналы просматриваются на экране ЭЛТ в положительной полярности, а масштабные отметки дистанции – в отрицательной полярности. Масштабные отметки используются для контроля временной расстановки импульсов запуска и срыва.

Коммутация исследуемых сигналов производится переключателем В4 КОНТРОЛЬ ДД-08. При установке переключателя В4 в положение РАСТ. осуществляется одновременная проверка работы I и II делителя частоты. При этом

напряжение с сеточных цепей каскадов деления через катодные повторители Л3б и Л4б и переключатели В4, В5 поступает на Л28б. Так как скорость изменения напряжения на сетке первого делителя в пять раз больше изменения напряжения на сетке второго делителя, то на экране ЭЛТ наблюдаются ромбы, образованные пятью наклонными линиями. Начало каждого последующего ромба сдвинуто вниз по вертикали относительно конца предыдущего ромба. Наличие в каждом ромбе пяти наклонных линий свидетельствует о правильной работе II делителя.

Для контроля работы кварцевого генератора и I делителя на катод ЭЛТ подается синусоидальное напряжение кварцевого генератора через переключатель В4. Во время положительных полупериодов синусоидального напряжения развертка гасится. При этом наклонные линии раstra преобразуются в пунктирные. Наличие пяти светлых точек (штрихов) в каждой наклонной линии раstra свидетельствует о правильной работе I делителя.

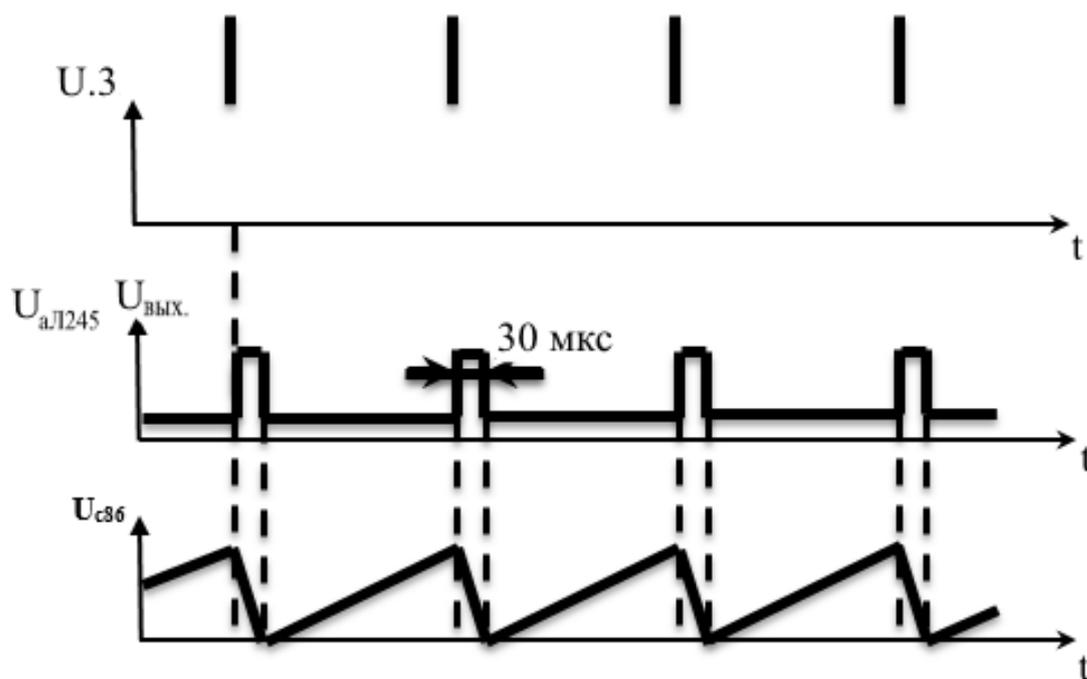


Рис. 6.81. Графики напряжений схемы нормирования редкого и частого запусков

Графики напряжений схемы генератора развертки

Высоковольтный выпрямитель 1,8 кВ служит для питания электронно-лучевой трубки Л27. Он собран по однополупериодной схеме на диоде ДЗ типа Д1006 и повышающем трансформаторе Тр11.

Переключатель В1 и резистор R80 служат для понижения напряжения накала при прогнозировании отказов ЭВП. Режимы работы представлены ниже (табл. 6.2).

Режимы работы

Режим работы	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Редкий 2					+			
Редкий 1								
Частый, задержка КВ-0 км			+	+				+
Частый, задержка КВ-20 км			+	+		+		+
Частый, задержка КВ-60 км		+	+	+				+
Частый В, задержка КВ-0 км			+	+			+	+
Внешний 2	+							
Внешний 1, задержка КВ-0 км	+		+	+				+
Внешний 1В, задержка КВ-0 км	+		+	+				+

Примечание. + – реле включено.

Управление блоком ДД-08

Управление работой блока ДД-08 осуществляется переключателями режимов запуска блоков ДД-08, ЦП-08, шкафа ЦМ-23М и переключателем задержки запуска КВ блока ИКС-01. Этими переключателями в блок ДД-08 подается напряжение ± 27 В для включения соответствующих реле, которые обеспечивают заданный режим работы.

Состояние реле блока ДД-08 при различных режимах его работы показано в табл. 6.2.

Если на щите ИЩ-03 переключатель МЕСТНО-ДИСТАНЦ. установлен в положение МЕСТНО, то управление режимами запуска возможно только с блока ДД-08.

При установке на щите ИЩ-03 переключателя в положение ДИСТАНЦ. режимами запуска можно управлять со шкафа ЦМ-23М при установке переключателя шкафа РОД РАБОТЫ в положение МЕСТН.; с блока ЦП-08 при установке на ЦМ-23М переключателя РОД РАБОТЫ в положение ДИСТ.

6.6. Система управления, защиты и контроля СУЗИК

6.6.1. Назначение, состав и технические данные

Система управления, защиты и контроля предназначена для выполнения следующих функций:

- местного и дистанционного управления высотомером;
- обеспечения строго определенной последовательности включения систем высотомера с необходимой выдержкой времени между включениями;
- осуществления защиты управляемых устройств при возникновении аварийных режимов путем автоматического отключения их от сети электропитания, а также сигнализации о неисправности устройств.

В СУЗИК входит следующая аппаратура:

- шкаф автоматики ЦМ-23М, предназначенный для размещения основной части элементов системы автоматики, а также для местного управления аппаратурой ППК;
- блок дистанционного управления высотомером ЦП-08;
- блок управления системой ЖВО ЦВ-01;
- щит ИЩ-03, предназначенный для управления и защиты от аварийных режимов работы аппаратуры шкафов Д-2, К-3 и И-7К;
- щит ЩД-03, предназначенный для управления системой подъема антенны АЗ-17М;
- коммутатор КМЦ-01, предназначенный для управления электромагнитом ферритового циркулятора ФЦ-01.

Системы управления устройства радиовысотомера питаются трехфазным напряжением 220 В с частотой 400 Гц, а СУЗИК – постоянным напряжением 27, 110 и 220 В.

СУЗИК состоит из следующих функциональных частей:

- схемы автоматики аварийной сигнализации, освещения и блоков питания СУЗИК;
- схемы автоматики системы ЖВО;
- схемы включения накала радиовысотомера и аппаратуры вспомогательного канала;
- схемы автоматики передающего устройства;
- схемы автоматики переключения ВЧ-генераторов;
- схемы автоматики системы вращения кабины;
- схемы автоматики системы качания антенны.

Программа включения устройств высотомера задается программным реле времени шкафа ЦМ-23М, которое обеспечивает следующие выдержки времени (отсчет времени ведется с момента включения системы ЖВО):

- 1 мин (выдержка используется для подключения к системе защиты устройств, регистрирующих аварийные режимы работы блока ФЦ-01, дегидратора МАД 220–400, исполнительного электродвигателя системы вращения ППК);
- 1,5 мин (выдержка используется для включения анодных напряжений блоков питания БИ, БР, БПУ, БШ);
- 3 мин (выдержка используется для включения анодных напряжений блока ПТ-03М);

– 5 мин (выдержка используется для включения высоковольтного выпрямителя передающего устройства и подключения к системе защиты датчиков расхода жидкостного охлаждения).

На принципиальных схемах автоматики схемный номер элемента состоит из буквенных и цифровых обозначений, указывающих блоков, в котором размещены элементы, условный шифр элемента и его порядковый номер. Например, ЦП Тр2 обозначает, что трансформатор находится в блоке ЦП-08, его порядковый номер второй. Схемные обозначения элементов, размещенных в шкафу ЦМ-23М и в блоке ЦВ-01, для удобства при чтении схем не имеют первых двух букв.

Цифры или буквы возле стрелок обозначают разрыв провода и точку его подсоединения.

6.6.2. Схема автоматики аварийной сигнализации, освещения и блоков питания СУЗИК

На шкаф ЦМ-23М трехфазное напряжение 220 В с частотой 400 Гц подается от электростанции на платы П2, П3. Одновременно с подачей напряжения 220 В с частотой 400 Гц начинают работу блоки ОБП и БПА, вырабатывающие напряжения постоянного тока 27, 110, 220 В.

