

МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР

**СТАНЦИЯ ОБНАРУЖЕНИЯ  
И ЦЕЛЕУКАЗАНИЯ 1С12  
И ДАЛЬНОМЕР СТАНЦИИ П40**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ**

**КНИГА 1 (ЧАСТЬ I)**

Ордена Трудового Красного Знамени  
**ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО**  
**МИНИСТЕРСТВО ОБОРОНЫ СССР**  
МОСКВА – 1979

Глава 1 .....	5
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ПРИНЦИП РАБОТЫ СТАНЦИИ .....	5
1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	5
2. СОСТАВ И РАЗМЕЩЕНИЕ АППАРАТУРЫ СТАНЦИИ .....	7
3. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА СТАНЦИИ.....	12
Глава 2.....	25
КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЯ.....	25
1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ .....	25
2. ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТАНЦИЯ РАДИОЛИНИИ 1С62 .....	25
3. АППАРАТУРА ТОПОПРИВЯЗКИ АТ-ППМ .....	27
4. ЗАПРОСЧИК (ИЗДЕЛИЕ 1РЛ225).....	28
5. АППАРАТУРА АКТИВНОГО ОТВЕТА.....	29
6. СРЕДСТВА СВЯЗИ .....	30
7. ГАЗОТУРБИННЫЙ АГРЕГАТ.....	31
8. ТРЕНИРОВОЧНОЕ УСТРОЙСТВО .....	32
9. ИЗДЕЛИЕ 426.....	33
Глава 3.....	37
КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ СТАНЦИИ .....	37
1. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ СТАНЦИИ .....	37
2. КОНСТРУКЦИЯ САМОХОДА.....	37
3. КОНСТРУКЦИЯ СПЕЦКАБИНЫ .....	39
4. РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И АППАРАТУРЫ СТАНЦИИ.....	41
5. КОНСТРУКЦИЯ ШКАФОВ, БЛОКОВ И СУББЛОКОВ .....	45
6. ПЛОМБИРОВКА СТАНЦИИ.....	50
Глава 4 .....	51
АНТЕННО-ФИДЕРНАЯ СИСТЕМА (АФС).....	51
1. НАЗНАЧЕНИЕ, ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СОСТАВ.....	51
2. БЛОК-СХЕМА .....	52
3. АНТЕННА СТАНЦИИ.....	53
4. ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ЗОН (Ф1).....	54
5. ПОВОРОТНОЕ СОЕДИНЕНИЕ (Ф12).....	56
6. ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНОЕ ВРАЩАЮЩЕЕСЯ СОЕДИНЕНИЕ (Ф2) .....	56
7. ГИБКИЕ ВОЛНОВОДЫ (Ф3, Ф16).....	58
8. ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ АНТЕННА—ЭКВИВАЛЕНТ (Ф4) .....	58
9. ФЕРРИТОВЫЙ ЦИРКУЛЯТОР (Ф8).....	59
10. ЭКВИВАЛЕНТ АНТЕННЫ (Ф5) .....	61
11. БАЛЛАСТНАЯ НАГРУЗКА (Ф18).....	61
12. СТАНЦИЯ ПИТАНИЯ ЭЛЕГАЗОМ (СПЭ).....	61
13. ПРОЧИЕ ЭЛЕМЕНТЫ АНТЕННО-ФИДЕРНОЙ СИСТЕМЫ .....	62
Глава 5 .....	64
ПЕРЕДАЮЩАЯ СИСТЕМА .....	64
1. НАЗНАЧЕНИЕ, ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И СОСТАВ ПЕРЕДАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ .....	64
2. ПРИНЦИП РАБОТЫ ПЕРЕДАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ .....	65
3. БЛОК ЗАПУСКА ПЕРЕДАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ (И8).....	71
4. БЛОКИ ИМПУЛЬСНЫХ УМНОЖИТЕЛЕЙ (И9I, И9II).....	72
5. БЛОК СЛОЖЕНИЯ МОЩНОСТИ ИМПУЛЬСНЫХ УМНОЖИТЕЛЕЙ (Ф11).....	75
6. УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ НА ЛБВ (1-й КАСКАД).....	76
7. УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ НА АМПЛИТРОНАХ (2, 3, 4, 5-й КАСКАДЫ) .....	77
8. ФЕРРИТОВЫЕ ВЕНТИЛИ (Ф10, Ф6, Ф7, Ф9) И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (Ф13, Ф28, Ф14, Ф15, Ф17).....	79
9. МОДУЛЯТОРНОЕ УСТРОЙСТВО 1-го КАСКАДА (И7).....	80
10. МОДУЛЯТОРНОЕ УСТРОЙСТВО 2-го КАСКАДА (И14).....	82
11. МОДУЛЯТОРНОЕ УСТРОЙСТВО 3-го КАСКАДА (И13).....	83
12. БЛОК ПОДМОДУЛЯТОРОВ 4-го и 5-го КАСКАДОВ (И10) .....	83
13. МОДУЛЯТОРНОЕ УСТРОЙСТВО 4-го КАСКАДА (И6).....	84
14. МОДУЛЯТОРНОЕ УСТРОЙСТВО 5-ГО КАСКАДА.....	87
Глава 6.....	88
ПРИЕМНАЯ СИСТЕМА .....	88
1. НАЗНАЧЕНИЕ, СОСТАВ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ.....	88
2. ПРИНЦИП РАБОТЫ .....	88
3. УСИЛИТЕЛЬ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ (П2) .....	93
4. БЛОК ФОРМИРОВАНИЯ ЗАДАЮЩИХ ЧАСТОТ (П6).....	94

5. БЛОК УМНОЖЕНИЯ ГЕТЕРОДИННЫХ ЧАСТОТ (П4) .....	99
6. БЛОК РАЗДЕЛЕНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ (ПЗ).....	103
7. БЛОК УСИЛИТЕЛЕЙ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ И ДЕТЕКТОРОВ (П5) .....	107
Глава 7 .....	116
СИСТЕМА ПОМЕХОЗАЩИТЫ .....	116
1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ .....	116
2. ПРИНЦИП РАБОТЫ .....	116
3. БЛОК ЧЕРЕСПЕРИОДНОЙ КОМПЕНСАЦИИ П7 .....	122
4. БЛОК ПОДАВЛЕНИЯ НЕСИНХРОННЫХ ПОМЕХ (П8).....	141
5. БЛОК ПЕРЕСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ (П10).....	149

## ***ВВЕДЕНИЕ***

Настоящее Техническое описание является единым для станции 1С12 и дальномера станции П40 и предназначено для их изучения.

Основное отличие станции 1С12 и дальномера станции П40 состоит в их назначении и комплектации, а конкретные отличия в каждом необходимом случае излагаются отдельно.

Техническое описание состоит из двух книг. Каждая книга -из двух частей:

- Техническое описание **книга 1 (часть I)**;
- Альбом рисунков **книга 1 (часть II)**;
- Техническое описание **книга 2 (часть I)**;
- Альбом рисунков **книга 2 (часть II)**.

Кроме того, к Техническому описанию прилагаются альбом принципиальных электрических схем блоков — **книга 4**, Перечень элементов к принципиальным схемам и таблицы соединений к схемам соединений — **книга 7**.

Рисунки в обеих книгах Технического описания имеют сквозную нумерацию. Рисунки №№ 1—243 помещены в Альбоме к книге 1 часть II, рисунки №№ 244—488, 547, 548 — в Альбоме к книге 2 часть II, рисунки №№ 489—546 — в Альбоме принципиальных электрических схем -- книга4.

Изделие 426 (самород) и входящие в его состав комплектующие изделия, аппаратура активного ответа, опознавания, топопривязки, радиолинии, радиостанции Р-802 и тренировочного устройства подробно описываются в самостоятельных технических описаниях. Техническое описание тренировочного устройства входит в состав документации мастерской 1Р1-Ц.

Указания по технической эксплуатации, контролю, регулировке, техническому обслуживанию и ремонту аппаратуры станции даны в Инструкции по эксплуатации станции — **книга 3**. Приложением к Инструкции по эксплуатации являются схемы трактов и схемы соединений -- **книга 5**, а также таблицы напряжений, сопротивлений и осциллограмм — **книга 6**.

Паспорт, совмещенный с Техническим описанием и Инструкцией по эксплуатации, помещен в **книге 8**.

# Глава 1

## ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ И ПРИНЦИП РАБОТЫ СТАНЦИИ

### 1. НАЗНАЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Подвижная помехозащищенная радиолокационная станция кругового обзора выпускается в двух вариантах:

- станция обнаружения и целеуказания 4С12;
- дальномер трехкоординатной радиолокационной станции П40.

В варианте 1С 12 станция укомплектовывается центральной станцией радиолинии 1С62 и аппаратурой топопривязки АТ-ШМ (изделие 1В42) и входит в состав комплекса 2КП, выполняя следующие функции:

- обнаружение и опознавание воздушных целей;
- выбор целей на основании характеристик их движения;
- определение координат выбранных целей и передача их на изделия 1С32 по радиолинии 1С62.

В варианте дальномер П40 станция укомплектовывается радиостанцией Р-802 и совместно с изделием 1РЛ19Б образует трехкоординатную радиолокационную станцию П40, выполняя следующие функции:

- обнаружение и опознавание воздушных целей;
- автоматический вывод изделия 1РЛ19Б на цель;
- визуальное определение азимута и дальности целей по индикатору кругового обзора и отображение значения высоты цели по данным изделия 1РЛ19Б;
- управление своими самолетами по индикаторам кругового обзора с помощью встроенной радиостанции Р-802 или придаваемых радиостанций Р-824;
- передача данных воздушной обстановки на системы «ВоздухШ», «Воздух 1П», «Краб» и аппаратуру 5К99 по кабелям.

#### Тактико-технические характеристики

Станция осуществляет непрерывный круговой обзор пространства. При этом все пространство обзора делится на три зоны, которые просматриваются поочередно по углу места за три оборота антенны по азимуту.

Станция может работать в режиме обзора двух нижних зон или только одной любой зоны с увеличением или сохранением темпа обзора.

Станция позволяет:

- определять азимут, наклонную дальность и грубо угол места;
- определять текущие координаты (в прямоугольной системе) шести целей и передавать их на изделия 1С32 и изделия 1РЛ19Б.

Принадлежность целей определяется с помощью запросчика «Тантал-К1» (изделие 1РЛ225).

Диаграмма направленности антенны запросчика охватывает полную зону обзора станции по углу места и зону видимости станции по дальности.

В станции имеются следующие режимы работы:

а) основной (номинальный) режим:

- двухканальная работа приемника и передатчика;
- амплитудный режим приемника;
- прохождение эхо-сигнала по основному тракту;
- скорость вращения антенны 18 об/мин;
- автоматическое переключение зон обзора три раза за 10 сек

(трехзонный обзор) в последовательности 1, 2, 3-я;

- масштабы индикаторов I (0—150 км) или II (20—175 км);
- частота повторения  $F_I$  (800 гц) с синхронизацией частотой питающей сети;

- работа всех четырех индикаторов;

б) дополнительные (резервные) режимы:

- когерентный двухчастотный;

- одноканальная работа передатчика при частоте повторения  $F_I$ ;

- одноканальная работа приемника в амплитудном или когерентном режиме.

Примечание. Продолжительность работы станции в одноканальном режиме работы передатчика с частотой повторения 800 гц и в двухканальном режиме с частотами повторения 400 и 630 гц регламентируется паспортными данными, приборов УВИ-1, УМИ-5—УМИ-8.

В одноканальном режиме с частотами повторения 630 и 400 гц передатчик работать не может.

Масштабы индикаторов станции:

- масштаб I 0—150 км при частоте повторения  $F_I, F_{Us}$ ;

- масштаб II 20—175 км при частоте повторения  $F_I, P_{цв}$ ;

- масштаб III 0—300 км при частоте повторения  $F_{IH}$ ;

- масштаб V 0—200 км при частоте повторения  $F_{IH}$ ;

- масштаб VI 20—225 км при частоте повторения  $P_{Ц}$ .

Разрешающая способность станции на масштабе I:

а) по радиолокационному каналу:

— по наклонной дальности не хуже 1500 м на индикаторах кругового обзора и не хуже 200 м на индикаторе командира;

б) по каналу опознавания:

- \_ по наклонной дальности не хуже 300 м;

- \_ по азимуту не хуже  $11^\circ$  на дальностях больше 100 км.

Разрешающая способность станции по радиолокационному каналу по наклонной дальности и азимуту ухудшается на остальных масштабах.

Максимальная ошибка (в 95% измерений) выработки текущих координат в статическом режиме при выдаче данных целеуказания на масштабе I:

- по координате X не более 1700 м;

- по координате Y не более 1700 м.

Передающая система - - усилительно-умножительная цепочка, состоящая из задающих генераторов, умножителей и импульсных усилителей мощности на ЛБВ и амплитронах.

Излучаемый сигнал представляет собой два радиоимпульса длительностью  $\tau_{И1} = 1,5 \pm 0,1$  мксек каждый, разнесенные на  $\tau_{разн} = 4,5 \pm 0,1$  мксек во времени и  $\Delta f_{рап}$  по частоте.

Приемник - двухканальный супергетеродин с двойным преобразованием частоты. Коэффициент шума приемной системы на любой рабочей частоте не более 10.

Полоса пропускания приемника 800 кгц.

В станции предусмотрена защита от помех:

а) от активных -- перестройкой рабочих частот каждого канала по заданной программе:

- автоматически под действием активной помехи;

- непрерывно;

- вручную, при нажатии кнопки ЧАСТОТА СТАНЦИИ;

б) от пассивных -- двухчастотным когерентно-импульсным методом с двукратной череспериодной компенсацией (ЧПК.) при работе в одном канале; пределы регулировки когерентного режима (режима СПЦ):

- по азимуту — сектор от  $20 \pm 10^\circ$  до  $120 \pm 25^\circ$  или круговой;

- по дальности — от  $10 \pm 5$  до  $150 \pm 10$  км;

в) от несинхронных — методом бланкирования сигналов, период повторения которых отличается от периода повторения станции не менее чем на 2%, а их амплитуда превышает уровень шумов не менее чем в 4 раза; защита от несинхронных помех осуществляется только в амплитудном режиме работы приемника.

Коэффициент подавления аппаратурой защиты от пассивных помех сигналов, отраженных от местных предметов, составляет не менее 18 дБ.

Аппаратура станции позволяет проводить анализ характеристик движения целей путем грубого определения их курса и скорости по индикатору с длительным запоминанием не менее 100 сек отметок от целей.

В станции 1С12 имеется аппаратура топопривязки (АТ-1ПМ), с помощью которой осуществляется вывод станции в заданный район без пользования наземными ориентирами, ориентирование станции и учет ошибок параллакса при передаче данных на изделия 1С32.

Средства связи станции обеспечивают:

- радиосвязь внутри комплекса 2КН через радиостанцию Р-123;
- радиосвязь с командованием через вторую радиостанцию Р-123;
- связь между номерами расчета с помощью переговорного устройства СПУ-7;
- связь с внешними абонентами через телефонный коммутатор П-193М.

Станция питается от газотурбинной электростанции 1Э4, вырабатывающей напряжение 220 в 400 гц мощностью 75 кет (95 квй) или от внешнего источника с теми же параметрами.