Переменные и постоянные напряжения контролируются прибором ИП1 с помощью переключателя В1 КОНТРОЛЬ.

Входные и выходные цепи блоков ОБП и БПА защищены предохранителями с сигнальным контактом, при перегорании плавкой вставки которых срабатывает механизм, замыкающий контакты, включенные в цепь питания реле Р2 и лампочки Л2, ОБП, БПА.

Лампочка Л2 выполняет функции визуального указателя места аварии.

При включении реле Р2 его контакты Р2б включают звуковой извещатель ЗВ, а контакты Р2в – лампочку Л9 АВАРИЯ.

Если блок ОБП неисправен, реле Р2 получает питание от блока БПА, и наоборот.

Реле Р2 в случае неисправности блоков БПА и ОБП включается от источника ± 27 В блока ЦП-08.

При срабатывании реле Р2 одновременно в блоке ЦП-08 срабатывает реле ЦП Р1, которое своими контактами включает звуковую и световую сигнализацию об аварийном режиме.

Выходные цепи блока БПА-01 защищены предохранителями Пр35–Пр42, при перегорании которых замыкаются их контакты в цепи питания обмотки реле Р87. Реле Р87, срабатывая, контактами Р87б отключает цепи нагрузок от выпрямителя 27 В блока БПА-01, а контактом Р87в включает реле Р2.

Подача напряжения 27 В к нагрузкам может происходить после замены предохранителей Пр35–Пр42.

В схеме предусмотрена возможность снятия сигнала аварии отжимным выключателем В4 шкафа ЦМ и аналогичным выключателем блока ЦП-08. В последнем случае сигнал аварии снимается контактами реле Р94.

Включение освещения ППК и освещение шкафа ЦМ-23М осуществляется выключателем В2 ОСВЕЩЕНИЕ. После появления напряжения 27 В блока БПА срабатывает реле Р1, которое контактами Р1б,в переключает аварийное освещение с аккумуляторов на трансформатор Тр1.

Трансформатор Тр1 питает лампы освещения кабины прицепа В1, шкафов ЦМ-23М, ПТ-03М, ВЧ-01, а также питает реле шкафа ЦМ-23М.

6.6.3. Схема автоматики системы ЖВО

Рассмотрим работу схемы при местном управлении ППА, когда на ЦМ-23М переключатель В5 РОД РАБОТЫ установлен в положение МЕСТН.

Система ЖВО включается выключателем ЦМ В6 ОХЛ. НАКАЛ. При этом напряжение 27 В через ряд размыкающихся контактов (ЦМ Р10б, ЦМ Р9б, ЦВ Р23в) реле аварийных режимов соответствующих устройств подается на обмотку реле Р1 блока ЦВ-01. Реле Р1 срабатывает и контактами:

– Р1б подает 27 В на контакторы Р5, Р6, Р7, Р8, Р9, Р10;

– Р1в подает 27 В на контактор Р3;

– Р1г подает 27 В через контакты реле времени ЦМ Р17в (1 мин) на контакты реле, регистрирующие аварийные режимы работы блока ФЦ-01, дегидратора, приводного электродвигателя системы вращения кабины, соответственно Р43в, ЦВ Р25б, Р82б;

– Р1д подает 27 В на дегидратор.

После срабатывания контактора Р5 напряжение 220 В с частотой 400 Гц через контакты Р5б подается на электродвигатель основного вентилятора №1, а после срабатывания Р6 – на электродвигатель основного вентилятора №2.

Контактор Р7 подает сетевое напряжение на дегидратор, контактор Р8 включает воздушную помпу, а контактор Р10 – помпу жидкостного охлаждения. В последних выпусках высотомера контактор Р8 исключен, а включение воздушной помпы осуществляет контактор Р10.

Одновременно с включением системы ЖВО напряжение 27 В через замкнутый контакт переключающихся контактов Р12б подается на обмотку термометаллического реле Р11. Через 10 ± 4 с реле Р11 срабатывает и замыкает контактом Р11б цепь питания реле Р12. Реле Р12 срабатывает, контактом Р12б самоблокируется и разрывает цепь питания реле Р11.

При включении системы ЖВО через блокировочные контакты контакторов Р5 и Р6 поступает 27 В на контактор ЦМ Р5, назначение которого описано ниже.

После срабатывания реле Р12 замыкаются его контакты Р12а – Р12ж.

Контактами Р12в подключаются к обмотке «реле аварийного режима» Р17 контакты аэродинамического реле основного вентилятора №1.

Контактами Р12г подключаются к обмотке «реле аварийного режима» Р18 контакты аэродинамического реле основного вентилятора №2.

Контактами Р12д подключаются к обмотке «реле аварийного режима» Р22 контакты аэродинамического реле вентилятора радиатора.

Контактами Р12е подключаются к обмотке «реле аварийного режима» Р23 контакты центробежного реле воздушной помпы.

Контактами Р12ж подключаются к обмотке «реле аварийного режима» Р24 контакты датчика давления блока ПЖ-04Р.

Задержка срабатывания реле Р12 необходима для обеспечения разгона электродвигателей, что необходимо для размыкания контактов центробежных и аэродинамических реле.

Электродвигатели основных вентиляторов, вентилятор радиатора, дегидратор, воздушная помпа защищены силовыми предохранителями, параллельно которым включены предохранители с сигнальным контактом.

Электродвигатель помпы жидкостного охлаждения, кроме того, защищен термобиметаллическими реле Р19, Р20.

Контакты элементов защиты (предохранителей с сигнальными контактами, термобиметаллических реле) силовых цепей электродвигателей выведены в цепи питания «реле аварийных режимов» соответствующих устройств через выключатель ЦМ В4 СНЯТИЕ СИГН. АВАРИИ.

Рассмотрим работу схемы при возникновении аварийных режимов в устройствах системы ЖВО.

Основной вентилятор №1

При коротком замыкании в электродвигателе срабатывают сигнальные предохранители ПР5-ПР8, контакты которых включены в цепь питания аварийного реле Р1.

При срабатывании реле Р17 контактами Р17б самоблокируется. Контакты Р17в выключают контактор Р5, который отключает от сети аварийный электродвигатель. Контактами Р17д включается на блоке ЦП-08 предупредительная сигнальная лампочка Л2 НЕИСПРАВНОСТЬ ВЕНТИЛ. и аварийная звуковая сигнализация в шкафу ЦМ-23М и блоке ЦП-08. Размыкающиеся контакты Р17г и замыкающиеся контакты Р17е подготавливают схему аварийного выключения системы ЖВО при выходе из строя основного вентилятора №2. Одновременно на шкафу ЦМ-23М загорается сигнальная лампочка неисправности Л23 ВЕНТ. №1.

При боевой работе высотомера допустима работа аппаратуры при выходе из строя одного из основных вентиляторов. Для выключения аварийной сигнализации, затрудняющей работу оператора, необходимо установить переключатель ЦП В13 РАБОТА С Н/В (работа с неисправным вентилятором) в положение РАБОТА С Н/В, после чего срабатывает реле Р16, которое контактом Р16б отключает аварийную сигнализацию (через реле ЦМ Р2).

Основной вентилятор №2

Работа схемы автоматики при выходе из строя основного вентилятора №2 аналогична.

При выходе из строя одновременно двух основных вентиляторов срабатывает реле аварийных режимов Р17 и Р18, которые разомкнутыми контактами Р17г и Р18г отключают реле Р1, и система ЖВО выключается. Замыкающимися

контактами Р17е и Р18е подается 27 В на реле ЦМ Р, которое включает аварийную сигнализацию на шкафу ЦМ-23М и блоке ЦП-08 независимо от положения выключателя ЦП В13 РАБОТА С Н/В. На шкафу ЦМ-23М загораются сигнальные лампочки неисправности ЦМ Л23 ВЕНТ. №1 и ЦМ Л7 ВЕНТ. №2.

Дегидратор

При возникновении короткого замыкания в дегидраторе по сети 220 В 400 Гц срабатывают контакты предохранителей с сигнальными контактами ПР13б – ПР16б в цепи питания обмотки аварийного реле Р21. Цепь питания реле Р21 также может быть замкнутой через 1 мин после включения системы ЖВО, если реле давления дегидратора не разомкнет цепь питания реле Р25.

При срабатывании реле Р21 производит следующее:

- контактами Р21б самоблокируется;
- контактами Р21в разрывает цепи питания обмотки контактора Р7, который отключает дегидратор от сети 220 В 400 Гц;
- контактами Р21д включает сигналы аварии;
- контактами Р21г отключает цепь питания обмотки реле ПТ Р4 (описывается его работа в схеме автоматики переключения ВЧ-генераторов).

Одновременно на шкафу ЦМ-23М загорается лампочка ЦМ Л10 ДЕГИДРАТОР.

Снятие с самоблокировки реле Р21 осуществляется выключателем ЦМ В4 СНЯТИЕ СИГН. АВАРИИ.

Вентилятор радиатора

Защита вентилятора радиатора аналогична защите основных вентиляторов.

В случае срабатывания защиты включается аварийное реле Р22, которое производит следующее:

- контактами Р22б самоблокируется;
- контактами Р22в выключает контактор Р9, который отключает электродвигатель вентилятора от сети 220 В 400 Гц;
- контактами Р22г включает лампочку ЦП Л1 НЕИСПРАВНОСТЬ ПЖ;

Одновременно загорается сигнальная лампочка ЦА Л4 ВЕНТ. РАДИАТОРА. Система ЖВО в этом случае не выключается.

Воздушная помпа

Система защиты воздушной помпы аналогична системе защиты основных вентиляторов. В случае срабатывания элементов защиты включается аварийное реле Р23, которое производит следующее:

- контактами Р23б самоблокируется;
- контактами Р23в разрывает цепь питания обмотки реле Р1, которое включает систему ЖВО;
- контактами Р23г включает систему аварийной сигнализации.

Одновременно на шкафу ЦМ-23М загорается сигнальная лампочка ЦМ Л6 ВОЗД. ПОМПА.

Включение системы ЖВО возможно только после устранения неисправности и снятия с самоблокировки реле Р23 выключателем ЦМ В4 СНЯТИЕ СИГН. АВАРИИ.

Система жидкостного охлаждения

Приводной электродвигатель помпы жидкостного охлаждения от сторонних замыканий защищен силовыми предохранителями, параллельно которым включены предохранители с сигнальным контактом, а от перегрузок – термобиметаллическими реле Р19, Р20.

В случае срабатывания элементов защиты электродвигателя контактами ПР23б, ПР26б, Р19б, Р20б включается реле защиты Р24, которое производит следующее:

- контактами Р24б самоблокируется;
- контактами Р24в разрывает цепь питания обмотки реле Р1, которое включает систему ЖВО;
- контактами Р24г включает аварийную сигнализацию.

Реле Р24 срабатывает также в случаях:

- превышения температуры охлаждающей жидкости 75 °С (в этом случае размыкаются контакты температурного реле 75 °С блока температурных датчиков, размыкается реле Р24);
- нарушения расхода жидкости.

Контроль за расходом жидкости осуществляется спустя 5 мин после включения системы ЖВО (замыкаются контакты ЦМ Р17б программного реле времени).

В случае замыкания на длительном времени контактов датчиков расхода блока ПЖ-04Р (что является следствием нарушения расхода) через 10 ± 4 с срабатывает термобиметаллическое реле времени Р4 и контактом Р4б включается реле защиты Р24.

Система автоматики обеспечивает включение и выключение подогрева жидкости в зависимости от ее температуры. В случае если температура жидкости ниже 20 °С, контакты температурного реле 20 °С блока температурных датчиков замкнуты и при включенной системе ЖВО контактор Р3 включен. Его контакты Р3б подают 220 В 400 Гц на подогреватель блока ПЖ-04Р.

В случае возникновения короткого замыкания в подогревателе срабатывают предохранители с сигнальным контактом ПР1, ПР4 и через контакты ПР1б, ПР4б включаются сигнальные лампочки ЦМ Л8 ПОДОГРЕВ. ПЖ и ЦМ Л1 ПЖ. Система ЖВО в этом случае не выключается.

Когда температура охлаждающей жидкости более 60 °С, то размыкаются контакты температурного реле 60 °С и снимается питание с реле КМЦ Р3. Его контакты переключают потенциометры в цепи электромагнита ферритового циркулятора (включаются регулировки Т60).

6.6.4. Схема включения накала радиовысотомера и аппаратуры вспомогательного канала

После подачи сетевого напряжения на электродвигатели основных вентиляторов и замыкания блокировочных контактов ЦВ Р5б и ЦВ Р6б напряжение 27 В через замкнутые контакты Р9б, Р10в подается на обмотку контактора Р5 и реле Р40.

Контактор Р5 срабатывает, своими главными контактами Р5б,в,г подает сетевое напряжение 220 В 400 Гц на блоки питания и накальные трансформаторы передающего устройства. Одновременно напряжение сети подается на счетчик времени и трансформатор Тр2, понижающий его до 32 В. Это напряжение необходимо для питания электродвигателей прибора ИЧВВ-6 и реле времени Р17. Электромагнит оцепления реле времени Р17 включается блокировочными контактами Р5д.

При срабатывании реле Р40 контактами Р40в подготавливается цепь включения реле Р42, а контактами Р40б подает 27 В на обмотку контактора Р89.

Начиная с этого момента счетчик времени начинает отсчитывать часы работы радиовысотомера, работают прибор ИЧВВ-6 и реле времени Р17.

Цепи питания накальных трансформаторов передающего устройства защищены от коротких замыканий силовыми предохранителями, параллельно которым включены предохранители с сигнальным контактом ПР23, ПР26. При перегорании предохранителей контакты ПР23б и ПР26б замыкают цепь питания реле Р9 и лампочки Л11 НАКАЛ П. ВЧ. Лампочка Л11 сигнализирует об аварии в цепи питания накала передатчика, а реле Р9, срабатывая, контактами Р9в разрывает цепь питания обмотки контактора Р5, а контактами Р9г включает аварийную сигнализацию.

Сетевое напряжение 220 В 400 Гц подается контактами реле Р42 на накальные трансформаторы блока БШ-03 (основной канал) после срабатывания контактора Р5 и при включении выключателя В23 ЛБВ ОСН. НАКАЛ. Если включение высотомера производится со шкафа И-7К, то реле Р42 включается по цепи, минуя выключатель В23 и контакты реле Р40в.

Сетевое напряжение на анодный трансформатор блока БШ-03 подается через контакты реле БШ Р1. Реле БШ Р1 включается выключателем В9 ЛБВ ОСН. АНОД при местном режиме управления либо выключателем ЦП В3 ЛЮВ ОСН. при дистанционном управлении. Сетевое напряжение на анодный трансформатор блока БШ-03 может быть подано:

- при замыкании контактов реле времени Р17г (через 1,5 мин после включения выключателя ОХЛ. НАКАЛ);
- при срабатывании реле БШ Р3, которое включается при поступлении сетевого напряжения на накальный трансформатор блока БШ-03.

При возникновении аварийных режимов в блоке БШ-03 (основной канал) отпускает реле БШ Р3 и при включенном выключателе В9 ЛБВ ОСН. АНОД напряжение 27 В подается на реле Р10 и лампочку Л12 ЛБВ ОСН.

При срабатывании реле Р10 происходит следующее:

- контактами Р10б разрывается цепь питания реле ЦВ Р1, которое выключает систему ЖВО;
- контактами Р10в выключается контактор Р5;
- контактами Р10г самоблокируется через выключатель ЦМ В4 СНЯТИЕ СИГН. АВАРИИ.

Цепи подачи сетевого напряжения к блокам БР, БПУ, БП-16 защищены предохранителем ПР22 БР, БПУ ОСН, параллельно которому установлены неоновая лампочка Л17 и резистор R4. При перегорании предохранителя ПР22 загорается Л17, что сигнализирует о неисправности вышеуказанных цепей.

Спустя 1,5 мин после включения накала контактами Р17г реле времени подается 27 В на выключатель В8 АНОД БР, контактор Р4 и реле ЦП Р6. Реле ЦП Р6 при срабатывании подает напряжение 27 В на выключатель ЦП В3 ЛБВ ОСН.

Анодные напряжения блока БПУ, питающие аппаратуру основного канала, подключаются после срабатывания контактора Р4.

При местном режиме управления выключателем В8 АНОД БР (при дистанционном режиме – автоматически) напряжение 27 В подается на контактор блока БР, который подключает анодные напряжения блока к нагрузке.

При дистанционном режиме управления анодные напряжения блоков БИ-05М подключаются к нагрузкам спустя 1,5 мин после включения накала этих блоков.

Аппаратура вспомогательного канала (шкаф ПК-5) включается по времени независимо от включения аппаратуры основного канала, но спустя 1,5 – 2 мин после включения ЖВО, выключателем В11 ШКАФ ПК (при местном управлении) или выключателем ЦП В2 ШК. ПК (при дистанционном управлении).

Выключателем В11 ШКАФ ПК напряжение 27 В подается на контактор Р6 через контакты Р11б, Р12б реле аварийных режимов и замыкающий контакт Р49б. Реле Р49 срабатывает после подачи анодного напряжения БПУ шкафа ПК-5.

Контактор Р6 главными контактами Р6в,г подает сетевое напряжение на накальные трансформаторы вспомогательного канала. Блокировочными контактами Р6б подается 27 В на реле времени УП субблока КР-03.

С этого момента времени аппаратура вспомогательного канала прогревается под накалом 90 с, после чего срабатывает реле Р15 субблока КР-03 и подается напряжение 27 В на обмотку контактора Р7 и в блок РО-03.

Контактор Р7, срабатывая, главными контактами Р7 г, д подает сетевое напряжение на блок БПУ, а контактами Р7в подготавливает цепь включения реле БШ Р2.

Реле БШ Р2 срабатывает при включении выключателя В10 ЛБВ ВСПОМ. при местном управлении либо автоматически при дистанционном управлении. Контактными реле БШ Р2 подается сетевое напряжение на анодный трансформатор блока БШ-03.