Потребляемая мощность станции по питающей сети не более 52 кет, при работе с изделием 1РЛ19Б — 65 кет при  $\cos \phi$  не менее 0,5.

Время развертывания станции (с момента занятия позиции до выхода в эфир) при работе с изделиями 1С32 — 5 мин.

Время свертывания станции (без зачехления) при работе с изделиями 1С32 — 5 мин.

Время развертывания и свертывания (без зачехления) станции при работе с изделием 1РЛ19Б — 15 мин.

Запас хода по сухим дорогам с учетом обеспечения 8-часовой работы станции при полной заправке топливом не менее 200 км.

Среднетехническая скорость передвижения станции 20 км/ч.

Максимально возможная скорость передвижения по шоссейным дорогам 35 км/ч.

Общий вес станции с полной заправкой не более 36 т.

Габариты станции:

длина — 9325 мм;

ширина — 3210 мм;

высота (в походном положении) - 4350 мм;

высота (в транспортном положении) - 3250 мм. Время непрерывной работы станции 24 ч.

Станция сохраняет нормальную работоспособность при следующих климатических условиях:

- на высотах до 1000 м над уровнем моря;
- в интервале температур —40 - +50° С;
- при скорости ветра до 25 м/сек;
- при влажности до 98% и температуре 20° С;
- при дожде, инее и снегопаде.

Примечание. При скорости ветра выше 25 м/сек антенна станции должна быть сложена.

## 2. СОСТАВ И РАЗМЕЩЕНИЕ АППАРАТУРЫ СТАНЦИИ

По своему функциональному назначению аппаратура станции разделяется на

следующие основные системы:

- антенно-фидерная система;
- передающая система;
- приемная система;
- система помехозащиты;
- система синхронизации;
- система индикации;
- система выработки и передачи координат;
- система управления и защиты;
- система воздушного и жидкостного охлаждения;
- система контроля;
- система питания.

Кроме радиолокационной аппаратуры в состав станции входят:

- приемная аппаратура системы активного ответа (НПО);
- запросчик системы опознавания «Тантал-К1»;
- центральная станция радиолинии 1С62 (только в варианте 1С12);
- радиостанция Р-802 (только в варианте дальномера П40)<sup>1</sup>;
- топопривязчик АТ-ШМ (только в варианте 1С12);
- блок согласующих устройств С1;
- изделие 426 со своими комплектующими изделиями.

Ниже (в таблице) приведены перечень, шифр и место расположения блоков и узлов по системам, входящим в состав станции.

Аппаратура станции вместе с агрегатами питания, дополнительной аппаратурой и ЗИП первой очереди полностью размещается на самоходном шасси изделия 426. Общий вид станции показан на рис. 1 и 2.

Кабина станции разделена на четыре изолированных друг от друга и от кабины водителя отсека: передний (с подвалом), задний, правый кормовой и левый кормовой. В переднем отсеке (рис. 3) размещены: индикаторная аппаратура, часть приемной аппаратуры, аппаратуры передачи данных и топопривязки, центральная станция радиолинии или радиостанция Р-802 (в варианте дальномера П40), аппаратура опознавания и активного ответа, а также умножители частоты передающей системы. В заднем отсеке (рис. 4) размещены: аппаратура передающего устройства, часть приемной аппаратуры, часть фидерной системы.

Антенная система и часть фидерной системы вместе с приводом вращения антенны и механизмом переключения угломестных зон размещены на крыше самохода на поворотном устройстве.

В кормовой части самохода в отдельных отсеках, изолированных от заднего отсека и друг от друга, расположены газотурбинные агрегаты питания (левый кормовой отсек), система жидкостного охлаждения передатчика и распределительный блок питания (правый кормовой отсек).

Наименование блока	Шифр	Место размещения в станции
<b>Антенно-Фидерная система</b>		
Зеркало антенны	А1	На антенной колонке 07
Облучатель радиолокационного канала	А2	На антенной колонке 07
Облучатель запросчика	А5	На ферме облучателя станции
Облучатель активного ответа	А3	На ферме облучателя станции
Антенна канала подавления	А4	На зеркале антенны А1
Переключатель зон	Ф1	В ферме облучателя
Поворотное соединение	Ф12	На антенной колонке 07
Четырехканальное вращающееся соединение	Ф2	На антенной колонке 07
Переключатель антенна-эквивалент	Ф4	Задний отсек у правого борта
Ферритовый циркулятор (с переключателем)	Ф8	Задний отсек у правого борта

прием-передача Ф8Г) Эквивалент антенны Балластная нагрузка Гибкий волновод Гибкий волновод Станция питания элегазом	Ф5 Ф18 Ф3 Ф16 СПЭ	На корме самохода, снаружи Задний отсек На антенной колонке 07 У облучателя и на антенной колонке 07 (4 шт) Задний отсек, правая стенка шкафа В1
<b>Передающая система</b>		
Блок запуска передающей системы Блок импульсных умножителей Блок сложения мощности импульсных умножителей Усилитель мощности на ЛБВ (1-й каскад) Усилитель мощности (2-й каскад) Усилитель мощности (3-й каскад) Усилитель мощности (4-й каскад) Усилитель мощности (5-й каскад) Ферритовые вентили и соединительные волноводные элементы: Ферритовый вентиль, коаксиальный Ферритовый вентиль Ферритовый вентиль Ферритовый вентиль Ступенчатый переход Отрезок коаксиала Гибкий коаксиал Коаксиально-волноводный переход Гибкая волноводная секция Волноводные секции Блок подмодуляторов Модуляторное устройство 1-го каскада Модуляторное устройство 2-го каскада Модуляторное устройство 3-го каскада Модуляторное устройство 4-го каскада Модуляторное устройство 5-го каскада	И8 И91,И9П Ф11  И4 И3 И15 И2 И1  Ф10 Ф6 Ф7 Ф9 Ф13 Ф14, Ф28 Ф15 Ф17  И10 И7 И14 И13 И6	Передний отсек, шкаф 016 Шкаф 016 Шкаф 016  Шкаф И16 Шкаф И16 Задний отсек, шкаф И-12 Шкаф И12 Шкаф И12  Задний отсек, шкаф И16 Над дверью в заднем отсеке Шкаф И12 Шкаф И12 Шкаф И16 Шкаф И16 Шкаф И16 Шкаф И12 (6шт) Левый борт изделия 426 Шкаф И12 Задний отсек (шкаф В1) Шкаф В1 Шкаф И12 Задний отсек (шкаф И6) Шкаф И12
<b>Приемная система</b>		
Усилитель высокой частоты (на ЛБВ типа УВ-10) Блок разделения и преобразования сигналов Блок умножения гетеродинных частот Блок усилителей промежуточной частоты Блок формирования задающих частот	П2  П3 П4 П5 П6	Задний отсек, шкаф 021  Передний отсек, шкаф 016 Шкаф 016 Передний отсек, шкаф 013 Шкаф 013
<b>Система помехозащиты</b>		
Блок черезпериодной компенсации Блок подавления несинхронных помех Блок перестройки частот	П7 П8 П10	Передний отсек, шкаф 012 Шкаф 012 Шкаф 013
<b>Система синхронизации</b>		
Блок запуска и отметок Блок общей коммутации	Ц1 Ц6	Шкаф 012 (2шт) Шкаф 012
<b>Система индикации</b>		
Блок индикатора кругового обзора Блок коммутации разверток индикатора командира Блок графekonа Блок кинескопа	Ц2 Ц12  Ц5 Ц3	Передний отсек, шкафы 09 (I, II, III) Передний отсек (шкаф 010)  Шкаф 010 Шкаф 010
<b>Система выработки и передачи координат</b>		
Блок выработки текущих координат Пульт управления (пульт командира) Пульт управления (пульт оператора) Пульт управления (пульт оператора) Пульт управления (пульт оператора) Блок сопряжения	Ц10 У3 У4-1 У4-II У4-III Ц8	Шкафы 09 (I, II, III) 6 шт. Шкаф 010 Шкаф 091 Шкаф 0911 Шкаф 09III Шкаф 013

<b>Система управления и защиты</b>		
Шкаф автоматики	У5	Передний отсек
Блок управления приводом вращения антенны	У13	На антенной колонке 07
Блок управления приводом поворота	У14	На антенной колонке 07
Блок азимутальных датчиков	У6	Задний отсек, на 07
Блок управления переключателем зон	У16	В ферме облучателя (2 шт)
Антенная колонка	07	На крыше и внутри заднего отсека
Механизм сложения зеркала антенны	У1	На антенной колонке 07
Азимутальный привод	У10	На антенной колонке 07
Редуктор горизонтирования	У8	На антенной колонке 07 (2 шт)
Уровень	У7	На антенной колонке
<b>Система воздушного и жидкостного охлаждения</b>		
Центробежные нагнетающие вентиляторы переднего отсека:		
Вентилятор	1-1	Снаружи на передней стенке самохода, слева у кабины водителя
Вентилятор	1-2	Снаружи на передней стенке самохода, справа у кабины водителя
Вентилятор	1-3	В заднем отсеке слева от шкафа В1
Вентилятор	1-4	В заднем отсеке справа от шкафа В1
Осевые вытяжные вентиляторы переднего отсека:		
Вентилятор	2-1	На левом борту самохода, у шкафа 012
Вентилятор	2-2	На правом борту самохода, у шкафа 012
Вентилятор	2-3	На левом борту самохода, у шкафа 013
Вентилятор	2-4	На правом борту самохода, у шкафа 013
Осевые вытяжные вентиляторы заднего отсека:		
Вентилятор	4-1	На левом борту самохода, у шкафа И16
Вентилятор	4-2	На правом борту самохода, у шкафа И16
Вентилятор	4-3	На левом борту самохода, у шкафа И12
Вентилятор	4-4	На правом борту самохода, у шкафа И12
Центробежные вентиляторы индивидуального обдува:		
Вентилятор	БИ-1М	Шкаф 012
Вентилятор	Р-802	Передний отсек, шкаф 012
Вентилятор	П2	Шкаф 021
Вентилятор	И4	На шкафу В1
Вентилятор	И1	Шкаф И12
Вентилятор	Ф5	За шкафом И6 в подвале
Вентилятор	И5	Шкаф И12 (съёмная панель И11) И11
Вентилятор	И6	Шкаф И6
Вентилятор	В2 №1	Шкаф В2
Вентилятор	В2 №2	Шкаф В2
Вентилятор	В1	Шкаф В1 (снаружи, на правой боковой обшивке)
Система жидкостного охлаждения		Правый кормовой отсек.
<b>Система контроля</b>		
Контрольный осциллограф	К2	Шкафы 012 и 013 (2шт)
Имитатор	К3	Шкаф 013
Зонд	К4	На ферритовых вентилях Ф6, Ф7, Ф9, Ф10 и циркуляторе Ф8 (5 шт)
Блок контроля выпрямителей	К6	Шкаф 010
Измеритель проходящей мощности, коаксиальный	К7	На ферритовом вентиле Ф10
Измеритель проходящей мощности, волноводный	К8	На ферритовых вентилях Ф6, Ф7, Ф9, циркуляторе Ф8, волноводных секциях ЕФ2.060.255 Сп (6 шт)
Индикатор мощности и КБВ	К9	Над шкафом У5
Блок контроля тепловых режимов	К10	На правой стенке заднего отсека

передающей системы		
Петлевой направленный ответвитель	K11	На волноводной секции Ф11а
Детекторный узел	K12	В блоке И91
Контрольный стрелочный прибор	M265	Шкафы 012, 021, У5, блоки У11
Блок генераторов шумов (с переключателем сигналов)	П1	Шкаф 021
<b>Система питания</b>		
Распределительный блок	У9	Правый кормовой отсек
Блок питания вентиляции переднего отсека	У11	Над шкафом 013
Блок питания вентиляции заднего отсека	У12	Задний отсек у левого борта
Блок низковольтных выпрямителей	В4	Шкафы 09, 010 (7шт)
Блок высоковольтных выпрямителей	В10	Шкаф 010
Блок выпрямителей симметричных стабилизированных напряжений	В11	Шкаф 010, 09II (2 шт)
Блок питания блоков П1 и П2	В7	Шкаф 021
Шкаф выпрямителей передающей системы	В1	Задний отсек
Шкаф выпрямителей передающей системы	В2	Задний отсек
Блок выпрямителей средних напряжений	В3	Шкаф В2
Стабилизатор тока соленоида И4	В5	Шкаф В2
Стабилизатор тока электромагнитов Ф8	В6	Шкаф В2
Блок согласующих устройств	С1	В кабине водителя

В кабине водителя (рис. 5) кроме органов управления автомобилем размещены: пульт управления газотурбинными электростанциями, связная аппаратура, пульт рентгенметра, прибор ночного видения ПНВ-57 и креномер.

Непосредственно в станции размещается вся контрольно-измерительная аппаратура, в основном в виде встроенных блоков и придаваемых к станции приборов СИ-1 и АВО-5М, позволяющая быстро найти неисправность и произвести несложные работы по ремонту, техническому обслуживанию» и ЗИП станции (ЗИП-1), необходимый для устранения неисправностей станции при боевой работе и состоящий из легкоъемных блоков, субблоков и комплектующих элементов (ламп, предохранителей), инструмента и принадлежностей. Устранение неисправностей заключается в замене отказавшего блока, субблока или элемента исправным из состава ЗИП станции.

Перечень ЗИП станции и его укладка указаны в ведомости ЗИП. Для ремонта и обслуживания станции 1С 12 ей придается передвижная автомобильная радиоремонтная мастерская 1Р1-Ц, имеющая в своем составе:

-тренировочное устройство, предназначенное для обучения и тренировки расчета станции;

- стандартную и нестандартную контрольно-измерительную аппаратуру, используемую для технического обслуживания, ремонта и настройки блоков, субблоков и узлов станции; ЗИП для ремонта станции (ЗИП-2А).

Основным техническим документом по проверке и ремонту блоков, субблоков и узлов станции 1С12 в радиоремонтной мастерской 1Р1-Ц является Руководство по ремонту аппаратуры изделий 1С12 и 1РЛ111Д, состоящее из четырех частей, описывающих порядок проведения ремонта и проверок блоков, субблоков и узлов станции, и 12 альбомов приложений, содержащих электрические схемы субблоков, электромонтажные схемы блоков, узлов и приборов, перечни, таблицы, осциллограммы.

Для обеспечения технического обслуживания и ремонта станций 1С12 (1РЛ111Д) в период одного межремонтного срока эксплуатации (3000 ч), а также для пополнения комплекта ЗИП станции предназначен комплект ЗИП-2.

Комплект ЗИП-2 для станции 1С 12 делится на две части:

- ЗИП-2А, размещаемый в радиоремонтной мастерской 1Р1-Ц;
- ЗИП-2Б, размещаемый в укладочных ящиках.

Состав и порядок использования комплекта ЗИП-2А приведены в первой части Руководства по ремонту изделий 1С12 и 1РЛ111Д, а комплекта ЗИП-2Б — в инструкции по его использованию, совмещенной с техническим паспортом. Комплект ЗИП-2 для 1РЛ111Д (ЗИП-2Б) размещается в укладочных ящиках.

Для проведения среднего и капитального ремонта восьми станций 1С12 и восьми станций 1РЛ111Д в армейских и фронтовых ремонтных органах служит ЗИП-3, размещаемый на базах и арсеналах.