При неисправностях в цепях питания блока РО-03 перегорает предохранитель с сигнальным контактом ПР20. В этом случае загорятся лампочки Л14 РО ИЛП, ЦП Л3 НЕИСПРАВНОСТЬ ПК. ПК, но аппаратура вспомогательного канала не выключается.

При неисправностях в цепях питания схемы БПУ, предназначенной для питания аппаратуры вспомогательного канала, перегорает предохранитель ПР19, который сигнальным контактом ПР19б подает 27 В на лампочки Л13 БПУ ВСП. БП ЛЗ НЕИСПРАВНОСТЬ ШК. ПК и реле Р11.

При срабатывании реле Р11 разрывает контактами Р11б цепь питания контактора Р6, который выключает аппаратуру вспомогательного канала.

Аварийный режим части блока БШ-03, питающий УВЧ вспомогательного канала, регистрирует реле БШ Р4. При включенном выключателе В10 ЛБВ ВСПОМ. и возникновении аварийного режима работы реле БШ Р4 обесточивается и напряжение 27 В подается на аварийное реле Р12, которое контактами Р12б разрывает цепь питания контактора Р6 (отключается аппаратура вспомогательного канала). Одновременно загораются лампочки Л15 ЛБВ ВСПОМ. и ЦП ЛЗ НЕИСПРАВНОСТЬ ШК. ПК.

Отключение аппаратуры вспомогательного канала не влечет за собой отключение аппаратуры основного канала высотомера.

Спустя 3 мин после включения выключателя В6 ОХЛ. НАКАЛ замыкаются контакты Р17е реле времени и сетевое напряжение подается на анодные трансформаторы тиратронного блока ПТ-03М шкафа П-03М.

В случае возникновения аварийного режима блока ДП-05 перегорает предохранитель ПР21 и его сигнальный контакт включает лампочку Л16 ДП.

Для питания накала блока ПЦ-10 сетевое напряжение подается контактором Р5 при включении выключателя В6 ОХЛ. НАКАЛ.

Анодное напряжение на блок ПЦ-10 подается через 1,5 мин после включения накала при установке переключателя В24 в положения КОМП. Б, КОМП. Ш при местном управлении либо переключателя ЦП В5 при дистанционном управлении. При этом включается реле Р26, которое контактами Р26б, Р26в подает анодное напряжение на блок.

Со второй платы переключателя В24 ЗАЩИТА подается на блоки ШБ-01 напряжение 27 В в положениях КОМП. Б, Б и -27 В в положениях КОМП. Ш, Ш.

6.6.5. Схема автоматики передающего устройства

Спустя 5 мин после срабатывания контактора Р5 замыкаются контакты реле времени Р17ж и подготавливают к включению цепь питания обмотки реле Р22.

Реле Р22 является промежуточным реле для включения контактора Р24, который главными контактами Р24б,в,г подает напряжение сети на высоковольтный выпрямитель передающего устройства.

Реле Р22 срабатывает при включении выключателя Пт В1 АНОД (местное управление) либо ЦП В14 ВЫСОКОЕ (дистанционное управление) в случае, если:

– переключатель ДИСТ.–МЕСТН. щита ИЩ-03 установлен в положение ДИСТ.;

– переключатель ЗАПУСК установлен в положения РЕДКИЙ 1, 2; ЧАСТЫЙ;

– включен накал передатчика – замкнуты контакты Р5е;

– замкнуты контакты аварийных реле высоковольтного выпрямителя передающего устройства (Р28б, Р25б) и модулятора (Р68в, Р21б);

– замкнуты дверные блокировки КАНАЛА 1 (кн. 5, 4, 3) шкафа ВЧ-01, а переключатель КАНАЛ 1 – КАНАЛ 2 находится в положении КАНАЛ 1 (замкнуты контакты 2-4 реле Р30б) либо замкнуты дверные блокировки КАНАЛА 2 (кн. 6, 7, 8) шкафа ВЧ-01, а переключатель КАНАЛ 1 – КАНАЛ 2 находится в положении КАНАЛ 2;

– замкнуты блокировки обшивки шкафа ВЧ-01 (кн.1, 2);

– выключатель В14 ИЗМ. КОЭФ. ШУМА находится в положении ВЫКЛ.;

– подано питание на электромагнит ферритового циркулятора – замкнуты контакты Р43б;

– проходная возбуждательная головка выдвинута из СВЧ-тракта – замкнуты контакты концевого выключателя 3В КВ5;

– замкнуты дверные блокировки и блокировка ручки-ключа (кн. 1, 2, 3, 4, 5) шкафа П-03М;

– субблок реостата регулировки высоковольтного выпрямителя выведен в крайнее положение «Меньше» – замкнуты контакты концевого выключателя КН1.

При срабатывании реле Р22 замыкает контактами цепь питания обмотки контактора Р24.

Контактор Р24 главными контактами Р24,в,г через магнитные регуляторы подает сетевое напряжение на анодный трансформатор высоковольтного выпрямителя, а блокировочными контактами Р24д – постоянное напряжение 110 В на контакты защитных реле высоковольтного выпрямителя БВ Р1 и модулятора ПТ Р2.

Замыкая контакты Р22б, реле Р22 подает 27 В на обмотку реле повторного включения передающего устройства Р23, которое контактами Р23в самоблокируется, а контактами Р23б блокирует контакты концевого выключателя субблока реостата КП1. После этого ползунок субблока реостата может быть выведен из крайнего положения «Меньше» без выключения высоковольтного выпрямителя. Регулировка тока магнетрона осуществляется с помощью реостата, движение ползунка которого осуществляется электродвигателем. Направление вращения электродвигателя определяется реле Р44, Р45.

Управление реле Р44, Р45 осуществляется переключателем блока ПТ-03М РЕГ. В/В ВЫПР. при местном управлении либо переключателем В18 ТОК ГЕНЕРАТОРА блока ЦП-08 при дистанционном управлении.

При нажатии переключателя РЕГ.В/В ВЫПР. в сторону «Меньше» напряжение 27 В через концевой выключатель субблока реостата КП1 («Меньше») и размыкающие контакты Р45г подается на обмотку Р44. Реле Р44 срабатывает, размыкает контакты Р44г в цепи питания реле Р45 и замыкает контакты Р44б,в. При этом на электродвигатель субблока реостата подается напряжение 32 В с

частотой 400 Гц. Электродвигатель перемещает ползунок реостата по направлению к концевому выключателю КП1 до его выключения. При этом разрывается цепь питания обмотки реле Р44 и электродвигатель останавливается.

При нажатии переключателя РЕГ. В/В ВЫПР. в сторону «Больше» напряжение 27 В через концевой выключатель КП2 подается на обмотку реле Р45 через замкнутые контакты Р44г. В этом случае срабатывает реле Р45, которое контактами Р45г размыкает цепь питания обмотки реле Р44, а контактами Р45б,в подает питание на электродвигатель. Напряжение 32 В с частотой 400 Гц подается в другой последовательности чередования фаз, в результате чего двигатель перемещает ползунок реостата в направлении «Больше» до момента размыкания концевой выключателя КП2. При этом размыкается цепь питания обмотки реле Р45 и снимается напряжение 32 В с частотой 400 Гц с электродвигателя.

При выключении выключателя ЦП В14 ВЫСОКОЕ при дистанционном управлении замыкаются его контакты 1-2 и ползунок реостата автоматически устанавливается в крайнее положение «Меньше».

При размыкании дверных блокировок шкафов П-03М и ВЧ-01 на шкафу ЦМ-23М загораются соответствующие лампочки Л18–Л21, которые сигнализируют о том, какая из блокировок шкафов разомкнута.

При размыкании хотя бы одной из блокировок шкафа П-03М срабатывает реле Р27, которое разомкнувшимся контактом Р27б исключает возможность установки высоковольтного контактора ВВК-31 шкафа П-03М в положение, соответствующее частому запуску. Это необходимо для обеспечения разряда на корпус всей зарядной линии модулятора.

При замкнутых блокировках шкафа П-03М реле Р27 отпускает и обеспечивается возможность управления длительностью импульсов передатчика с помощью высоковольтного контактора. В режиме частого запуска срабатывает реле Р18, которое является промежуточным для включения реле Р67. Реле Р67 контактами Р67б замыкает цепь питания контактора ВВК-31 шкафа П-03М, который, срабатывая, отключает часть формирующей линии, что уменьшает длительность импульса передатчика.

При пробоях (искрении) в магнетроне срабатывает реле ПТ Р2 блока ПТ-03М, которое своими контактами подает напряжение 110 В на обмотку реле Р68. В цепь обмотки реле Р68 включены резисторы R13, R14 и конденсатор С7, которые задерживают срабатывание реле на 0,2 с. Эта задержка необходима для исключения срабатывания реле Р68 при кратковременных (случайных) пробоях магнетрона.

При срабатывании реле Р68 происходит следующее:

– контактами Р68в через реле Р95 размыкается цепь питания реле Р22, которое отпускает и выключает контактор Р24, в результате чего снимается сетевое напряжение с анодного трансформатора высоковольтного выпрямителя; контактор Р24, отпуская, контактами Р24д снимает напряжение 110 В с реле Р68;

– контактами Р68б (2-4) подается 27 В на реле Р20, которое после срабатывания самоблокируется контактами Р20г через размыкающиеся контакты Р12б субблока КР-03, контактами Р20б подает 27 В на реле времени У8 субблока

КР-03 с выдержкой 6 с, а контактами Р20в подготавливает цепь включения обмотки реле Р19.

После отключения 110 В от обмотки реле Р68 контактами Р24д реле с задержкой 0,2–0,3 с отпускается. При этом замыкаются контакты Р68в, включается реле Р22, т. е. высоковольтный выпрямитель, и замыкаются контакты Р68б (2-3), в результате чего через замкнутые контакты Р20б срабатывают реле Р19, Р12б субблока КР-03 (2) и подготавливаются к включению реле Р21 замыкающиеся контактами Р19б.

В том случае если повторного срабатывания реле Р68 в течение 6 с не произошло, размыкаются контакты Р12б субблока КР-03 и реле Р20 и Р19 снимаются с самоблокировки, причем реле Р20 контактами Р20в снимает питание с реле времени У8 субблока КР-03.

Схема отсчета числа срабатываний Р68 (реле Р20, Р19, Р21 и реле времени 6 с субблока КР-03) приходит в исходное состояние.

Если после повторной подачи напряжения 110 В на контакты реле ПТ Р2, они вновь окажутся замкнутыми из-за пробоя магнетрона и вновь срабатывает реле Р68, то:

- контактами Р68в разорвется цепь питания реле Р22 (выключается высоковольтный выпрямитель);

- контактами Р68б (2-4) через разделительный диод Д10 и контакты Р19б включается реле Р21, которое самоблокируется контактами Р21б (2-4), разрывая цепь питания реле Р22, Р23, контактами Р21в включает аварийную сигнализацию на шкафу ЦМ-23М и блоке ЦП-08, а контактами Р21г включает лампочку Л23 МОДУЛ.

Для снятия с самоблокировки реле Р21 и включения анодного трансформатора высоковольтного выпрямителя необходимо переключатель ЗАПУСК установить в положение ВЫКЛ. ВЫСОКОЕ. При этом снимается питание с обмотки реле Р21. Реле отпускает и замыкает контакты Р21б (2-3), подготавливая цепь включения реле Р22.

Одновременно срабатывает реле Р23, замыкает контакты Р23в в цепи самоблокировки, а также контакты Р23б, которые обеспечивают возможность включения передатчика с заданным уровнем высокого напряжения высоковольтного выпрямителя до аварии.

Далее при установке переключателя ЗАПУСК в положение ПВ напряжение 27 В подается на реле Р22. Реле Р22 срабатывает и включает контактор Р24, который подает питание на высоковольтный выпрямитель.

При пробоях в формулирующей линии снижается напряжение на выходе высоковольтного выпрямителя ББ-03. При этом отпускается реле БВ Р1, замыкаются контакты в цепи реле Р69, которое срабатывает с выдержкой времени 0,2 с. Схема задержки аналогична схеме задержки реле Р68.

Реле Р69, срабатывая, замыкает контакты Р69б в цепи питания обмотки реле Р25. Реле Р25 включается, контактами Р25б самоблокируется и разрывает цепь питания обмотки реле Р22, в результате чего отключается сетевое напряжение от высоковольтного выпрямителя передатчика.

Одновременно реле Р25 замыкает контакты Р25в, включая аварийную сигнализацию на шкафу ЦМ-23М и в блоке ЦП-08, а контактами Р25г включает лампочку Л24 В/В ВЫПР.

Снятие с самоблокировки реле Р25 и повторное включение передатчика с тем же уровнем высокого напряжения производится способом, описанным выше для случая аварии по цепи модулятора (срабатывание реле Р68).

Анодный трансформатор высоковольтного выпрямителя и магнитные регуляторы (блоки БМГ-01) защищены от токов перегрузок термобиметаллическими реле Р13, Р15, а от токов короткого замыкания – реле Р14, Р16.

При неисправностях анодного трансформатора либо его перегрузке вышеуказанные реле срабатывают и включают реле Р28 и лампочку Л26 БМГ.

Реле Р28, срабатывая, самоблокируется контактами Р28г, контактами Р28б разрывает цепь питания реле Р22, а контактами Р28в включает аварийную сигнализацию на шкафу ЦМ-23М и в блоке ЦП-08.

В этом случае повторное включение передатчика можно производить только после снятия с самоблокировки реле Р28 выключателем ЦМ В4 СНЯТИЕ СИГН. АВАРИИ.

6.6.6. Схема автоматики переключения ВЧ-генераторов

Управление переключения ВЧ-генераторов осуществляется переключателем В13 КАНАЛ 1 – КАНАЛ 2 при местном режиме управления либо переключателем ЦП В6 КАНАЛ 1 – КАНАЛ 2 при дистанционном режиме управления.

При переключении переключателя КАНАЛ 1 – КАНАЛ 2 из положения КАНАЛ 2 в положение КАНАЛ 1 срабатывает реле Р30, которое производит следующие коммутации:

1. Переключает контакты Р30д, замыкая контакты 10-11, в результате чего разрывается цепь питания обмотки реле ПТ Р4 блока ПТ-03М (замкнуты замыкающие блокировочные контакты ВЧ ВВК). Реле ПТ В4 отпускает и разрывает цепь запуска тиратронного блока ПТ-03М. Одновременно отпускает реле Р34, которое контактами Р34б запускает субблок ЦМП-02, предназначенный для включения системы перестройки приемной аппаратуры и системы АПЧ.

2. Переключает контакты Р30б в цепи питания обмотки реле Р22, в результате чего осуществляется контроль за срабатыванием дверных блокировок канала 1 шкафа ВЧ-01 перед подключением высокого напряжения.

3. Переключает контакты Р30е, замыкая контакты 6-8, в результате чего приборы ПТ ИП1 ТОК АНОДА ГЕНЕРАТОРА и ЦП ИП ТОК ГЕНЕРАТОРА подключаются при дистанционном режиме к генератору канала 1 шкафа ВЧ-01. В случае местного управления к генератору канала 1 шкафа ВЧ-01 подключается только прибор ПТ ИП1.

4. Переключает контакты Р30в, которые включают сигнальную лампочку Л28 КАНАЛ 1.

5. Замыкает контакты Р30г в цепи питания обмотки реле Р32.

После отпускания реле ПТ Р4 и снятия запуска с блока ПТ-ОЗМ отпускает реле ПТ Р1, которое реагирует на потребление тока от высоковольтного выпрямителя. Реле ПТ Р1 подключает к корпусу цепи питания обмоток реле Р33 и Р39. При срабатывании реле Р39 его контакты Р39г (8-9) подают 110 В на среднюю точку блоков БМГ и тем самым понижают напряжение высоковольтного выпрямителя до стартового. Одновременно замыкаются контакты Р33в в цепи питания обмотки реле Р32.

Реле Р32 срабатывает, в результате чего:

1. Замыкаются контакты Р32в в цепи обмотки реле Р79. Реле Р79 контактами Р79б разрывает цепь питания обмотки высоковольтного контактора ВЧ ВВК, который отпускает и высоковольтными контактами переключает цепь разряда формирующей линии на импульсный трансформатор канала 1 шкафа ВЧ-01. Одновременно замыкаются блокировочные контакты в цепи питания обмотки реле ПТ Р4. При срабатывании реле Р79 контактами Р79в подается напряжение 125 В на задающие потенциометры канала 1 системы перестройки гетеродина.

2. Замыкаются контакты Р32б, в результате чего через замкнутые контакты Р31б реле Р32 самоблокируется.

3. Замыкаются контакты Р32д (5-6) в цепи питания электромагнита блока АК-05, который обеспечивает подключение (при включенной системе качания замкнуты контакты к Р50б) к СВЧ-тракту выхода канала 1.

4. Замыкаются контакты Р32е (2-3), через которые подается 27 В на блок управления режимом работы электромагнита ферритового циркулятора КМЦ (через блок ДП-05).

При переключении выключателя В13 КАНАЛ 1 – КАНАЛ 2 разрыв цепи питания ПТ Р4 происходит не только при срабатывании или отпускании реле Р30, но и дополнительно после отпускания реле Р34 и срабатывания реле Р1 субблока ЦМП-02. Разрыв цепи питания реле ПТ Р4 осуществляется контактами Р1д реле Р1.

Участие субблока ЦМП-02 в перестройке частоты радиовысотомера происходит следующим образом.

После замыкания контактов Р34б реле Р1 субблока ЦМП-02 срабатывает и самоблокируется контактами Р1б через замкнутые контакты Р3б реле времени Р3. Одновременно реле Р1 разрывает Р1в в цепи питания обмотки реле Р3 и замыкает контакты Р1в в цепи питания обмотки реле Р2. Замыкая контакты Р1г, реле Р1 подает напряжение 27 В на блок ДП-05, обеспечивая включение системы перестройки гетеродина и преселектора.