В ЗИП-3 включены отдельные узлы, приборы, блоки, субблоки и другие запасные части, которые невозможно отремонтировать или изготовить на базах и арсеналах.

Покупные элементы общего применения (лампы, сопротивления и т. д.) в комплект ЗИП-3 не входят. Комплект ЗИП-3 используется в соответствии с инструкцией по использованию, совмещенной с техническим паспортом и имеющей два альбома приложений с иллюстрациями и инструкциями по заводской настройке блоков и субблоков.

### **3. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА СТАНЦИИ**

#### **Особенности функционального построения**

Основными особенностями функционального построения станции (рис. 6) являются:

- двухчастотное построение приемопередатчика с обеспечением мгновенной перестройки частоты и защитой от пассивных помех;

- использование специального индикатора с длительным запоминанием отметок от целей;

- трехзонный поочередный обзор пространства.

Защита от активных помех обеспечивается двумя частотными каналами и перестройкой их частоты в широких пределах.

Частота перестраивается автоматически под воздействием активной помехи, непрерывно по заранее установленной программе или вручную. Большая скорость перестройки частоты достигается специальным построением приемопередатчика, при котором частоты передатчика и гетеродинные частоты жестко взаимосвязаны (формируются от одних задающих генераторов). В станции имеется возможность работы на двух сетках частот, значения фиксированных частот в которых сдвинуты относительно друг друга. Программа очередности перестройки частот в обеих сетках одинакова. Переход с одной сетки на другую осуществляется сменой задающих генераторов блока перестройки частоты (П10).

Для защиты от пассивных помех в качестве основного режима используется двухчастотный когерентно-импульсный метод, имеющий значительные преимущества по сравнению с другими методами когерентной защиты, и двукратное череспериодное вычитание.

Когерентность сигналов обоих частотных каналов станции обеспечивается построением приемопередатчика, при котором сигналы в них формируются от одного источника — задающих генераторов. Двухчастотное построение приемопередатчика не требует специального стабилизированного когерентного гетеродина.

При обычном когерентно-импульсном методе наиболее трудным является требование одновременной компенсации отражений от местных предметов и от медленно перемещающихся облаков дипольной помехи. Такое требование выполнимо лишь тогда, когда доплеровские частоты сигналов, отраженных от пассивной помехи, значительно меньше частоты повторения импульсов РЛС, что является обычным для РЛС метрового диапазона.

Двухчастотный когерентно-импульсный метод позволяет понизить доплеровские

частоты отраженных сигналов, выделяя так называемую разностную доплеровскую частоту отраженных сигналов двух рабочих частот станции. Последние выбраны так, чтобы разностная частота соответствовала метровому диапазону волн.

При двухчастотном методе доплеровские частоты снижаются, поэтому применение его позволяет не только решить проблему одновременной компенсации отражений от местных предметов и облаков дипольных помех, но и избавиться от слепых скоростей.

При полном подавлении активной помехой или неисправности одного из приемных (или передающих) каналов можно работать одним каналом. Для защиты от пассивных помех при этом применяется когерентно-импульсный метод с использованием внешнего фазирования. Автоматическая компенсация собственного перемещения помехи в этом случае достигается фазированием когерентного

гетеродина отраженным сигналом помехи, а не зондирующим импульсом. Чтобы исключить зоны слепых скоростей, станция должна работать с частотой повторения  $P_{цз}$  (т. е. с вобуляцией).

Реальную радиолокационную цель можно рассматривать как систему элементарных отражателей. При изменении взаимного расположения станции и цели (что неизбежно в условиях движения) суммарный принимаемый сигнал испытывает непрерывные флюктуации, вызванные изменением соотношения фаз и амплитуд отдельных слагаемых. В одночастотных станциях возможны пропуски цели вследствие замираний отраженного сигнала.

Для двухчастотных станций вероятность одновременного пропадания отраженного сигнала в обоих частотных каналах уменьшается. Как видно из рис. 7 (зависимость коэффициента пересчета по дальности от процентной видимости), дальность по 80%-ной видимости уменьшается по сравнению с дальностью по 50%-ной видимости для двухчастотной станции примерно на 5%, а для одночастотной — на 32%.

Передачик представляет собой широкополосную цепочку, состоящую из умножителей на металлокерамических лампах и мощных усилителей на ЛБВ и амплитронах.

Широкополосность передающего устройства позволяет перестраивать частоту станции в диапазоне. Частоты перестраиваются на малом уровне мощности.

Особенностью построения системы индикации станции является использование специального индикатора с длительным запоминанием отметок от целей для решения задачи анализа характеристик движения целей. Длительное (не менее 100 сек) запоминание отметок от целей производится с помощью графекона и позволяет получить на индикаторе трассы движения целей, по которым визуально определяются их курсовые параметры и скорости движения.

Обзор всего пространства ведется поочередным просмотром трех угломестных зон за три оборота антенны по азимуту. Диаграмма направленности в вертикальной плоскости формируется отражающим зеркалом и тремя группами облучателей. Облучатели коммутируются быстродействующим волноводным переключателем угломестных зон, с помощью которого можно переключать зоны без выключения передатчика.

Станция может работать в одной или двух зонах обзора. Все режимы обзора осуществляются при двух скоростях вращения антенны, указанных в формуляре станции.

### **Основные тракты и взаимодействие между ними**

Работа станции основана на принципе направленного импульсного излучения высокочастотной энергии и приема (в промежутках между излучаемыми импульсами) эхосигналов, т. е. части элек-тронно-магнитной энергии, отраженной от встречных объектов.

При передаче мощные высокочастотные импульсы, сформированные блоками, передающей системы из маломощных непрерывных колебаний, поступают через переключатель прием — передача, установленный в ферритовом циркуляторе Ф8, и фидерный тракт на облучатель радиолокационного канала и направленно антенной (А1) излучаются в пространство.

При приеме сигналы, отраженные от целей и принятые антенной, проходят в обратном направлении через фидерный тракт, переключатель прием — передача, усилитель высокой частоты УВЧ (П2) и поступают в блок разделения и преобразования сигналов (П3).

В блоке П3 частоты принятых эхо-сигналов разделяются по I и II каналам и формируются напряжения первой и второй промежуточной частот.

Сигнал второй промежуточной частоты I и II каналов далее поступает в блок усилителей промежуточной частоты и детекторов (П5).

С выхода блока П5 видеосигналы подаются на аппаратуру помехозащиты или с резервного выхода — непосредственно на индикаторы и блок сопряжения Ц8.

Аппаратура помехозащиты обеспечивает защиту станции:

- от пассивных помех в когерентном режиме;
- от несинхронных импульсных помех в амплитудном режиме;
- от активных помех в когерентном и амплитудном режимах.

С выхода блока подавления несинхронных помех (П8) видео сигналы, очищенные от пассивных (в когерентном режиме) и несинхронных (в амплитудном режиме) помех, поступают на индикаторы станции и блок сопряжения Ц8.

Аппаратура индикации позволяет наблюдать отметки от цели на экранах индикаторов (ИК и ИКО) и вводить данные цели в систему выработки и передачи координат.

Выработанные координаты целей передаются на станции 1С32 (через радиолинию) или на изделия 1РЛ19Б (по кабелю). Блок сопряжения Ц8 обеспечивает выдачу данных воздушной обстановки и ряда синхронизирующих импульсов на сопрягаемые системы («Воздух 1М», «Воздух 1П», «Краб») и аппаратуру 5К99.

Система синхронизации (блоки Ц1, Ц6) обеспечивает синхронность работы аппаратуры станции и сопрягаемых систем.

Системы управления и защиты, охлаждения, контроля и питания обеспечивают управление работой станции, защиту аппаратуры от перегрузок, контроль основных параметров и выработку необходимых питающих напряжений.

Описание принципа работы аппаратуры станции по основным трактам приводится ниже.

### **Тракт зондирующего импульса**

Упрощенная функциональная схема тракта зондирующего импульса приведена на рис8.

Тракт предназначен для формирования высокочастотных зондирующих импульсов большой мощности из маломощных непрерывных сигналов, поступающих от задающих генераторов, и излучения сформированных импульсов в пространство.

С блока перестройки частот П10 непрерывные колебания с частотой  $9 f_3$  поступают на блок формирования задающих частот П6. Здесь это напряжение смешивается с напряжением, частоты которых равны  $9 f_1$  и  $9 f_2$ . Напряжения частот  $9 f_4$  и  $9 f_2$  формируются двумя кварцевыми генераторами, настроенными на частоты  $f_1$  и  $3 f_2$ , и умножителями (Х9 и Х3). На выходе блока П6 образуются напряжения с частотами  $9 f_3 - 9 f_1$  и  $9 f_3 - 9 f_2$ .

Таким образом, формирование каналов по частоте происходит в блоке П6.

С выхода блока П6 непрерывные колебания в каждом частотном канале подаются на блоки импульсных умножителей И91 и И9П.

После умножения частоты колебаний ( $9 f_3 - 9 f_1$  и  $9 f_3 - 9 f_2$ ) на 24 и импульсной модуляции высокочастотных сигналов в маломощных импульсных умножителях на выходе блоков И9 получаются высокочастотные импульсы на рабочих частотах I и II каналов станции:  $216 f_3 - 216 f_1$  и  $216 f_3 - 216 f_2$ , сдвинутые относительно друг друга во времени. Эти импульсы складываются в блоке сложения мощности (ФН) и усиливаются мощной широкополосной усилительной цепочкой, состоящей из усилителя мощности на ЛБВ (блок И4 - - 1-й каскад) и четырех усилителей на амплитронах (блоки И3, И15, И2, И1 — 2, 3, 4 и 5-й каскады).

Для развязки каскадов усилительной цепочки и предотвращения самовозбуждения используются ферритовые вентили Ф10, Ф6, Ф7, Ф9, имеющие малое затухание в прямом направлении и большое — в обратном.

С выхода усилителя мощности (И1) высокочастотные зондирующие импульсы поступают на ферритовый циркулятор Ф8, который является развязкой между выходным амплитроном блока И1 и фидерным трактом с низким КБВ.

С блока Ф8 высокочастотные импульсы проходят через переключатель антенна — эквивалент (Ф4), с помощью которого передатчик переключается на эквивалент антенны: четырехканальное вращающееся соединение (Ф2), переключатель угломестных зон (Ф1), поступают на облучатель радиолокационного канала (А2) и направленно излучаются антенной А1 в пространство.

Величины частот  $f_1$ ,  $f_2$ ,  $f_3$ , длительность и мощность зондирующих импульсов, временной сдвиг между ними, разнос по частоте I и II каналов указаны в формуляре станции.

### Тракт эхо-сигнала

Упрощенная функциональная схема тракта эхо-сигнала приведена на рис. 9.

Тракт предназначен для приема и преобразования отраженных от цели эхо-сигналов и последующего усиления их до величины, необходимой для нормальной работы аппаратуры помехозащиты, индикаторов кругового обзора и индикатора командира.

Отраженные от цели сигналы с частотами  $216 f_3—216 f_1$ , и  $216 f_3—216 f_2$  в промежутках между зондирующими импульсами принимаются антенной, проходят через переключатель зон (Ф1), четырехканальное вращающееся соединение (Ф2), переключатель антенна — эквивалент (Ф4) и ферритовый циркулятор (Ф8).

Ферритовый циркулятор (Ф8) выполняет роль переключателя прием — передача. В блоке Ф8 стоит разрядник типа РР-137 защищающий тракт от мощных зондирующих импульсов.

С выхода блока Ф8 через переключатель сигналов эхо-сигналы поступают на усилитель высокой частоты (УВЧ), **выполненный** на ЛБВ типа УВ-10 (блок П2).

УВЧ позволяет уменьшить коэффициент шума тракта и защитить кристаллические детекторы первых смесителей от мощности передатчика, просачивающейся в тракт. После предварительного усиления на ЛБВ сигналов I и II частотных каналов производится разделение их по частоте с помощью волноводных фильтров (субблоки ПЗА) и затем первое преобразование по частоте каждого канала в отдельности в широкополосных первых смесителях (субблоки ПЗГ).

В качестве первого гетеродинного напряжения для I и II каналов используется напряжение одного из восьми переключаемых генераторов, умноженное по частоте в 216 раз в блоке перестройки частот П10 (в 9 раз) и , блоке умножения гетеродинных частот П4 (в 24 раза). Генераторы выдают напряжения исходной частоты ( $f_3$ ) одновременно для формирования сигналов передатчика и первого гетеродинного напряжения. На выходе первых смесителей получаются фиксированные промежуточные частоты  $216 f_1$  и  $216 f_2$ .

Усиленные в усилителях промежуточной частоты (субблоки ПЗВ) на первых промежуточных частотах  $216f_1$  и  $216f_2$  сигналы с помощью вторых (узкополосных) гетеродинных напряжений, сформированных в блоках П6 и П4 из напряжений двух кварцевых генераторов и имеющих на выходе блока П4 частоты  $228 f_1$  и  $12 f_1 + 216 f_2$ , преобразуются вторыми смесителями (субблоки ПЗБ) в сигналы второй промежуточной частоты.

Построение тракта эхо-сигнала обеспечивает получение на выходе блока П3 (вторых смесителей — субблока ПЗБ) напряжений второй промежуточной частоты  $12 f_1$  в I и II каналах. Это позволяет производить (в блоке П5) обработку эхо-сигналов в двух-частотном

когерентном режиме работы станции.

В блоке П5 на второй промежуточной частоте осуществляется основное усиление сигналов, формируется оптимальная полоса пропускания и совмещаются отраженные импульсы I и II каналов путем задержки сигнала в I канале (с помощью ультразвуковой линии задержки) на величину временного сдвига между зондирующими импульсами в I и II каналах передатчика.

Усиленные на промежуточной частоте  $12f_1$  сигналы I и II каналов:

- либо детектируются, складываются (амплитудный режим работы) и поступают через блок П8 на индикаторы станции и блок сопряжения Ц8;

- либо вначале складываются по промежуточной частоте, детектируются (когерентный режим работы) и поступают через блок П8 и аппаратуру защиты от пассивных помех на индикаторы станции и блок Ц8.

При необходимости любой из двух частотных каналов тракта эхо-сигнала можно выключить путем запираания его по вторым УПЧ и работать одним каналом. При этом защита от пассивных помех производится когерентно-импульсным методом с использованием внешнего фазирования. Когерентный гетеродин фазирован сигналом от пассивной помехи.

В амплитудном режиме станция может работать при выключенных блоках системы помехозащиты (П7, П8). В этом случае эхо-сигналы проходят на блоки системы индикации Ц2, Ц5 и блок Ц8 через резервный выход блока П5.

Основные параметры тракта эхо-сигнала (величины частот и полосы пропускания) указаны в формуляре станции.

### **Тракт защиты от помех**

Тракт предназначен для защиты станции от воздействия пассивных, несинхронных и активных помех.

Защита от пассивных помех (рис. 10) обеспечивает селекцию (выделение) подвижных целей и подавление (компенсацию) пассивных помех, создаваемых отражениями от местных предметов, метеообразований и металлизированных лент в двухчастотном или одночастотном (с внешним фазированием) когерентном режиме работы станции. При этом на экранах индикаторов можно наблюдать эхо-сигналы подвижных целей на фоне скомпенсированных пассивных помех.

Работа аппаратуры защиты от пассивных помех основана на применении когерентно-компенсационного метода: совмещение когерентно-импульсного метода селекции подвижных целей, осно-ванно на использовании эффекта Доплера, с методом череспериодной компенсации помех. Отраженные от движущейся цели радиоимпульсы изменяют текущую фазу высокочастотного заполнения от импульса к импульсу за счет изменения положения цели.

Эти изменения фазы несущей частоты преобразуются в изменение амплитуды видеоимпульсов (в блоке П5) ;

- при совместном детектировании сигналов I и II частотных каналов, предварительно сложенных по промежуточной частоте;

- при фазовом детектировании при работе только одного канала с использованием в качестве напряжения второй промежуточной частоты напряжения когерентного гетеродина, который фазирован отраженным сигналом помехи.

В результате детектирования на выходе когерентно-импульсного устройства (когерентный выход блока П5) видеоимпульсы от целей имеют вид последовательности импульсов, амплитуда которых меняется по величине от периода к периоду.

При отражении от неподвижного объекта величина эхо-сигналов постоянна.

Пассивная помеха представляет собой облако полуволновых хаотично перемещающихся

металлизированных отражателей, которое движется со скоростью ветра, что создает доплеровское смещение частоты.

В двухчастотном когерентном режиме специального устройства для компенсации доплеровского смещения частоты помехи не требуется, что является одним из основных преимуществ данного метода.

Таким образом, применение когерентно-импульсного устройства позволяет отличить подвижные цели от малоподвижных помех и неподвижных местных предметов.

С когерентного выхода блока П5 эхо-сигналы через коммутатор входных сигналов блока П8 поступают на блок череспериодной компенсации (П7). Здесь осуществляется двукратное череспериодное вычитание, и на индикаторы подаются лишь сигналы, амплитуда которых изменяется с частотой Доплера.

Сущность череспериодной компенсации (ЧПК) заключается в том, что сигналы, пришедшие в данный период повторения, задерживаются на время периода и вычитаются из сигналов, проходящих в следующий период. При этом постоянные по величине сигналы компенсируются, а сигналы с переменной амплитудой дают результирующий сигнал, равный по величине изменению амплитуды сигнала за период повторения станции.

В качестве задерживающего и одновременно вычитающего устройства в блоке П7, позволяющего выделить сигналы с переменной амплитудой и подавить сигналы с постоянной амплитудой, используются вычитающие потенциалоскопы (глава 7).

При работе станции в двухчастотном когерентном режиме отраженные от цели сигналы на выходе приемника оказываются промодулированными по амплитуде разностной доплеровской частотой,

определяемой радиальной скоростью движения цели и разностью, частот I и II каналов:

$$f_d = 2V_p/C(f_1-f_2),$$

где  $f_d$  - разностная доплеровская частота;

$V_p$  - радиальная скорость движения цели;

$f_1$  - несущая частота I канала станции;

$f_2$  - несущая частота II канала станции;

$C$  — скорость света.

При череспериодном вычитании сигналов от движущихся целей на выходе блока П7 получается разностное напряжение, величина которого зависит от разностной доплеровской частоты  $f_d$  (т. е. от радиальной скорости движения цели) и периода повторения станции.

При двойном череспериодном вычитании зависимость выходного сигнала ЧПК от частоты Доплера определяется следующим выражением (рис. 11):

$$y = y_0 \sin^2 2\pi f_d T,$$

где  $y$  - амплитуда сигнала на выходе блока П7;

$y_0$  - амплитуда сигнала на входе блока П7;

$f_d$  - разностная доплеровская частота;

$T$  - период повторения станции.

Вероятность обнаружения целей в когерентном режиме меньше, чем в амплитудном, и только при так называемых оптимальных скоростях цели, соответствующих частотам Доплера  $f_d = 1/2T, 3/2T, \dots$ , отношение сигнал/шум на выходе системы СПЦ почти не ухудшается по сравнению с амплитудным.

Защита от несинхронных помех (рис. 10) обеспечивает компенсацию активных импульсных помех, создаваемых соседними РЛС или другими станциями с импульсным излучением, запуск которых не синхронизирован с запуском станции.

Защита от несинхронных помех осуществляется только в амплитудном режиме работы. Устранение засветки индикаторов несинхронными импульсами улучшает наблюдаемость

целей.

Для подавления несинхронных помех используется их сравнение по временному положению в двух соседних периодах повторения. Сигналы на период повторения задерживаются в канале первого вычитания блока П7, который на время работы в амплитудном режиме подключается к каналу подавления несинхронных помех. Задержанные на период повторения сигналы (с выхода потенциалоскопа) и сигналы следующего периода (с выхода коммутатора входных сигналов) поступают в канал подавления несинхронных помех, через который пройдут только те сигналы, положение которых совпадает во времени в двух смежных периодах.

Таким образом, эхо-сигналы оказываются очищенными от несинхронных помех. Для защиты от несинхронных помех, создаваемых такой же станцией, может быть использована возможность работы станций на разных сетках частот. Взаимные помехи станций в этом случае уменьшаются.

Защита от активных помех (рис. 12) обеспечивает работу станции на участке частотного диапазона, свободного от помехи.

Защита от различного рода активных помех осуществляется в когерентном и амплитудном (двухчастотном и одночастотном) режимах работы станции путем автоматической электронной (под воздействием помех), непрерывной и ручной перестройки рабочих частот станции:

а) автоматическую перестройку рабочих частот станции при наличии помех осуществляет схема обнаружения активной помехи (СОАП), которая обычно выключена. При наличии на индикаторах активных помех оператор переводит тумблер СОАП — ВЫКЛ. на передней панели блока П10 из положения ВЫКЛ. в положение СОАП, тумблер КОММУТ. ГЕН. — ВЫКЛ. в положение КОММУТ. ГЕН.

Эхо-сигнал на СОАП поступает с выхода блока П8. СОАП производит анализ наличия активной помехи в тракте эхо-сигнала на рабочем участке в конце каждого периода повторения. Длительность участка анализа активной помехи определяется длительностью строба, вырабатываемого схемой формирования строба блока П10. Начало участка анализа определяется импульсом срыва IV, подаваемым с блока Цб. Конец участка анализа определяется импульсами срыва I, III, V, подаваемыми с блока Ц1.

Основными элементами СОАП являются интегрирующее устройство и ограничитель.

При наличии активной помехи в тракте эхо-сигнала сигнал, подаваемый на ограничитель, превышает уровень ограничения и с выхода ограничителя поступает на схему формирования сигнала перестройки частот.

Схема формирования вырабатывает сигнал перестройки, воздействующий на схему управления переключением задающих генераторов.

При широкополосной активной помехе переключение генераторов (в каждом периоде повторения) будет продолжаться до тех пор, пока рабочие частоты станции не выйдут на участок, свободный от помехи.

Программа переключения генераторов выбрана так, чтобы скачок частоты при каждом переключении был наибольшим:

а) непрерывная перестройка рабочих частот станции осуществляется независимо от наличия помех (при подаче импульса СРЫВ 1 с блока Ц1);

б) рабочие частоты станции можно изменять и вручную (по жепанию оператора) с помощью кнопки ЧАСТОТА СТАНЦИИ на пульте У41.

Параметры, характеризующие эффективность тракта защиты от помех (величина подавления пассивных помех, диапазон, скорость и программа перестройки частоты станции), указаны в формуляре станции.

### **Тракт индикации, выработки и передачи координат цели**

Блок-схема тракта индикации, выработки и передачи координат цели приведена на рис.13.

Тракт предназначен для выполнения следующих операций:

- наблюдение за воздушной обстановкой в зоне обзора станции;
- обнаружение и опознавание целей;
- анализ характеристик движения целей;
- определение и передача координат целей на изделия 1С32;
- определение и передача координат целей на изделия 1РЛ19Б (с обратным отображением высоты выбранной цели по данным изделия 1РЛ19Б на шкалах пультов У4);
- передача воздушной обстановки на системы «Воздух1М», «Воздух 1П», «Краб» и аппаратуру 5К99.

Отраженные от цели сигналы с выхода блока П8 (или блока П5), а также сигналы опознавания и активного ответа с блока сопряжения Ц8 поступают на три индикатора кругового обзора и индикатор командира, вызывая яркостную засветку в соответствующем по азимуту и дальности месте экрана индикатора.

Для грубого определения азимута и наклонной дальности до цели оператор может включать электронные метки дальности (смешанные метки 1 и метки 2, дальность которых указана в формуляре) и азимута (5 и 30-градусные). На индикаторах имеются электронные отметки рубежей целеуказания (рубеж I, II, III) и механическая шкала с градусными делениями, нанесенными по часовой стрелке, и угломерными делениями, нанесенными против часовой стрелки.

Положение цели по углу места определяется грубо по номеру угломестной зоны, в которой обнаружена цель. Номер угломестной зоны, в которой в данный момент работает станция, индицируется загоранием сигнальной лампочки на блоке ИКО (Ц2) и блоке кинескопа (Ц3).

Анализ характеристик движения целей производится на индикаторе командира. Отметки от цели запоминаются благодаря записи и считыванию их с мишени графекона (блока Ц5) и последующему воспроизведению на экране кинескопа (блока Ц3). Так как память графекона достаточно велика (около 2 мин), сигналы целей, передаваемых операторами, столько же времени светятся на экране кинескопа. Поэтому на индикаторе командира одновременно наблюдаются 5—6 отметок от одной цели, расположенных вдоль траектории ее движения. Расстояние между отметками пропорционально скорости движения цели.

При наличии помех сигналы от целей на ИК не подаются и отметки от них образуются путем трансляции с ИКО.

Ввод данных для выработки текущих координат цели и последующая передача их на изделия 1С32 или на изделие 1РЛ19Б производятся устройствами съема, расположенными на пультах операторов У4 и командира У3, и блоками выработки текущих координат (Ц10), которые преобразуют дискретные значения координат в текущие.

Съем данных осуществляется с помощью отдельной независимой маркерной развертки, сопряженной по масштабу с основной разверткой.

При работе с изделиями 1С32 маркерная развертка калибруется (устанавливается масштаб напряжений съема координат) только на масштабе I.

При работе с изделием 1РЛ19Б маркерная развертка калибруется на масштабе I, на котором осуществляется вывод изделия 1РЛ19Б по азимуту и дальности. На остальных масштабах (II, III, VI) изделие 1РЛ19Б выводится на цель только по азимуту.

Значение масштабов дальности I, II, III, V, VI приведено в формуляре.

Напряжения формирования маркерной развертки являются одновременно отсчетными напряжениями, пропорциональными прямоугольным координатам в наклонной плоскости  $X_H$  и  $Y_H$ , снимаются с прецизионных потенциометров механизма съема данных.

Электронный маркер сопряжен с механизмом съема таким образом, чтобы сохранялось подобие перемещения ручки механизма съема и электронного маркера на экране

индикатора.

При съеме данных о местоположении цели оператор совмещает на экране индикатора конец маркерной линии с отметкой от цели и вводит в блок выработки координат Ц10 с помощью тумблера ВВОД данные (значения  $X_H$ ,  $Y_H$ ), которые носят дискретный характер.

Поскольку за время между двумя соседними отметками цель перемещается на некоторое расстояние, то отметка от цели будет перемещаться по экрану ИКО скачкообразно и, следовательно, напряжения, пропорциональные ее прямоугольным координатам, будут меняться также скачкообразно.

Для получения непрерывно изменяющихся координат цели используются блоки выработки текущих координат Ц10. Здесь по двум дискретным значениям координат цели определяется скорость изменения их, т. е. приращение координат за период обзора. Затем производится линейное экстраполирование значений координат путем суммирования интеграла от скорости изменения координат, полученной по двум соседним значениям координат, с последним значением самой координаты. Выходные напряжения с блока Ц10 пропорциональны прямоугольным координатам цели и представляют собой напряжения, плавно изменяющиеся во времени в соответствии со скоростью и направлением движения цели.

При работе с изделиями 1С32 напряжения, пропорциональные прямоугольным координатам цели в наклонной плоскости ( $X_H$  и  $Y_H$ ) умножаются на косинус угла места, соответствующего середине зоны, в которой появляется отметка от цели. Полученные напряжения, пропорциональные прямоугольным координатам цели в горизонтальной плоскости ( $X_G$  и  $Y_G$ ), с выхода блока Ц10 поступают на радиолинию (1С62). Кроме того, напряжения  $X_H$  и  $Y_H$  используются для получения дальности  $D_H$ .

Напряжение, пропорциональное наклонной дальности  $D_H$ , умножается на синус угла места, соответствующего середине угломестной зоны. Полученное напряжение, пропорциональное высоте цели  $H$ , с выхода пультов У4 также поступает на радиолинию (1С62).

В радиолинии напряжения, пропорциональные координатам цели  $X_G$  и  $Y_G$  и высоте цели  $H$ , преобразуются в двоичный код и после учета поправки на точку стояния станции передаются по радиолинии на изделия 1С32. Координаты точки стояния станции ( $X_T$ ,  $Y_T$ ) определяются аппаратурой топопривязки АТ-ШМ и выдаются на радиолинию в двоичном коде.

При работе станции с изделием 1РЛ19Б напряжения, пропорциональные прямоугольным координатам цели в наклонной плоскости ( $X_H$  и  $Y_H$ ), поступают с блоков Ц10 через пульта У4 на изделие 1РЛ19Б, где преобразуются в полярные координаты (дальность  $D$  и азимут  $\beta$ ), необходимые для управления изделием 1РЛ19Б.

В станции имеются три ИКО и шесть УВК, позволяющие вырабатывать текущие координаты шести целей одновременно. С каждого ИКО производится ввод данных двух целей в два УВК устройствами съема, расположенными на пультах У4.

Станция может работать одновременно с двумя изделиями 1РЛ19Б (работать с изделием 1РЛ19Б может любой из трех операторов станции). Командир станции с пульта управления У3 распределяет цели на ИКО и управляет передачей координат целей на изделия 1С32 (при работе с изделиями 1С32) и на изделия 1РЛ19Б (при работе с изделиями 1РЛ19Б).

При работе станции в системах «Воздух 1М», «Воздух 1П», «Краб» и с аппаратурой 5К99 станция выдает на них (с блока Ц8) данные воздушной обстановки (эхо-сигналы, сигналы опознавания и активного ответа), импульсы синхронизации и метки дальности и азимута.

Разрешающая способность станции по угловым координатам и дальности на всех масштабах, точка калибровки маркерной развертки на масштабе I (при работе с изделиями 1С32 и 1РЛ19Б) указаны в формуляре станции.

## Тракт синхронизации

Упрощенная функциональная схема тракта синхронизации приведена на рис. 14.

Тракт обеспечивает синхронность работы всей аппаратуры станции и сопрягаемых систем и формирование импульсов синхронизации в следующих режимах работы:

- в режиме синхронизации частотой  $F_1$ ,
- в режиме синхронизации частотой  $F_2$ ,
- в режиме вобуляции частотой  $F_{\text{ПВ}}$  (режим с меняющимся периодом повторения импульсов);
- в режиме синхронизации частотой  $F_{\text{Ш}}$ ,
- в режиме синхронизации с удвоенной частотой внешнего запуска  $F_{\text{ШВ}}$
- в режиме синхронизации внешним запуском частотой  $F_{\text{ШВн}}$ .