Спустя $0,95 \pm 0,15$ с после срабатывания реле Р1 реле Р3 отпускается, контактами Р3б разрывает цепь питания реле Р1 (время переключения АК-05 и ВЧ ВНК составляет $0,5 \pm 0,06$ с, следовательно, к моменту отпускания реле Р3 произойдет отпускание реле Р34 и разорвется цепь питания реле Р1 через контакты Р34б).

Реле Р1 отпускается и, разрывая контакты Р1б, деблокируется. Размыкая контакты Р1в, отключает напряжение питания от реле Р2 и подключает питание

на реле РЗ. Замыкая контакты Р1д, включит питание на реле ПТ Р4 (к этому моменту после переключения блока АК-05 замкнутся его блокировки, соответствующие «каналу 1» – АК-05 КВ1, и образуется цепь: 27 В, контакты 10-11 реле Р30, замкнутые контакты ВЧ ВВК и АК-05 КВ1).

Контактами Р1г подается напряжение 27 В на контакты реле Р2б. В течение времени отпускания реле Р2 ($0,95 \pm 0,15$ с) и после отпускания реле Р33 напряжение 27 В подается через контакты Р2б, Р33д на блок РЧ-06, включая систему АПЧ. Одновременно запитывается реле ДПГ Р1 блока ДП-05, обеспечивая перестройку гетеродина и преселектора.

При дистанционном управлении имеется возможность включения системы АПЧ с помощью отжимного выключателя ЦП В6 АПЧ.

В процессе работы система АПЧ включается контактами прибора ИЧВВ-6 через каждые 22 с работы на 0,6 с.

Реле ДПГ Р1 при местном режиме управления может включаться выключателем В15 РЕЛЕ ДП.

При обратном переключении переключателя КАНАЛ 1 – КАНАЛ 2 в положение КАНАЛ 2 система перестройки работает аналогичным образом, а именно:

- отпускает реле Р30, которое снимает запуск и запускает субблок ЦМП-02;
- срабатывает реле Р33, включающее реле Р31;
- отпускает реле Р32, Р79, которые перекоммутируют питание на блоки ДП-05, ВЧ ВВК, АК-05, КМЦ-01;
- субблоком ЦМП-02 обеспечивается программа перестройки и АПЧ приемных устройств высотомера;
- блокировочными контактами ВЧ ВВК и АК-05, а также контактами Р1д реле Р1 субблока ЦМП-02 восстанавливается цепь питания реле ПТ Р4, т. е. цепь запуска передатчика.

Переключение ВЧ-генераторов с антенны на эквивалент и обратно при ручном управлении осуществляется переключателем В16 АНТЕННА-ЭКВИВАЛЕНТ (ЦП В11 АНТЕННА-ЭКВИВАЛЕНТ при дистанционном управлении).

При включении выключателя ОХЛ. НАКАЛ срабатывает реле Р40 и контактами Р40б подает напряжение 27 В через размыкающие контакты 8-9 реле Р1 субблока КР-03 на обмотку контактора Р89а шкафа ЦМ-23М. Контактор Р89 срабатывает и контактами Р89г,д,е подает сетевое напряжение на блок питания УП-01. Контактами Р89б подается 27 В на субблок КР-03 для питания цепей сигнализации об аварийных режимах работы блоков ЗВ, а контактами Р89в подается 27 В в цепь сигнализации об отсутствии тока блока ФЦ-01.

При установке переключателя АНТЕННА-ЭКВИВАЛЕНТ в положение АНТЕННА напряжение 27 В через размыкающие контакты Р3б реле РЗ подается на обмотку реле Р6 субблока КР-03.

Реле Р6 срабатывает и переключающими контактами 3-4-5 подает напряжение 27 В через контакты Р33е и выключатель В14 ИЗМ. КОЭФ. ШУМА на обмотку реле Р2 субблока КР-03. Реле Р2 субблока КР-03 срабатывает и контактами 3-2-1 и 6-4-5 подает напряжение 27 В на соответствующие управляющие

обмотки магнитных усилителей блока УП-01 для переключения блоков ЗВ в положение АНТЕННА. Kontakтами 9-8-7 реле Р2 субблока КР-03 самоблокируется через контакты 4-3 реле Р5 субблока КР-03.

Kontakтами 6-7 реле Р6 субблока КР-03 подает напряжение на реле времени У5. Реле времени У5 запускается, и через $0,2 \pm 0,01$ с срабатывает выходное реле Р10 реле времени У5.

Kontakтами 4-5-6 реле Р10 снимает напряжение 27 В с реле Р38 шкафа ЦМ-23М и подает напряжение 27 В в цепь контроля положения концевых выключателей блоков ЗВ.

Реле Р38 отпускается и kontakтами Р38в, Р38г изменяет полярность питающего напряжения электромагнита блока ФЦ-01, вследствие чего блок переключается в положение АНТЕННА.

При установке переключателя АНТЕННА-ЭКВИВАЛЕНТ в положение ЭКВИВАЛЕНТ разрывается цепь питания реле Р6 субблока КР-03, которое отпускается и kontakтами 3-4-5 разрывает цепь питания реле Р2 субблока КР-03 и подает напряжение 27 В на реле времени У3 субблока КР-03. Реле Р2 остается включенным по цепи самоблокировки. Kontakтами 6-7 реле Р6 снимает напряжение 27 В с реле времени У5, вследствие чего отпускается его выходное реле Р10. Kontakтами 3-4-5 реле Р10 снимает напряжение 27 В с цепи контроля положения концевых выключателей блоков ЗВ и подает напряжение 27 В на реле Р38 шкафа ЦМ-23М. Реле Р38 срабатывает и kontakтами Р38в, Р38г изменяет полярность питающего напряжения электромагнита блока ФЦ-01, вследствие чего блок переключается в положение ЭКВИВАЛЕНТ.

Через $0,5 \pm 0,3$ с после переключения передатчика на эквивалент срабатывает выходное реле Р5 реле времени У3 субблока КР-03 и kontakтами 3-4 разрывает цепь самоблокировки реле Р2 субблока КР-03. Реле Р2 отпускает и kontakтами 3-2-1 и 6-4-5 подает напряжение 27 В на соответствующие управляющие обмотки магнитных усилителей блока УП-01 для переключения блоков ЗВ в положение ЭКВИВАЛЕНТ. Kontakтами 9-8-7 реле Р2 разрывает цепь самоблокировки и подает напряжение 27 В на реле времени У4 субблока КР-03. Через $0,2 \pm 0,01$ с срабатывает выходное реле Р7 реле времени У4, которое kontakтами 4-5 подает напряжение 27 В в цепь контроля положения концевых выключателей блоков ЗВ.

Аварийными режимами работы блоков ЗВ и ФЦ являются следующие:

- не срабатывает один (два или три) из механизмов блоков ЗВ;
- не срабатывают все механизмы ЗВ;
- отсутствует ток электромагнита блока ФЦ-01;
- выходит из строя реле времени У3 или У5.

При возникновении аварийных режимов схема работает следующим образом.

К концевым выключателям блоков ЗВ подключены реле Р9 субблока КР-03, регистрирующие переключение механизмов блоков ЗВ в режиме ЭКВИВАЛЕНТ, и реле Р8 субблока КР-03, регистрирующие переключение механизмов

блоков ЗВ в режиме АНТЕННА. Переключающие контакты 1-2-3 реле Р8 и Р9 совместно образуют схему, контролирующую положение механизмов блоков ЗВ.

При несоответствии концевых выключателей режиму АНТЕННА (ЭКВИВАЛЕНТ) срабатывает реле Р9 (Р8), в случае если не переключились все механизмы ЗВ, или реле Р8 и Р9, если не переключился один (два или три) механизм ЗВ. Через $0,2 \pm 0,01$ с ($0,5 \pm 0,3$ с) после установки переключателя АНТЕННА-ЭКВИВАЛЕНТ в положение АНТЕННА (ЭКВИВАЛЕНТ) напряжение 27 В через контакты 4-5 реле Р10 (4-5 реле Р7), контакты реле Р9, Р10 подается на лампы Л25 ЗВ ФЦ, Л9 АВАРИЯ и на обмотку реле Р2 шкафа ЦМ-23М, которое, срабатывая, контактами Р2б включает звуковую сигнализацию.

Одновременно напряжение 27 В подается на реле Р1 субблока КР-03, которое, срабатывая, контактами 5-6 разрывает цепь питания реле ПТ Р4. Реле ПТ Р4 снимает запуск с передатчика, а контактами 8-9 разрывает цепь питания контактора Р89 шкафа ЦМ-23М. Контактными 1-2 реле Р1 субблока КР-03 становится на самоблокировку.

Контактор Р89 контактами Р89г,д,е снимает сетевое напряжение с блока питания УП-01, контактами Р89б снимает напряжение 27 В с субблока КР-03, а контактами Р89в разрывает цепь сигнализации об отсутствии тока электромагнита блока ФЦ-01.

При отсутствии тока электромагнита блока ФЦ-01 происходит отпускание реле Р8 шкафа ЦМ-23М, которое отключает корпус от обмотки реле Р3 субблока КР-03. Реле Р3 отпускается и контактами 5-4 разрывает цепь питания реле Р43 шкафа ЦМ-23М, которое отпускается с задержкой 1,5–2 с, необходимой для исключения аварии при переходе из режима АНТЕННА в режим ЭКВИВАЛЕНТ и обратно. Контактными Р43б реле Р43 разрывается цепь питания реле ПТ Р4, которое снимает запуск с передатчика, а контактами Р43в подает напряжение 27 В в цепь световой и звуковой сигнализации.

При выходе из строя реле времени У3 или У5 срабатывают или отпускают реле Р2 субблока КР-03 и Р38 шкафа ЦМ-23М, которые разрывают цепь питания реле Р43 шкафа ЦМ-23М. В дальнейшем схема работает аналогично случаю отсутствия тока электромагнита блока ФЦ-01.

При включении выключателя В14 ИЗМ. КОЭФ. ШУМА независимо от положения переключателя В16 АНТЕННА-ЭКВИВАЛЕНТ блок ФЦ-01 переводится в режим АНТЕННА, а блоки ЗВ – в положение ЭКВИВАЛЕНТ.

При работе высотомера в режиме АНТЕННА возможно включение следующих автоматических специальных режимов излучения:

- периодическое выключение излучения на время 12 с (25 с) и включение излучения на время 12 с (25 с) при местном и дистанционном режимах управления;
- выключение излучения при развороте кабины прицепа В1 по азимуту при дистанционном режиме управления;
- выключение излучения в заданном секторе при дистанционном режиме управления;

– выключение излучения оператором с помощью педали при дистанционном режиме управления.

Специальные режимы излучения осуществляются переходом высотомера с режима АНТЕННА в режим ЭКВИВАЛЕНТ и обратно следующим образом.

При установке переключателя В22 РЕЖИМ при местном управлении либо переключателя ЦП В1 РЕЖИМ в положение 1 (2) напряжение 27 В (–27 В) подается на реле Р35 (Р36) шкафа ЦМ-23М, которое контактами Р35б,в,г (Р36б,в,г) подает напряжения 6,3 В, –6,3 В, –27 В на функциональный узел У1 (У2) субблока КР-03. Через каждые 12 с (25 с) на выходе функционального узла У1 (У2) на время 12 с (25 с) появляется корпус, через который включается реле Р3 шкафа ЦМ-23М. Его контактами Р3б разрывается цепь питания реле Р6 субблока КР-03, вследствие чего высотомер переключается в режим АНТЕННА. По окончании переключения в режим АНТЕННА контактами 6-5 реле Р8 напряжение 27 В на время 1 с подается в блок РЧ-06 для подстройки частоты местного гетеродина. Контактными 4-5 реле Р9 субблока КР-03 подается напряжение 125 В на обмотку реле Р4 субблока КР-03, которое срабатывает с задержкой 1 с и контактами 3-4 отключает напряжение 127 В с блока РЧ-06.

При включении выключателя ЦП В9 ИЗМЕРЕНИЕ напряжение 27 В с контактов 8, 9 разъема 2 блока ЦП-08 (при включенном режиме КАЧЕНИЕ 6° или КАЧЕНИЕ 30°) подается на обмотку реле Р1 блока ЦП-08.

Реле Р1 срабатывает при наличии корпуса на контакте II разъема 13 блока ЦП-08. При наличии рассогласования (разворот кабины прицепа В1 по азимуту) срабатывает реле рассогласования в блоке ЛУВ-02, которое снимает корпус с реле Р1 блока ЦП-08. Реле Р1 отпускается и контактами Р1б снимает напряжение 27 В с переключателя ЦП ВII АНТЕННА-ЭКВИВАЛЕНТ, обеспечивая переход высотомера в режим ЭКВИВАЛЕНТ. После установки кабины прицепа В1 на заданный азимут реле Р1 блока ЦП-08 срабатывает и контактами Р1б подает напряжение 27 В на переключатель ЦП ВII, обеспечивая тем самым переход высотомера в режим АНТЕННА.

При включении выключателя ЦП В23 ЗАПРЕТ включается субблок НК, выходное реле которого при входе антенны высотомера в сектор запрета разрывает цепь питания реле Р6 субблока КР-03, которое, отпуская, переводит высотомер в режим ЭКВИВАЛЕНТ. При выходе антенны высотомера из сектора запрета восстанавливается цепь питания реле Р6 субблока КР-03 и высотомер переводится в режим АНТЕННА.

При включении выключателя ЦП В16 ПЕДАЛЬ его контактами В16б разрывается цепь включения режима 1, 2, а контактами В16а подается напряжение –27 В на обмотку реле Р3 блока ЦП-08, которое, срабатывая, контактами Р3б снимает напряжение 27 В с переключателя ЦП В11 АНТЕННА-ЭКВИВАЛЕНТ.

При этом высотомер переводится в режим ЭКВИВАЛЕНТ и подается напряжение 27 В на педаль. При нажатии педали напряжение 27 В подается на обмотку реле Р6 субблока КР-08, которое обеспечивает переход высотомера в режим АНТЕННА. Отпускание педали приводит к переходу высотомера в режим ЭКВИВАЛЕНТ.

При управлении высотомером с РЛУ имеется возможность управления работой передатчика путем снятия и включения запуска. Для этого на контакт 8 платы П11 подается напряжение 27 В для включения реле Р37, которое, срабатывая, контактами Р37б разрывает цепь питания реле ПТ Р4. Реле ПТ Р4 снимает запуск передатчика, в результате чего срабатывает реле Р39 и контактами Р39б отключает напряжение 27 В с контакта 9 платы П20, сигнализируя на РЛУ о том, что запуск снят.

6.6.7. Субблок КР-03

Субблок КР-03 предназначен для создания независимых друг от друга выдержек времени, необходимых для обеспечения работы радиовысотомера, а также для защиты блоков ЗВ и ФЦ-01 от аварийных режимов.

В состав субблока КР-03 входят:

– функциональные узлы У1-У12, обеспечивающие необходимые временные выдержки;

– плата с выходными ключами функциональных узлов У1 – У12;

– элементы коммутации цепей управления и защиты.

Основные технические данные:

– длительность импульсов, вырабатываемых генераторами импульсов 12 и 25 с;

– пауза между импульсами, вырабатываемыми генераторами импульсов 12 и 25 с;

– выдержки времени 0,2 с (две); 0,5 с (две); 6 с; 40 с; 90 с (три).

В основу работы субблока положен принцип формирования различных временных выдержек генераторами импульсов МВ2 и реле времени РВЗ.

Генераторы импульсов МВ2

Генераторы МВ2 предназначены для формирования различных временных выдержек (рис. 6.82).

В субблоке КР-03 используются два типа генераторов: МВ2-04 (У1), вырабатывающий импульсы длительностью 12 с с паузой между ними 12 с, и МВ2-06 (У2), вырабатывающий импульсы длительностью 25 с с паузой между ними 25 с.

Нестабильность длительности импульсов и пауз, формируемых генератором, не более $\pm 15\%$ от номинальных значений.

Генератор импульсов МВ2 обеспечивает выдачу следующих импульсов:

– отрицательной полярности с амплитудой 5,5 В;

– положительной полярности с амплитудой 5,5 В;

– двухполярных импульсов с амплитудой 2,5 В.

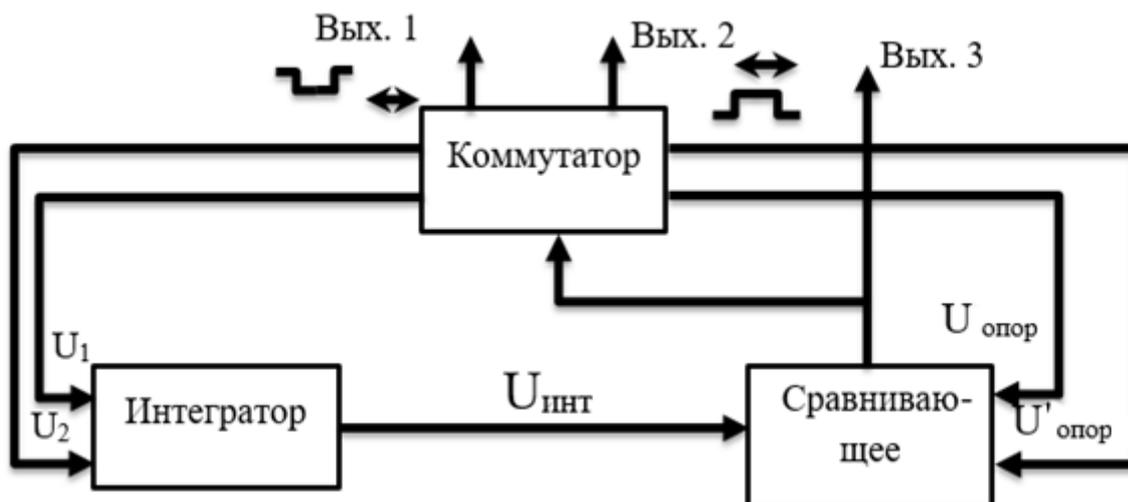


Рис. 6.82. Структурная схема генератора импульсов MB2

С коммутатора одновременно подаются задающее напряжение U_1 на вход интегратора и $U'_{\text{опор}}$ на вход сравнивающего устройства, причем $|U_1| > |U'_{\text{опор}}|$. Напряжение U_1 интегрируется, а амплитуда выходного напряжения интегратора $U_{\text{инт}}$ сравнивается с опорным напряжением $U'_{\text{опор}}$. В момент их равенства сравнивающее устройство выдает командный сигнал на переключение коммутатора. Коммутатор отключает напряжения U_1 и $U'_{\text{опор}}$ и на вход интегратора подает напряжение U_2 , а на сравнивающее устройство – $U''_{\text{опор}}$, причем $|U_2| > |U''_{\text{опор}}|$.