Основным элементом тракта синхронизации является задающий генератор. Задающий генератор запускается схемой синхронизации (от внешнего запуска или с синхронизацией от сети, или со схемы вобуляции). Импульсы генератора подаются на линию задержки, с выходов которой задержанные на различные промежутки времени импульсы поступают на схемы формирования импульсов запуска запросчика (стойка 017), бланкирующих импульсов центральной станции радиолинии (1С62), импульсов запуска передающей системы и импульсов основного запуска.

Импульс запуска передающей системы определяет начало работы станции (начало излучения).

Импульсы основного запуска определяют начало разверток индикаторов станции и сопрягаемых систем и поступают также на аппаратуру помехозащиты (блоки П7, П8) и контроля (блоки К2, К3).

Временное положение остальных синхронизирующих импульсов определяется относительно импульсов основного запуска.

Схемы формирования меток дальности подсвета рубежей, импульсов срыва IV, импульсов запуска азимутальных меток и импульсов подсвета маркерной развертки синхронизируются импульсами основного запуска.

Калибрационные метки дальности подаются в качестве масштабных на индикаторы станции и через блок сопряжения Ц8 на сопрягаемые системы. Из них формируются импульсы запуска основной развертки (ЗАП. ОР), подаваемые на индикаторы, и импульсы срыва I, III, V (импульсы конца дистанции), определяющие на масштабах I, III, V дальность обзора пространства на индикаторах станции и сопрягаемых систем и конец участка анализа актив-ной помехи (блок П10).

Импульсы подсвета рубежей подсвечивают на индикаторе командира рубежи целеуказания.

Импульсы срыва IV определяют начало участка анализа активной помехи (блок П10).

Импульсы срыва I, V используются для формирования импульсов срыва II, VI, определяющих масштабы II, VI.

Импульсы срыва II, VI используются для формирования импульсов срыва азимутальных меток.

Импульсы запуска и срыва азимутальных меток подаются на тренировочное устройство и через блок Ц8 на схему формирования азимутальных меток (блок У6).

Импульсы запуска и подсвета маркерной развертки (МР и ПМР) используются для создания на индикаторах станции электронного маркера, с помощью которого производится съем координат цели с индикаторов, и следуют с частотой, в 16 раз меньшей частоты повторения импульса основного запуска и срывов.

Срыв маркерной развертки производится теми же импульсами срыва, которые обеспечивают срыв основной развертки (импульсами срыва I, II, III, V, VI соответственно на масштабах I, II, III, V, VI).

Импульсы запуска передающей системы поступают на блок запуска передающей

системы (И8), который формирует импульсы запуска двух частотных каналов блоков передающей системы И91 и И9П, И7, И14, И13, И10, разнесенные между собой во времени на  $\Delta t$  (рис. 16). Импульсы запуска на модуляторные устройства четвертого и пятого каскадов (блок И10) подаются несколько раньше, так как в сеточных цепях тиратронов ТТИ-1-500/20 происходит значительная задержка и анодный ток тиратронов отстает от поджигающего (запускающего) импульса.

В блоке И8 имеется возможность изменять временной сдвиг  $A$  между запускающими импульсами I и II каналов.

Эпюры импульсов запуска передающей системы приведены на рис. 16.

Параметры импульсов, формируемых трактом синхронизации (импульсы запуска запросчика, бланкирующие импульсы радиолинии, импульсы запуска передающей системы, импульсы основного запуска, метки дальности, рубежи целеуказания, импульсы срывов I, II, III, IV, V, VI, приведенные в таблицах осциллограмм, импульсы запуска и срыва схемы формирования азимутальных меток, импульсы запуска МРI, II, III, IV и ПМР I, II, III, IV), величины задержки, значения масштабов I, II, III, V, VI и частот повторения  $F_I$ ,  $F_{II}$ ,  $F_{III}$ ,  $F_{IV}$  и  $F_{VVI}$  указаны в формуляре станции.

### **Управление и защита аппаратуры станции**

Назначение элементов управления и защиты станции:

- включение и выключение станции;
- управление работой аппаратуры;
- защита аппаратуры от перегрузок.

Основными элементами управления и защиты являются шкаф автоматики (У5), пульт управления (У4-1), антенная колонка (07) и блок управления переключателем зон (У 16). Включение и выключение радиостанции Р-802 производится с пульта У4-1П.

Включение и выключение станции производится с передней панели шкафа У5. В шкафу У5 размещены также элементы защиты аппаратуры станции от перегрузок.

Так, при превышении напряжения сети на 8—10% от номинального в течение более 1 мин срабатывает защита (в шкафу У5), выключающая первичную сеть.

Оперативное управление работой аппаратуры станции (установка частоты повторения, включение и выключение вращения антенны, установка режимов работы, включение аппаратуры помехозащиты, установка и регулировка СПЦ) производится с пульта •управления У4-1, включение и выключение запросчика — с пульта У4-11,

Блоки и узлы антенной колонки 07 обеспечивают горизонтирование антенны (У7, У8), включение и переключение скорости вращения антенны (У 10, У13), установку антенны на доворот (блок У14), сложение и развертывание зеркала антенны (У1), сложение и развертывание облучателя.

Порядок переключения штырей в волноводах переключателя зон Ф1 (порядок переключения угломестных зон) определяется блоком управления переключателем зон У16.

### **Охлаждение аппаратуры станции**

Нормальные температурные режимы аппаратуры станции обеспечиваются путем принудительной циркуляции воздуха в воздушных каналах шкафов и блоков:

- центробежными нагнетающими вентиляторами переднего отсека;
- осевыми вытяжными вентиляторами переднего и заднего отсеков;
- центробежными вентиляторами индивидуального обдува. Температурные режимы усилительных каскадов передающей системы (И3, И15, И2, И1) ферритовых вентилялей (Ф6, Ф7, Ф9) и циркулятора (Ф8), требующих большого охлаждения, обеспечиваются системой жидкостного охлаждения.

### **Контроль**

Контроль станции предназначен для определения исправной работы ее аппаратуры, обнаружения и локализации неисправности (нахождения неисправного субблока, блока).

Контроль и настройка аппаратуры станции осуществляются с помощью встроенной контрольно-измерительной аппаратуры и установленных в станции (в заднем отсеке) осциллографа СИ-1 и прибора АВО-5М.

Контроль основных параметров блока проводится с помощью встроенных двух контрольных осциллографов (К2), микроамперметров (М265), размещенных в переднем и заднем отсеках.

Контролируемые напряжения в блоках (где это возможно) приведены к одному уровню (импульсные — к 1 в, постоянные — к 0,1 в) и выводятся через переключатель на контрольные разъемы, расположенные на передних панелях блоков.

Для контроля блока к нему специальным кабелем подключают контрольный осциллограф или прибор.

Для контроля коэффициента шума приемника (вход УВЧ — выход блока П5) используется блок генератора шумов (Ш), выдающий калиброванную мощность шумов.

В блоках передающей системы контролируются:

- уровень выходной мощности импульсных умножителей И91 и И9П (направленным ответвителем КН и детекторным узлом К12);

- токи и напряжения усилителей мощности И4, И3, И15, И2, И1 (микроамперметром М265 и приборами М5-2, установленными на шкафу У5);

- форма импульсных сигналов в каскадах умножителей и усилительной цепочки (с помощью детектора — в блоке И91, зондов К4 и детекторной головки КЗЛ — в усилителях И4, И3, И15, И2, И1);

- уровень проходящей высокочастотной мощности и КБВ (с помощью измерителей проходящей мощности К7, К8 и индикатора К9);

- температурные режимы (блоком К10 с термодатчиками). КБВ контролируется на выходе блоков И3, И15, И2, И1 и циркулятора Ф8, проходящая мощность — на выходе усилителей мощности И4, И3, И15, И2, И1 и циркулятора Ф8.

Контроль всех низковольтных выпрямителей (В4, В11) осуществляется блоком контроля выпрямителей Кб путем сравнения их напряжений с эталонным, а также по увеличению пульсации выпрямленного напряжения в случае неисправности выпрямителя.

При неисправности субблока проверяемого выпрямителя загорается соответствующая лампочка на световом табло блока контроля выпрямителей.

Для контроля исправной работы аппаратуры помехозащиты (блоки П7, П8) используется специальный блок имитатора (К3), выдающий различные последовательности видеопульсов.

При всех профилактических работах в станции используются приборы СИ-1 и АВО-5М, с помощью которых можно измерять амплитуду и длительность импульсных сигналов, величину постоянного и переменного напряжения, определять места обрыва и короткого замыкания.

## **Питание станции**

Аппаратура станции питается от газотурбинной электростанции (1Э4), вырабатывающей трехфазное напряжение 220 в 400 гц и может питаться от внешнего источника с теми же параметрами. Для освещения, питания цепей автоматики используются аккумуляторные батареи и стартер-генератор, выдающие постоянное напряжение + 24 в (бортсеть). Релейные цепи питаются от выпрямителя — 27 в шкафа В2.

Накальные цепи ламп питаются от трансформатора своего блока. Для питания блоков, от которых требуется постоянство усиления, используется стабилизированное по первичной сети напряжение 220 в 400 гц.

Высоковольтные цепи передающей системы питаются от мощных регулируемых выпрямителей.

Для питания анодных и сеточных цепей аппаратуры переднего отсека станции используются стабилизированные постоянные напряжения  $\pm 125$  и  $\pm 250$  в, вырабатываемые полупроводниковыми стабилизированными выпрямителями, выполненными в виде унифицированных субблоков.

Цепи, формирующие зарядные напряжения разверток на индикаторах и вырабатывающие координаты целей, питаются постоянным стабилизированным напряжением  $\pm 60$  в.

Разводка напряжений питания по блокам и субблокам переднего отсека унифицирована (каждое напряжение подводится на определенный контакт колодки питания).

## **Глава 2.**

### **КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О КОМПЛЕКТУЮЩИХ ИЗДЕЛИЯ**

#### **1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ**

Кроме основной радиолокационной аппаратуры станция комплектуется рядом изделий, необходимых для выполнения боевой задачи.

**Назначение.** Комплектующие изделия станции предназначены:

- для сопряжения с изделиями 1С32;
- для определения отстояния станции относительно других и определения текущих координат относительно исходного пункта на марше;
- для опознавания целей;
- для увеличения дальности управления своими самолетами;
- для связи с другими станциями и системами;
- для первичного питания;
- для тренировки расчета.

Кроме того, изделие 426 комплектуется аппаратурой, которая обеспечивает:

- передвижение в ночных условиях;
- защиту от радиоактивного излучения;
- отопление;
- освещение.

**Состав.** В состав комплектующих изделий входят:

- центральная станция радиолинии 1С62 (вариант 1С12);
- аппаратура топопривязки АТ-ШМ (вариант 1С12);
- радиостанция Р-802 (вариант дальномера П40);
- запросчик «Тантал-К1»;
- аппаратура активного ответа;
- изделие 426, включающее: средства связи; газотурбинную электростанцию 1Э4; прибор ночного видения ПНБ-57; рентгенметр ДП-3; аппаратура противоатомной защиты; отопительно-вентиляционный агрегат ОВ-65; средства освещения.

Тренировочное устройство, используемое для тренировки расчета, входит в состав ремонтной мастерской 1Р1.

#### **2. ЦЕНТРАЛЬНАЯ СТАНЦИЯ РАДИОЛИНИИ 1С62**

В состав радиолинии входят центральная станция, размещаемая в станции 1С12, и приемная станция, размещаемая в изделии 1С32.

**Назначение.** Центральная станция радиолинии 1С62 предназначена для передачи координат целей и команд управления на изделие 1С32 и приема ответных команд обратного контроля.

При работе в прямом направлении радиолиния передает следующую информацию на изделие 1С32: координаты целей  $X$ ,  $Y$  и  $H$ , которые поступают на радиолинию с блоков выработки координат в виде постоянных напряжений, прямые команды управления (ПРИНЯТЬ ЦУ и резервная) в любом сочетании на все направления; команды передаются путем замыкания соответствующих контактов на пульте командира, а индикация их на изделиях 1С32 осуществляется замыканием контактов реле, питающих индикаторные лампочки на пульте командира станции;

— прямую команду управления (резервную), общую для всех направлений; передача команды аналогична передаче команды ПРИНЯТЬ ЦУ.

При работе в обратном направлении радиолиния принимает от каждого изделия 1С32 три команды обратного контроля в любом сочетании: ГОТОВНОСТЬ, ЦУ ПРИНЯТО и ИЗМЕНИТЬ ЦУ. Команды передаются и принимаются аналогично прямым командам и отображаются лампочками на пульте командира.

Радиолиния обеспечивает двустороннюю связь с изделиями 1С32 в условиях среднепересеченной местности при климатических условиях, оговоренных для станции 1С12, при размещении станции в окопах.

Для работы станции в стационарных условиях «предусмотрена передача всей информации по полевому кабелю типа П274, для чего в радиолинии имеются специальные выходы.

Аппаратура радиолинии располагается в шкафу 2АО, общий вид которого показан на рис. 17.

Состав. В состав центральной станции радиолинии входят следующие блоки:

- приемопередатчик (блок 2А1);
- блок уплотнения и преобразования команд (блок 2А2);
- блок питания (блок 2А3);
- антенно-фидерная система (блок 2А4М);
- блок кодирования координат (блок 2А6).

### Принцип работы

Принцип работы рассматривается по блок-схеме радиолинии 1С62, которая приведена на рис. 18.

**Блок кодирования координат (2А6).** В блоке осуществляются преобразование мгновенных значений постоянных напряжений координат  $X$ ,  $Y$ ,  $H$  целей, определяемых станцией, в двоичный код, суммирование их с кодом одноименной координаты точки стояния ( $X_T$  или  $Y_T$  станции) и выдача суммы для дальнейшего формирования в блоке уплотнения каналов 2А2.

Синхронная работа блока кодирования координат с остальными устройствами осуществляется с помощью ряда управляющих импульсов, поступающих с блока уплотнения каналов.

**Блок уплотнения и преобразования команд 2А2** осуществляет временное уплотнение каналов, кодирование прямых команд, декодирование команд обратного контроля. Для этого с приемопередатчика 2А1 на блок уплотнения и преобразования команд 2А2 поступает синусоидальное напряжение задающей частоты. Путем последовательного деления этой частоты в программирующем устройстве блока вырабатываются все последовательности импульсов, необходимые для управления работой самого блока и остальных устройств. Кроме того, блок программирует работу блоков 2А6 и 2А1, а также вырабатывает синхроимпульсы, необходимые для синхронизации аппаратуры радиолинии, расположенной на изделиях 1С32. Сформированные сигналы с блока уплотнения каналов подаются на блок приемопередатчика или по полевому кабелю П274 на блок 2Б2 приемных станций радиолинии 1С62.

**Блок приемопередатчика 2А1** обеспечивает передачу и прием информации по радиотракту. Частоты каналов приема и передачи формируются в субблоке сетки частот путем выделения компенсационным методом соответствующих гармоник опорного кварцевого генератора. Приемник выполнен по схеме двойного преобразования частоты.

Автоматическая регулировка усиления приемника позволяет принимать сигналы, уровень которых изменяется в диапазоне 6056.

Применение кварцевых фильтров обеспечивает избирательность по соседнему каналу более 70 дБ, а по зеркальному — более 80 дБ.

Передатчик блока работает в режиме импульсной модуляции, в режимах большой и малой мощности.

**Блок питания 2А3** обеспечивает все блоки выпрямленным напряжением. Накальные цепи ламп всех блоков и первичных обмоток силовых трансформаторов блока 2А3 питаются от источника трехфазного напряжения станции.

**Антенно-фидерная система (блок 2А4).** Блок состоит из четвертьволнового штыревого вибратора с четырьмя противовесами, установленными на телескопической мачте с автоматическим подъемом и развертыванием. Приводом развертывания управляют со шкафа автоматики станции (шкаф У5).

На антенну сигнал поступает через фильтр нижних частот, не пропускающий частоты, лежащие выше диапазона работы радиолинии, и гармониковые фильтры, препятствующие излучению 2-й и 3-й гармоник частоты передатчика.

Для предотвращения попадания сигналов передатчика на вход приемника между ними включен антенно-разделительный фильтр. Сопряжение радиолинии со станцией (рис. 19) производится по следующим цепям.

Для питания блоков на радиолинию подается напряжение 400 *в*, 220 *в* и а блок питания 2А3, напряжение +27 *в* — для питания термостата блока 2А1, опорное напряжение ±60 *в* выведенным нулем с блока стабилизированных выпрямителей В11—для питания блока кодирования координат 2А6.

На вход блока кодирования координат (2А6) с блоков выработки текущих координат станции поступают постоянные напряжения 0—60 *в*, пропорциональные координатам *X*, *Y*, *a* с пультов операторов— постоянное напряжение 0—15 *в*, пропорциональное координате *H*, которые определяют положение целей относительно станции. Кроме того, от гирокурсоуказателя (АТ-ШМ) на блок кодирования координат подаются кодовые посылки координат  $X_T$  и  $Y_T$  — точки стояния станции относительно некоторой исходной точки для всего комплекса (реперной точки).

Выбор координат цели для кодирования осуществляется с помощью импульсов запуска кодирующих устройств, поступающих от блока уплотнения и преобразования команд радиолинии через соответствующие переключатели пульта командира станции.

Для выработки кода координат точки стояния станции с блока уплотнения и преобразования команд радиолинии на гирокурсоуказатель подаются импульсы запроса координат  $X_c$ ,  $Y_c$ , главные и сдвинутые импульсы (ГИ и СИ), которые задают частоту следования и временную расстановку кода.

Временная расстановка команд управления осуществляется с помощью импульсов запроса команд, подаваемых из блока уплотнения и преобразования команд на пульт командира.

Для зажигания лампочек индикации команд обратного контроля обмотки реле, расположенные на пульте командира, заземляются в блоке уплотнения каналов при приеме по радиолинии соответствующих команде изделий 1С32.

Переключатель «а пульта командира позволяет выдать координаты выбранной цели для кодирования и передачи их на изделие 1С32 по одному из каналов связи.

Включение каналов связи независимое, каждый из каналов включается одним из шести тумблеров, расположенных на пульте командира.

### 3. АППАРАТУРА ТОПОПРИВЯЗКИ АТ-ШМ

Назначение. Аппаратура топопривязки АТ-ШМ предназначена для определения:

- отстояния станции относительно другого объекта;
- текущих координат станции во время движения относительно исходного пункта;
- обеспечения приведения станции в заданный район без пользования наземными ориентирами;

- положения продольной оси станции относительно плоскости меридиана.

Состав. В состав аппаратуры АТ-ШМ входят:

- датчик скорости (тахогенератор АТ-231);
- блок интеграторов БИ-1М;
- блок питания;
- преобразователь ПТ-500Ц;
- блок корректуры скорости БКС;
- система «Днепр-Н» (изделие 1Г14), включающая:  
прибор ГАК;  
агрегат питания АПМ-3ООВМ;  
пусковой прибор;  
прибор ПУ;  
датчик скорости (тахогенератор АТ-231).

**Принцип работы.** Тахогенераторы, используемые в качестве датчиков скорости, кинематически связаны с ходовой частью изделия 426 (рис. 20) и вырабатывают напряжения, пропорциональные количеству ее оборотов (без учета пробуксовки). Один датчик (ДС1) предназначен для определения скорости, которая при последующем интегрировании преобразуется в текущие координаты изделия, другой (ДС2) служит для учета скоростной ошибки гироскопа-затяга.

Для ввода поправок на величину скорости (учет на пробуксовку) служит блок корректуры скорости БК.С.

С выхода датчика скорости ДС-1 напряжение, пропорциональное путевой скорости движения, через развязывающий усилитель блока БИ-1М поступает на однофазно-косинусный вращающийся трансформатор типа ВТ-5 системы «Днепр-Н».

Ротор ВТ-5 разворачивается гироскопом на величину путевого угла  $Q$ .

Напряжения, снимаемые с роторных обмоток вращающегося трансформатора ВТ-5, представляют собой составляющие вектора скорости  $X'$ ,  $Y'$  самолета по осям координат. Эти напряжения поступают на вход интегрирующего устройства блока БИ-1М, в котором вырабатываются текущие координаты  $X$  и  $Y$  движущейся станции в виде углов поворота выходных валов отработывающих механизмов. Значение этих координат также с помощью преобразователей вал — код преобразуются в двоичный код, который поступает на радиопередачу. Работа преобразователя вал — код синхронизируется главными (ГИ) и 'Сдвинутыми (СИ) импульсами радиопередачи.

Управление работой системы «Днепр-Н» осуществляется с пульта управления ПУ. Здесь же считывается значение путевого угла  $Q$ .

#### 4. ЗАПРОСЧИК (ИЗДЕЛИЕ 1РЛ225)

**Назначение.** Наземный запросчик «Гантал-К1» (изделие У1РЛ225) предназначен для определения принадлежности самолетов к своим вооруженным силам. Запросчик работает в системах радиолокационного опознавания «Кремний2» и «Кремний2М» и входит в состав аппаратуры радиолокационной станции.

**Состав.** Аппаратура запросчика состоит из следующих основных узлов: шкафа 017 с блоками, пульта управления, антенны, антенны имитатора и комплекта ЗИП.

В шкафу 017 расположены блоки запросчика:

- имитатор сигналов И-15К. с субблоком сопряжения ИК.-15К,
- приемник П15Л с дешифратором ПД-15;
- дешифратор-имитатор Д-15Л1;
- передатчик Г-15;
- блок питания Б-15.

В нижней части шкафа укреплены антенный переключатель Э-16 и направленный ответвитель.

На рис. 21 показан общий вид шкафа 017.

Антенна запросчика конструктивно совмещена с антенной станции и имеет общее с ней параболическое зеркало.

Облучатель запросчика состоит из трех пар излучателей, расположенных по вертикали и укрепленных на облучателе антенны радиолокационного канала.

Принцип работы. Принцип работы запросчика заключается в следующем.

Одновременно с посылкой зондирующего импульса станции излучается кодированный импульсный сигнал запросчика на фиксированной частоте.

Самолетный ответчик принимает сигнал запросчика и отвечает кодированным сигналом на частоте запросчика.

Приемное устройство запросчика обеспечивает прием и автоматическую дешифрацию каждого сигнала ответчика за время однократного облучения цели запросчиком. Сигнал опознавания подается на индикаторы радиолокационной станции, с которой работает запросчик. Взаимодействие запросчика с ответчиком и станцией в упрощенном виде представлено на рис. 22.

Сопряжение запросчика с радиолокационной станцией осуществляется по следующим каналам:

- канал отметок опознавания;
- канал эхо-сигнала при работе в режиме «клапан»;
- канал синхронизации.

Оператор, нажимая педаль запроса, включает передатчик за-просчика и замыкает цепь подачи сигнала опознавания на свой индикатор.

Сигнал опознавания, принятый запросчиком от самолетного ответчика, после преобразования подается на индикаторные устройства радиолокационной станции.

При работе запросчика в режиме «клапан» с приемного устройства радиолокационной станции на субблок сопряжения подается видеоимпульс отраженного сигнала (эхо-сигнал). В этом режиме работы запросчик выдает сигнал опознавания на индикаторы станции только в тех случаях, когда отраженный сигнал (эхо-сигнал) и сигнал опознавания принадлежат одной цели.

Для синхронной работы запросчика с радиолокационной станцией с блока И8 станции подается запускающий импульс (запуск).

При работе запросчика в автономном режиме блок И8 выдает на запросчик запускающий импульс, опережающий импульс запуска передатчика станции.

При работе передатчика запросчика в совмещенном режиме блок И8 выдает запускающий импульс, совпадающий во времени с запуском I или II канала передатчика станции в зависимости от установленного режима совмещенного запроса.

Управление запросчиком производится с пульта управления, расположенного на пульте У4-П, на котором размещены тумблеры включения запросчика, переключения режимов работы, контроль ложного ответа (ЛО) и контрольные сигнальные лампочки.

## 5. АППАРАТУРА АКТИВНОГО ОТВЕТА

**Назначение.** Наземное приемное оборудование системы активного ответа (НПО) предназначено для приема и декодирования сигналов самолетного ответчика СОД, отвечающего на запрос радиолокационной станции. Аппаратура работает в автономном режиме и в комплексе с аппаратурой опознавания.

Состав. В состав аппаратуры активного ответа входят:

- блоки приемного устройства и выходного устройства;
- антенна основная;
- антенна подавления;

- комплект ЗИП.

**Принцип работы.** Наземное приемное оборудование состоит из двух каналов: основного, осуществляющего прием сигналов ответчика на запросные импульсы станции, и канала подавления, осуществляющего подавление приема в направлении боковых лепестков основной антенны.

В зависимости от соотношения амплитуд выходных сигналов обоих каналов на вход видеоусилителя поступают импульсы либо положительной (при приеме в направлении основного лепестка), либо отрицательной (при приеме в направлении боковых лепестков) полярности.

Видеоусилитель усиливает только положительные импульсы и ограничивает отрицательные, т. е. сигналы боковых лепестков подавляются.

Для устранения ложных отметок от задних лепестков применяется временная автоматическая регулировка усиления (ВАРУ), которая действует одновременно на оба канала и уменьшает чувствительность приемного ус/ройства для близко расположенных целей.

Сигналы поступают на входное устройство, где дополнительно усиливаются, ограничиваются, декодируются. Далее они подаются на блок сопряжения станции Ц8.

При работе аппаратуры активного ответа в автономном режиме в блоке сопряжения станции сигнал активного ответа формируется и выдается на индикаторы станции.

В режиме работы с аппаратурой опознавания сигналы активного ответа в блоке сопряжения объединяются с сигналами опознавания и выдаются на индикаторы станции в виде отдельной отметки.

Конструктивно аппаратура НПО состоит из двух отдельных блоков, выполненных в виде стандартных полублоков.

Антенна основного канала конструктивно совмещена с антенной станции. Облучатель антенны основного канала состоит из четырех пар волновых каналов, закрепленных по обе стороны облучателя антенны радиолокационного канала. Волновой канал состоит из вибратора, рефлектора и одного директора.

Антенна канала подавления боковых лепестков представляет собой коаксиальный волновод, на котором расположены 10 щелей, и установлена на зеркале антенны станции.

## 6. СРЕДСТВА СВЯЗИ

**Назначение.** Средства связи предназначены для обеспечения связи между расчетом станции и одним из абонентов изделия 1РЛ19Б и для связи станции с другими объектами и системами.

**Состав.** В состав средств связи входят:

- самолетное переговорное устройство СПУ-7;
- две радиостанции Р-123;
- радиостанция Р-802 (вариант дальногомера П40);
- телефонный коммутатор П-193М;
- блок согласующих устройств С1.

Кроме того, в кабине водителя могут размещаться два выносных пульта дистанционного управления радиостанцией Р-824.

С помощью органов управления, расположенных на абонентских аппаратах всех членов расчета, обеспечивается подключение абонента к радиостанции Р-802, одной из радиостанций Р-123 или телефонному коммутатору. Кроме того, с абонентских аппаратов командира, старшего оператора и связиста возможно подключение ко второй радиостанции Р-123. Радиостанции Р-123, телефонный коммутатор П-193М и выносные пульта дистанционного управления радиостанцией Р-824 обслуживает связист, который поддерживает связь с командованием, изделиями 1С32 и 1РЛ19Б.

Технические данные. Коротковолновая радиостанция Р-123 с частотной модуляцией

обеспечивает круглосуточную уверенную телефонную связь на стоянках и «а ходу с изделиями 1РЛ19Б, изделиями 1С32 и вышестоящим командованием. Дальность связи при работе на четырехметровую штыревую антенну на орднепересеченной местности в отсутствии помех не менее 20 км, а при наличии помех со стороны связных радиостанций 8—12 км. Радиостанция предназначена для работы с ларингофонами ЛЗМ-3 и низкоомными телефонами ТА-56М. Выходная мощность передатчика в режиме передачи 20 *вт*.

Питание радиостанции осуществляется от бортсети; потребляемая мощность не более 300 *вт*.

Ультракоротковолновая радиостанция Р-802 с амплитудной модуляцией предназначена для уверенной двусторонней телефонной связи станции с самолетами. Дальность связи с самолетами, летящими на шьсоте 1000 м,— порядка 100 км. Радиостанция рассчитана на работу с ларингофонами ЛА-5 и высокоомными телефонами ТА-4. Выходная мощность передатчика 18—20 *вт*. Питание радиостанции осуществляется напряжением 220 в 400 *гц*; потребляемая мощность в режиме передачи не более 400 *вт*.

Самолетное переговорное устройство СПУ-7 обеспечивает уверенную связь между расчетом станции и выход на внешнюю свьял» через обе радиостанции Р-123, радиостанцию Р-802, одну радиостанцию Р-824 и телефонный коммутатор П-193М при уровне шумов 120 *дб*.

Потребление от сети +27 в тока не более 1 *а*. В составе СПУ-7 имеется шесть одинаковых абонентских аппаратов, один усилитель и два полуразъема для подключения гарнитур. Гарнитура включает в себя ларингофон ЛА-5 и телефоны ТА-4 с оголовьем.

Блок согласующих устройств С1 предназначен для согласования ларинготелефонных гарнитур с телефонными аппаратами типа ТАИ-43 и радиостанциями Р-123. В составе блока имеется пять одинаковых каскадов согласования гарнитур с телефонными аппаратами и два трансформаторных согласующих устройства для согласования гарнитур с радиостанциями Р-123.

Питание блока осуществляется от бортсети +27 в, потребление не 'более 0,6 в.

Выносной пульт дистанционного управления радиостанцией Р-824 предназначен для дистанционного управления работой радиостанции Р-824, удаленной от радиолокационной станции на расстояние до 5 км.

Телефонный коммутатор П-193М с индукторным вызовом системы МБ емкостью на 10 номеров предназначен для обеспечения телефонной связи с десятью местными или удаленными абонентами.

В составе коммутатора имеется усилитель для улучшения обслуживания абонентов. Усилитель питается от батарей напряжением  $9 \pm 1,5$  в.

**Размещение.** Радиостанции Р-123 размещены в кабине водителя, радиостанция Р-802 устанавливается в переднем отсеке (шкаф 022). Телефонный коммутатор П-193М размещается в заднем отсеке. На время работы телефонный коммутатор и выносные пульты дистанционного управления радиостанции Р-824 располагаются в кабине водителя. Антенна обеих радиостанций Р-123 расположена на капоте кабины водителя, а антенна радиостанции: Р-802 — на правом крыле самохода.