Напряжение U_2 интегрируется, и амплитуда выходного напряжения интегратора сравнивается с опорным напряжением $U''_{\text{опор}}$. В момент их равенства сравнивающее устройство выдает сигнал на переключение коммутатора, который выключает напряжения U_2 и $U''_{\text{опор}}$ и подает на интегратор и сравнивающее устройство снова напряжения U_1 и $U'_{\text{опор}}$. Цикл повторяется.

При изменении задающих напряжений U_1 и U_2 изменяется крутизна нарастания напряжения на выходе интегратора, что приводит к изменению длительности импульсов и паузы между ними.

Рассмотрим работу генератора импульсов MB2 по принципиальной схеме.

В исходном состоянии транзистор Т1 открыт, транзистор Т2 закрыт. Конденсатор С1 заряжается по цепи: 6,3 В; резисторы R6, R5; интегральный прерыватель У2 и времязадающие резисторы R9, R10.

Нарастающее на конденсаторе С1 напряжение через истоковый повторитель, выполненный по схеме двухкаскадного усилителя с глубокой отрицательной связью (транзисторы Т3, Т4), подается на вход 10 операционного усилителя У3. На вход 9 этого усилителя с резистора R4 подается положительное напряжение, которое определяется током, протекающим через делитель R5, R4 и R2. Усилитель У3 выполняет роль сравнивающего устройства.

На выходе 5 усилителя У3 высокий отрицательный потенциал, который через эмиттерный повторитель Т5 подается на базы транзисторов Т1 и Т2, удерживает транзистор Т1 в открытом состоянии, а транзистор Т2 – в закрытом.

Этот процесс длится до тех пор, пока нарастающее напряжение на входе 10 усилителя У3 не достигнет величины опорного напряжения на входе 9. В момент их равенства на выходе 5 усилителя У3 появляется высокий положительный потенциал, который через амплитудный повторитель Т5 передается на базы транзисторов Т1 и Т2, закрывает Т1 и открывает Т2. На коллекторе Т1, а следовательно, и на входе усилителя У3 появится отрицательный потенциал. Интегральный прерыватель У2 закрывается, а У1 – открывается. Конденсатор С1 перезаряжается по цепи: времязадающие резисторы R11, R12; диод Д; прерыватель У1; резистор R2. Спадающее на конденсаторе напряжение через истоковый повторитель передается на вход 10 усилителя У3 и при достижении им величины опорного напряжения на выходе появляется отрицательный потенциал, который через эмиттерный повторитель Т5 закрывает транзистор Т2 и открывает Т1. Далее процесс повторяется.

На коллекторе транзистора Т1 формируются выходные импульсы отрицательной полярности, на коллекторе транзистора Т2 – импульсы положительной полярности, а на эмиттере транзистора Т5 – двухполярные выходные импульсы.

Резисторы R2 и К5 служат для плавной регулировки длительности импульсов. Резистор R18 и конденсатор С2 служат для устранения самовозбуждения усилителя У3. Диод Д обеспечивает компенсацию температурных уходов параметров полевого транзистора Т3.

В генераторах МВ2 субблока КР-03 используются только импульсы отрицательной полярности ВЫХ. 1, которые управляют выходными ключами Т1, Т3 (МВ2-04) и Т2, Т4 (МВ2-06). Во время действия этих импульсов открываются транзисторы Т3 или Т4, которые подключают к корпусу цепь питания обмотки реле Р3 шкафа ЦМ-23М.

Генераторы МВ2-04 и МВ2-06 имеют одинаковую принципиальную схему. Изменение длительности генерируемых импульсов и пауз между ними достигается подбором параметров резисторов в цепи заряда и разряда конденсатора С1.

Реле времени РВ3

Электронные реле времени У3-У12 предназначены для формирования временных задержек.

Принцип действия электронного реле времени основан на заряде накопительных конденсаторов С1, С2 и последующего сравнения пилообразного напряжения с опорным.

Рассмотрим работу реле времени РВ3 по принципиальной схеме.

В исходном состоянии через контакты 1-2 реле Р1 положительное напряжение ($U_{нач}$) с резистора R1 подается на конденсаторы С1 и С2.

Через истоковый повторитель (транзисторы Т1, Т2) положительный потенциал поступает на вход 4 дифференциального усилителя У2. На другой вход 10 подается опорное напряжение, снимаемое с диода Д4 ($U_{опор}$). Всегда выполняется неравенство $U_{нач} > U_{опор}$, что соответствует более высокому потенциалу на выходе 9 по сравнению с выходом 5.

С выходов 5 и 9 через согласующие эмиттерные повторители, выполненные на микросхеме У1, напряжение поступает на эквивалент двухбазового диода, выполненного на транзисторах Т3 и Т4. В исходном состоянии транзисторы Т3 и Т4 закрыты. При закрытых транзисторах Т3, Т4 транзистор Т5 также закрыт отрицательным напряжением, поступающим на его базу с делителя R12, R13, R14 через резистор R17. Отрицательным потенциалом эмиттера Т5 через резистор R18 удерживается в закрытом состоянии транзистор Т6.

При подаче 27 В на реле Р1 (включение реле времени) начинается перезаряд конденсаторов С1, С2 отрицательным напряжением. В момент равенства пилообразного напряжения на входе 4 с опорным напряжением на входе 10 дифференциального усилителя У2 транзисторы Т3 и Т4 открываются, на эмиттере Т5 появляется положительный потенциал, который увеличивает опорное напряжение. В схеме происходит лавинообразный процесс, который приводит к резкому возрастанию положительного потенциала на базе транзистора Т6. Нагрузкой транзистора Т6 является исполнительное реле, которое включается при отпирании транзистора. Выдержка времени определяется установленными величинами напряжений $U_{нач}$ (задается с R1) и $U_{опор}$ (задается с R13).

Выходные реле шунтируются диодом, который защищает транзистор Т6 от пробоя при возникновении экстратоков в обмотке реле в момент запираания транзистора.

В субблоке КР-03 применены электронные реле времени следующих шифров:

- РВ3-02 (У4, У5) на 0,2 с;
- РВ3-03 (У3) на 0,5 с;
- РВ3-04 (У6, У7) на 1,5 с;
- РВ3-06 (У8) на 6 с;
- РВ3-09 (У9) на 40 с;
- РВ3-10 (У10, У11, У12) на 90 с.

Электронные реле времени всех шифров имеют одинаковую принципиальную схему и по конструкции представляют собой типовой функциональный узел.

Различие временных выдержек реле обеспечивается подбором параметров резисторов R3, R4, R5 и конденсатора С2.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основы построения РЛС РТВ : учебник для вузов ПВО / под ред. Б. Ф. Бондаренко. – Киев : КВИРТУ ПВО, 1987.
2. Подвижный радиовысотомер ПРВ-13 / под общ. ред. В. В. Ковалева. – М. : Воениздат, 1975.
3. Военно-техническая и военно-специальная подготовка офицеров запаса по специальностям радиолокационных комплексов РТВ ПВО (ВУС – 0444001, 0444003, 444001, 444003) / под общ. ред. С. А. Жукова. – М. : Воениздат, 1992.
4. Охрименко, А. Е. Основы радиолокации и радиоэлектронная борьба: учебник для высших училищ ПВО. В 2 ч. Ч. 1 / А. Е. Охрименко. – М. : Воениздат, 1983.
5. Павловский, А. В. Радиопередающие устройства: конспект лекций / А. В. Павловский, И. В. Макаров, Д. А. Шаров. – Минск : ВА РБ, 2006.
6. Изделие типа 1РЛ130. Техническое описание. Ч. I–V.
7. Изделие типа 1РЛ130. Инструкция по эксплуатации.
8. Изделие типа 1РЛ130. Памятка по проверке и настройке.

Учебное издание

Ермак Сергей Николаевич
Соколов Александр Николаевич
Назаров Дмитрий Геннадьевич

***РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ВОЕННОГО
НАЗНАЧЕНИЯ. ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
И ПРИМЕНЕНИЯ ПРВ-13***

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

Редактор *Е. И. Костина*
Корректор *Е. Н. Батурчик*
Компьютерная правка, оригинал-макет *М. В. Касабуцкий*

Подписано в печать 23.10.2019. Формат 60x84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 11,98. Уч.-изд. л. 13,6. Тираж 50 экз. Заказ 22.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий №1/338 от 24.03.2014,
№2/133 от 07.04.2014, № 3/615 от 07.04.2014.
Ул. П. Бровки, 6, 220013, г. Минск