## 7. ГАЗОТУРБИННЫЙ АГРЕГАТ

Назначение. Газотурбинный агрегат АТ-75-Т/230-4/400 предназначен для питания аппаратуры станции напряжением 220 в 400 *гц*

Состав. В состав газотурбинного агрегата входят трехфазный генератор переменного тока типа С-75 мощностью 75 *кет* и приводной газотурбинный двигатель типа 2ПБ8, стартер-генератор которого в генераторном режиме выдает напряжение +27 в мощностью 1 *кет*. Это напряжение поступает к нагрузке через аккумуляторные батареи, которые являются 'буферными.

Для повышения надежности электроснабжения станции в ней установлены два газотурбинных агрегата. Управление агрегатами осуществляется со специального пульта из кабины водителя.

Сопряжение с аппаратурой станции. Напряжение трехфазной сети, вырабатываемое генератором, поступает по проводам на распределительный щит (блок У9), с которого подается потребителям. Агрегаты устанавливаются один над другим, на специальной раме в левом кормовом отсеке спецкабины станции.

## 8. ТРЕНИРОВОЧНОЕ УСТРОЙСТВО

**Назначение.** Тренировочное устройство предназначено (рис. 23) для обучения и тренировки расчета станции по обнаружению целей, анализу их движения и по передаче их координат при выключенном передатчике и остановленной антенне.

**Технические данные.** Тренировочное устройство имитирует две одиночные или групповые цели (в каждой группе по шесть целей), имеющие самостоятельные курсы, и две одиночные или групповые цели, имеющие координаты, зеркально отображенные - координатам первых двух групп (относительно центра экрана).

Для имитации своих самолетов две цели имеют сигналы опознавания и бедствия.

Тренировочное устройство позволяет выключить групповые цели и имитировать только две — свою и чужую, а также обеспечивает имитацию двух курсов целей:

- прямолинейного, равномерного, на постоянной высоте;
- с разворотом на  $90^\circ$  в горизонтальной плоскости, который производится двумя ступенями по  $45^\circ$  (начало разворота устанавливается в любой точке луги цели).

Предусмотрена имитация целей на фоне активной шумовой помехи в регулируемом секторе и имитация шумов приемного тракта. Отношение помеха — сигнал увеличивается с увеличением дальности до имитируемых целей.

С тренировочного устройства выдаются сигналы, имитирующие работу блока азимутальных датчиков:

- напряжение (формирования развертки);
- сигналы переключения зон;
- сигналы азимутальных отметок.

Для имитации взаимодействия станции с изделиями 1С32 или 1РЛ19Б в тренировочном устройстве имеется специальный пульт обратных команд.

Пульт обеспечивает имитацию обратных команд изделий 1С32 ГОТОВНОСТЬ, ЦУ ПРИНЯТО и ИЗМЕНИТЬ ЦУ и индикацию прямой команды ПРИНЯТЬ ЦУ.

Питается тренировочное устройство от первичных источников питания станции. Мощность, потребляемая по цепи 220 в 400 гц, не более 1 ква; по цепи — 27 в не более 60 вт.

**Состав.** В состав тренировочного устройства входят следующие •блоки (рис. 24):

- курсопостроитель Т1М (своих целей);
- курсопостроитель Т1М (чужих целей);
- блок формирования целей Т2М-I (своих);
- блок формирования целей Т2М-II (чужих);
- блок формирования комплексного видеосигнала ТЗМ;
- блок питания Т4М;
- пульт обратных команд Т5М.

**Принцип работы.** Координаты целей задаются блоками курсо-построителя Т1М. На блоке Т1М с блока формирования целей поступает напряжение—400 гц ( $U_x$ , [V]), амплитуда которого пропорциональна прямоугольным координатам целей  $X$ ,  $Y$ . Напряжение  $\sim 400$  гц, амплитуда которого промодулирована по закону синуса и косинуса частотой вращения ротора ВТМ имитатора ( $U_s \sin Qt + U \cos Qt$ ), и напряжение +125 в, имитирующее положение цели в угломестных зонах, поступают с блока комплексного видеосигнала ТЗМ.

В блоке Т1М производится:

- геометрическое преобразование векторов  $U_x$  и  $U_y$  в векторы горизонтальной дальности  $U_d$  и азимута цели  $U_\beta$ ,

- преобразование вектора  $U_d$  и вектора высоты  $U_H$ , величина которого устанавливается в блоке Т1М, в вектор наклонной дальности  $U_P$ ,

- изменение фазы напряжений  $U \sin \Omega t$  и  $U \cos \Omega t$  на величину  $\beta$ ;

— формирование селекторного напряжения угломестных зон + 125в ( $U_e$ ).

Напряжение  $U_D$  подается на блоки Т2М и Т3М для формирования и задержки импульса дальности, для изменения амплитуды эхо-сигналов и изменения ширины сектора помех. Напряжение Ч-125 в ( $U_e$ ) подается на блоки Т2М и Т3М для селекции эхо-сигналов и сигналов опознавания в угломестных зонах.

Напряжение  $U \sin(\Omega t + \beta)$  и  $U \cos(\Omega t + \beta)$  подается на блоки Т2М и Т3М для формирования селекторных азимутальных импульсов и напряжения азимута помех.

Блоки Т2М вырабатывают эхо-сигналы и контрольные импульсы с координатами  $D$ ,  $\beta$ ,  $\epsilon$ , задаваемыми блоками Т1М. Запуск схем блока Т2М производится импульсами запуска и срыва, поступающими со станции.

В блоке формирования комплексного видеосигнала Т3М вырабатываются сигналы опознавания или бедствия (для своих целей, при поступлении с блока Т2М-И импульсов запуска опознавания и напряжения — 27 в с педали включения запроса станции), активные шумовые помехи (для чужих целей), шумы приемного тракта и напряжение, имитирующее работу блока азимутальных датчиков станции.

Поступающие с блока Т2М сигналы усиливаются в блоке Т3М, смешиваются с сигналами, вырабатываемыми в этом блоке, и выдаются на станцию.

Для питания блоков Т1М, Т2М, Т3М, Т5М предназначен блок Т4М, который содержит четыре выпрямителя (+ 250в, +100в, + 125в, — 108в).

**Конструкция.** Конструкция тренировочного устройства блочная, что удобно для работы и транспортировки. Все блоки размещены в одном шкафу. Пульт управления выполнен в виде отдельного выносного блока.

Вентиляция шкафа обеспечивается тремя вентиляторами, один из которых расположен в блоке Т4М, два других — в верхнем левом и верхнем правом углах шкафа. В верхней части шкафа сделана откидная крышка, через которую выходит воздух.

**Сопряжение.** Сопряжение со станцией при тренировочной работе (рис. 24) производится по следующим цепям.

Для питания тренировочного устройства со станции подается напряжение 220 в 400 гц « постоянное напряжение — 27 в.

Для формирования азимутальных меток, эхо-сигналов и сигналов опознавания на тренировочное устройство подается по одному кабелю селектированная последовательность положительных импульсов запуска основной развертки и отрицательных импульсов срыва.

Для имитации блока азимутальных датчиков станции на тренировочное устройство подается напряжение 60 в 400 гц с блока Цб., которое модулируется по закону синуса и косинуса с частотой вращения ротора 10ВТМ-10П имитатора вращения и возвращается на фазовые детекторы блока Цб.

Для имитации команд обратного контроля угломестных зон, прямых команд и команд обратного контроля с изделий 1С32 и включения имитатора сигналов опознавания своих целей по отдельным проводам подается постоянное напряжение — 27 в.

## 9. ИЗДЕЛИЕ 426

**Назначение.** Изделие 426 предназначено для размещения всей аппаратуры станции и обеспечивает высокую маневренность и проходимость при передвижении.

**Состав.** Изделие 426 состоит из самохода и спецкабины. Самоход изготовлен на базе

артиллерийского тягача. Дизельный двигатель танкового типа мощностью 520 л. с. обеспечивает среднетехническую скорость передвижения 20 км/ч при максимальной скорости передвижения по шоссе 35 км/ч. Емкости топливных баков обеспечивают без заправки запас хода 200 км после 8 ч работы.

Для работы в различных условиях в изделии 426 имеются прибор ночного видения ПНВ-57, аппаратура противоатомной защиты, отопления и освещения.

### **Прибор ночного видения**

**Назначение.** Прибор ночного видения ПНВ-57 предназначен для вождения автомобиля в ночное время и наблюдения за местностью в темноте. В станции имеется один комплект прибора ночного видения типа ПНВ-57.

**Состав.** В состав прибора ПНВ-57 входят следующие основные элементы:

- оптические элементы;
- бинокуляр;
- высоковольтный блок.

Прибор ночного видения представляет собой электронно-оптическое устройство бинокулярного типа, обеспечивающее наблюдение в ночных условиях предметов, освещенных инфракрасными лучами (движущиеся автомобили, танки, горящие фары и т. д. излучают инфракрасные лучи и могут быть видимы прибором без дополнительного освещения).

Оптические элементы предназначены для освещения местности и предметов инфракрасными лучами. Бинокуляр предназначен для преобразования инфракрасных лучей в видимое изображение, высоковольтный блок — для питания бинокуляра.

Оптические элементы устанавливаются в фарах автомобиля: бинокуляр и высоковольтный блок монтируются на танковом шлеме, который надевается наблюдателем (рис. 25).

Технические данные. Прибор ночного видения имеет следующие технические данные:

- увеличение 1—1,2;
- угол поля зрения 30°;
- дальность видения при освещении дороги фарами автомобиля 100 м;
- максимальная разрешающая способность в центре поля зрения 35 штрихов на 1 мм;
- диоптрийное перемещение окуляра ±5 диоптрий;
- напряжение питания 12 или 24 в.

### **Защита от радиоактивного излучения**

Аппаратура противоатомной защиты станции предназначена для защиты людей и аппаратуры переднего и заднего отсеков и отсека СЖО от радиоактивной пыли при преодолении радиоактивно зараженной местности.

Аппаратура защиты от радиоактивного излучения состоит из рентгенметра ДП-3 и нагнетателя ПАЗ.

### **Рентгенметр ДП-3**

Рентгенметр ДП-3 предназначается для измерения мощностей /доз гамма-излучения в местах расположения выносного блока на подвижных объектах.

Основные характеристики рентгенметра следующие:

1. Диапазон измерения мощности дозы от 0,1 до 500 р/ч.

2. Весь диапазон разбит на четыре поддиапазона:

I — от 0,1 до 1 р/ч;

II — от 1 до 10 р/ч;

III — от 10 до 100 р/ч;

IV — от 50 до 500 р/ч.

3. Рентгенметр питается постоянным напряжением +27 в от бортовой сети.

4. Время установления показаний приборов до 90% номинального значения измеряемой величины не превышает 5 сек на I поддиапазоне, 3 сек — на II поддиапазоне и 2 сек на III и V поддиапазонах.

5. Потребляемый рентгенметром ток при напряжении бортовой сети 26 в — не более 0,8 а.

Бортовой рентгенметр ДП-3 включает следующие узлы:

- измерительный пульт;
- выносной блок;
- соединительные кабели;
- кабель питания;
- ЗИП.

Принцип действия рентгенметра основан на измерении количества циклов заряд—разряд конденсатора в единицу времени. Раз-

ряд конденсатора осуществляется током ионизационной камеры, а заряд — от специальной схемы, которая срабатывает автоматически, когда напряжение на конденсаторе падает до определенного значения.

В качестве конденсатора используется собственная емкость ионизационной камеры.

Ионизационная камера выносного блока преобразует энергию гамма-излучения в электрический ток.

Формирующий каскад усиливает и формирует по амплитуде и длительности импульсы напряжения, возникающие в ионизационной камере при воздействии на нее гамма-излучения, а также заряжает емкость ионизационной камеры, когда напряжение падает до определенного значения.

Импульсное напряжение, поступающее с формирующего каскада, преобразуется с помощью интегрирующей цепи в среднее значение тока, пропорциональное числу циклов заряд — разряд емкости ионизационной камеры, а следовательно, и мощности дозы.

Микроамперметр регистрирует среднее значение тока интегрирующей цепи. Шкала прибора отрегулирована в р/ч (рентген/час).

Рентгенметр размещается в кабине водителя.

### **Нагнетатель ПАЗ**

Нагнетатель ПАЗ предназначен для создания в переднем и заднем отсеках, отсеке СЖО и IЭ4 избыточного давления, которое исключает попадание в отсек радиоактивной пыли через уплотнения закрытых люков, дверей и фильтров.

Вместе с наружным воздухом нагнетатель ПАЗ забирает радиоактивную пыль, которая сепарируется им и выбрасывается наружу. Воздух, очищенный от радиоактивной пыли, нагнетается в передний отсек.

Нагнетатель ПАЗ размещается в переднем отсеке и питается от бортсети (+ 27 в).

### **Отопление**

**Назначение.** Отопление станции предназначено для поддержания нормальной температуры воздуха переднего отсека в зимнее время. Для обогрева переднего отсека используется отопительно-вентиляционный агрегат ОВ-65, а при работающей станции может быть использована система рециркуляции вентиляторов (вытяжных и приточных). При этом вытяжные вентиляторы переднего отсека выключаются и закрываются их люки. Открываются рециркуляционные окна на стойках и теплый воздух из шкафов попадает в передний отсек. Закрываются крышки фильтров приточных вентиляторов переднего отсека, прекращающие доступ в шкафы наружного холодного воздуха, и открываются заборные отверстия рециркуляционных кожухов, через которые приточными вентиляторами нагнетается в шкафы теплый воздух переднего отсека. Таким образом, в переднем отсеке циркулирует теплый воздух.

Отопительно-вентиляционный агрегат ОВ-65. Производительность агрегата ОВ-65 по

теплу 4000 ккал, а по воздуху 150 м<sup>3</sup>/ч. Отопительно-вентиляционный агрегат способен создать температуру в переднем отсеке станции +10°С при температуре наружного воздуха —40° С. Горячий воздух отопительно-вентиляционного агрегата через специальный воздуховод подается в передний отсек.

### **Освещение**

Освещение станции предназначено для обеспечения боевой работы, а также ремонта любого из постов в ночное время или при люках, закрытых шторами.

Для общего освещения переднего отсека имеются три плафона, установленные на потолке. Крайние плафоны белые, а средний плафон синий. Питание лампочек всех плафонов осуществляется напряжением + 27 в от бортсети и включается тумблером. Питание лампочек белых плафонов подается через дверные блокировки переднего отсека и при открывании любой из дверей выключается. Дверные блокировки шунтируются нормально разомкнутыми тумблерами. Включение тумблеров позволяет включать лампочки белых плафонов при открытых дверях.

Кроме общего освещения переднего отсека имеется переносная лампа и подсветки индивидуального освещения каждого поста. Подсветки установлены на подвижных кронштейнах пультов операторов и питаются напряжением 6,3 в от трансформаторов, установленных на пультах операторов и командира.

Переносная лампа включается в розетки + 27 0 переднего отсека.

Для общего освещения заднего отсека имеется пять плафонов, установленных на потолке. Четыре из них белые, один — синий.

Лампочки всех плафонов питаются напряжением +27 в борт-сети, которая включается тумблером. Питание лампочек белых плафонов подается через дверную блокировку и при открытой двери заднего отсека выключается. Дверная блокировка шунтируется нормально разомкнутым тумблером. Включение тумблера дает возможность включить лампочки белых плафонов при открытой двери.

Помимо общего освещения имеются лампочки в шкафах В1, В2, И6 и И12 для осмотра включенной высоковольтной аппаратуры через смотровые окна и переносная лампа для освещения любого блока заднего отсека. Лампочки шкафов питаются напряжением +270 и включаются тумблерами, расположенными на передних панелях шкафов. Переносная лампа включается в розетки +27 0 заднего отсека.

## **Глава 3**

### **КОНСТРУКТИВНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ СТАНЦИИ**

#### **1. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУКТИВНОГО ИСПОЛНЕНИЯ СТАНЦИИ**

Станция по своему конструктивному исполнению значительно отличается от аналогичных радиолокационных станций с такими же тактико-техническими данными.

Основной особенностью ее является мобильность.

Мобильность станции характеризуется:

- наличием одной самоходной транспортной единицы;
- маневренностью и высокой проходимостью самохода;
- возможностью быстро привести станцию в боевую готовность;
- отсутствием операций по предварительному монтажу при развертывании и свертывании;
- наличием малогабаритной электростанции, обеспечивающей автономность питания аппаратуры станции.

Вся аппаратура станции размещена на одном гусеничном самоходе. Это достигнуто за счет применения в схемах блоков малогабаритных радиоэлементов (полупроводников, ламп типа «дробь», печатного монтажа и т. д.), рационального конструктивного решения отдельных механических узлов и максимального использования объема спецабины при компоновке станции.

Быстрое приведение в боевую готовность станции конструктивно обеспечивается в основном устройством антенно-поворотной системы.

Принципиальное конструктивное отличие антенной колонки станции заключается в том, что она представляет собой единый блок, в котором отсутствуют операции по предварительному монтажу при развертывании и нет жесткой связи со спецабиной. Такое построение обеспечивает независимое от спецабины вращение антенной системы по азимуту и ее горизонтирование. Применение в конструкции антенной системы четырехканального вращающегося соединения позволило разместить большое по размерам и сложное передающее устройство на неподвижной части станции, т. е. в заднем отсеке. Кроме того, антенна и облучатель конструктивно выполнены отдельно, что обеспечивает их развертывание в рабочее и свертывание в походное положение.

Быстрое приведение антенно-поворотной системы в боевую готовность достигается путем автоматизации отдельных процессов развертывания. Применение малогабаритных газотурбинных двигателей в качестве привода электрогенераторов позволило разместить агрегаты электропитания в спецабине со 100%-ным резервированием, что полностью обеспечивает автономность работы РЛС.

Ремонтоспособность обеспечивается запасным имуществом (ЗИП), расположенным в станции, блочным и субблочным построением ее аппаратуры. В ЗИП включены основные блоки, субблоки, лампы и амплитроны усилительной цепочки, лампы электронных блоков, предохранители и т. д. Поэтому при выходе отдельных элементов станции из строя можно быстро и без особых усилий ликвидировать неисправность.

#### **2. КОНСТРУКЦИЯ САМОХОДА**

Самоход (изделие 426) изготовлен на базе артиллерийского тягача и представляет собой гусеничную транспортную машину высокой проходимости, предназначенную для размещения аппаратуры станции.

Самоход состоит из рамы, ходовой части, моторно-трансмиссионной установки и

кабины водителя.

Рама самохода, предназначенная для размещения агрегатов самохода и спецкабины с радиолокационной аппаратурой, представляет собой сваренную из стальных листов герметичную коробку, открытую сверху (рис. 26). Жесткость рамы обеспечивается приваренными поперечными балками, связывающими два бортовых листа.

Снаружи к верхним кромкам бортовых и заднего листов по всей длине рамы приварены горизонтально расположенные подкрылки самохода с кронштейнами, придающими им необходимую жесткость. Подкрылки самохода являются базой для установки спецкабины, крепления выхлопных труб 9 двигателя самохода, подогревателя двигателя, отопителя ОВ-65 и заправочных горловин топливных баков 12. В передней части рамы вварены детали для монтажа моторно-трансмиссионной установки 8 самохода.

На подкрылках самохода слева и справа в носовой части приварены коробки 6 для установки аккумуляторных батарей и кожухи 7 силовых кабелей. В каждую коробку помещено по две аккумуляторные батареи. На коробках установлены две катушки 2 с кабелями, ящик 16 с талью и ящик 5 с теодолитом. Ящик с треногой теодолита установлен на задней стенке спецкабины. Ящик 17 с ЗИП расположен на носовой части рамы самохода. На правом подкрылке, между коробкой аккумуляторных батарей и капотом, находится мачта 4 для установки антенны центральной станции радиолинии 1С62 (вариант 1С12) или антенны радиостанции Р-802 (вариант дальномера П40). В средней части рамы самохода размещены четыре топливных бака 12. Общая емкость топливной системы 1440 л. На левом подкрылке установлены стойка 18 для крепления панорамы Герца и ящик 19 с защитными сетками для кабины водителя.

Участок рамы между моторно-трансмиссионным отделением и отделением топливных баков служит для размещения ЗИП станции и аппаратуры АТ-ШМ. Нижняя часть 14 заднего отсека самохода является подвальной частью отсека передающей системы и отделена от топливных баков теплоизоляционной перегородкой 13. Днище, борты и подкрылки задней части рамы закрыты теплоизоляцией. К бортовым листам и подкрылкам рамы приварены кронштейны для установки радиолокационной аппаратуры.

Снаружи к кормовой части рамы самохода приварена коробка 15 для размещения эквивалента антенны (блок Ф5) станции. В левой стенке коробки имеется люк для выхода нагретого воздуха системы воздушного охлаждения блока.

Ходовая часть самохода смонтирована на раме. Передние колеса— ведущие, с зубчатыми венцами, зацепляющими гусеничные цепи; задние колеса — направляющие, установлены на кривошипях (для натяжения гусеничной цепи). Семь пар сдвоенных опорных катков с резиновыми бандажами установлены на качающихся балансирах, укрепленных на стержневых торсионных рессорах, которые расположены у днища рамы. Максимальный ход каждого балансира ограничен буферным упором.

Моторно-трансмиссионная установка самохода смонтирована на передней части рамы. Дизельный двигатель А-426 танкового типа мощностью 520 л. с. установлен вдоль продольной оси самохода и через главный фрикцион передает крутящий момент на первичный вал пятискоростной коробки перемены передач, расположенной в носовой части рамы самохода. Коробка перемены передач передает крутящий момент через правый и левый планетарные механизмы поворота и бортпередачи на соответствующие ведущие колеса.

На правой бортпередаче установлены тахогенераторы аппаратуры автоматического ориентирования и топопривязки станции.

В моторно-трансмиссионном отделении самохода размещаются также механизмы и узлы систем питания, смазки, охлаждения, подогрева и запуска двигателя.

Моторно-трансмиссионное отделение закрыто снаружи облицовкой: передней решеткой и жалюзи, капотом, боковыми кожухами и двумя подкабинными сетками. Зимой капот и передняя решетка с жалюзи закрываются утепляющими чехлами, а подкабинные сетки —

щитками.

Доступ к агрегатам и узлам моторно-трансмиссионного отделения, кроме воздухоочистителя, осуществляется через капот и кабину водителя, а к воздухофильтру — через люк в полу переднего отсека спецкабины.

Кабина водителя автомобильного типа расположена над задней частью моторно-трансмиссионного отделения. В ней размещаются механик-водитель, начальник станции и радиотелефонист, располагаются органы управления и приборы самохода. Кабина оборудована стеклоочистителями, устройством обогрева стекол, противосол-нечными фильтрами и плафонами освещения.

Левая часть кабины является рабочим местом механика-водителя. Здесь, на приборной доске, имеются два щитка: щиток контрольных приборов моторно-трансмиссионной установки и щиток электроприборов самохода и управления газотурбинными агрегатами электропитания. На полу расположены педали и рычаги управления самоходом. На стенке основания сиденья водителя расположен креномер. На задней стенке установлен выключатель бортсети.

В правой части кабины, на стенках и полу, размещены: два комплекта связных радиостанций Р-123, абонентский аппарат СПУ-7Б, блок согласующих устройств С1, рентгенметр ДП-3, ящик с комплектом индивидуального прибора ночного видения ПНВ-57, блок ввода корректуры скорости аппаратуры АТ-ШМ, санитарная аптечка, сумка с документами, два столика для установки пультов Р-824 и коммутатора П-193М, кобура ракетницы. Под сиденьями размещена часть ЗИП самохода.

Снаружи, на кабине, установлены: откидные противоскользкие трапики, детали крепления укывочного брезента, зеркало заднего вида, фара-искатель. Две фары со светомаскировочными насадками расположены с обеих сторон передней решетки радиатора. На передней части капота установлена антенна связных радиостанций Р-123.

### **3. КОНСТРУКЦИЯ СПЕЦКАБИНЫ**

Спецкабина (изделие 551) предназначена для размещения аппаратуры станции и боевого расчета. Конструктивно она представляет коробку, разделенную перегородками на четыре отсека: передний 1, задний 2, кормовой левый 4 и правый 3 (рис. 27).

Габариты кабины и ее форма определены условиями вписания станции в дорожный габарит (со сложенной антенной), в очертание погрузки железных дорог СССР (при снятом зеркале антенны), в габарит подвижного состава западноевропейских железных дорог 02-Т (при этом снимаются мачта, лестницы, щитки и т. п.), а также рациональным размещением аппаратуры РЛС и боевого расчета.

Остовом кабины является каркас, сваренный из стальных профильных балок. Нижнее основание каркаса имеет опорный пояс — угольники, приваренные к трем сторонам основания. Опорным поясом с помощью болтов кабина крепится к подкрылкам самохода. Между поясом и подкрылками проложена резиновая прокладка. Пол переднего отсека и внутренние кромки стенок заднего отсека дополнительно крепятся болтами к специальным упорам на раме самохода.

снаружи к каркасу приварены сплошными швами листы обшивки толщиной 2 мм. В швеллеры каркаса заложены деревянные бруски, к которым крепится внутренняя фанерная обшивка кабины. Стыки листов фанеры закрыты плинтусами. Между наружной и внутренней обшивками стенок, крыши и перегородок кабины заложены теплозвукоизоляционные маты, изготовленные из капронового и стекловолокна. Общая толщина стенок, потолка и перегородок 50—55 мм.

Кабина имеет три входные двери, пять монтажных и 15 открывающихся кверху вентиляционных люков. В крыше заднего отсека сделано окно с установочным поясом для монтажа антенной колонки и люк — над правым кормовым отсеком.

Внизу, на передней стенке кабины, приварен дождевой щиток, препятствующий

прямому попаданию воды в раму самохода. На крыше, на переднем отсеке кабины, установлены элементы крепления антенной системы в сложенном положении и противоскользкие трапики. На скосах кабины крепятся детали установки подъемника с поворотной стрелой (предназначенного для монтажа зеркала антенны и агрегатов питания).

Снаружи кабины расположены элементы крепления ЗИП (шесть огнетушителей, три лестницы, два баллона с элегазом, 24 грунтоза-цепы самохода) и заземления (два кола, два бура и два шнура), а также ящик с треногой теодолита. К нижнему поясу кабины приварены четыре рыма для монтажа кабины самохода. На внутренней стороне левой двери переднего отсека и на левой силовой балке заднего отсека установлены карманы под переносные фонари.

На задней стенке кабины установлены габаритные фонари и фонари стоп-сигнала, а на передней — антенна имитатора.

**Передний отсек.** Полком переднего отсека служит набор щитов, уложенных в ячейки силового каркаса кабины. Каждый щит состоит из деревянной рамки, внутрь которой вставлена плита пенопласта ПХВ-1. Снизу и сверху щит закрыт листами фанеры толщиной 5 мм, на верхний лист наклеен линолеум. Щиты уложены в ячейки на резиновых уплотняющих прокладках. Стыки щитов закрыты стальными полосами, которые крепятся шурупами к деревянным брускам, заложеным внутрь швеллеров каркаса пола.

В полу переднего отсека вдоль бортов проходят два продольных канала для укладки монтажных кабелей, закрытые крышкой. В полу кабины сделаны три легкоъемных люка: передний — для доступа к воздухоочистителю двигателя, два других — в подвал самохода. Балка, установленная на стыке двух люков, крепится болтами и при необходимости может быть снята.

В боковых стенках отсека имеются закрывающие входные двери с двойным резиновым уплотнением стыков. В верхней части дверей размещены скобы для одежды операторов и ящики под измерительные кабели.

Над дверями расположены смотровые окна самолетного типа со сменными осушителями, вмонтированными в толщу стенки. Изнутри окна закрываются светомаскировочными шторами, снаружи — легкоъемными экранирующими сетками.

К каркасу пола и потолка отсека приварены резьбовые бонки для крепления аппаратуры.

У потолка, по углам отсека, приварены четыре трубы для вытяжных вентиляторов. На левом и правом скосах крыши установлены механизмы привода люков с тросовыми приводами для закрывания верхних люков вытяжных вентиляторов переднего и заднего отсеков.

На боковых стенках кабины размещены крепления для трех автоматов АК: крепления для двух автоматов установлены на правой стенке, для третьего — на левой.

На полу отсека установлены пластины с пазами для крепления в походном положении стульев операторов.

В стенках переднего отсека сделаны окна и отверстия для вентиляции, прокладки кабелей, установки двух щитов внешних соединений, вывода в задний отсек волновода блока Ф11 и выхода горячего воздуха от отопителя, устанавливаемого в заднем отсеке на время движения и транспортировки.

**Задний отсек.** Полком заднего отсека кабины служит нижняя часть рамы самохода.

В левом борту имеется входная дверь, на которой установлены сетчатые масляные фильтры, закрытые снаружи люком. В правом и левом бортах сделаны загрузочные люки для установки шкафов передающей системы станции.

В потолке имеется круглое окно с установочным поясом для крепления антенной колонки. Так как антенная колонка передает на кабину значительные весовые и ветровые нагрузки, потолок и стенки каркаса кабины в месте крепления антенной колонки усилены балками, закрытыми теплоизоляцией.

У потолка, по углам отсека, приварены четыре трубы для вытяжных вентиляторов. К каркасу стенок и потолка отсека приварены резьбовые бонки для крепления аппаратуры.

**Левый кормовой отсек.** Отсек газотурбинной электростанции 1Э4 не имеет теплозвукоизоляции (рис. 28).

В левом борту отсека сделана дверь / с двумя люками, служащая для монтажа газотурбинных агрегатов электропитания (5) и подачи воздуха для газотурбинных двигателей. Агрегаты устанавливаются на направляющих уголках, приваренных к стенкам отсека.

В задней стенке отсека имеются две двери для доступа к агрегатам электропитания: под левой дверью сделаны два люка выхлопа газотурбинных двигателей и два люка для вентиляции генераторов, а правая служит для доступа к блоку коммутационных устройств.

В верхней части отсека монтируется коммутационная аппаратура агрегатов электропитания и закреплена канистра с маслом. Воздух для охлаждения электрогенераторов поступает через соседний правый кормовой отсек.

Правый кормовой отсек служит для размещения системы жидкостного охлаждения (рис. 29). Для обеспечения нормальной работы системы пол и стенки отсека теплоизолированы.

Задней стенкой отсека является дверь, открывающая доступ к системе жидкостного охлаждения 1 и размещенному здесь же распределительному щиту станции 2 (блок У9). В двери сделан люк для выхода воздуха, охлаждающего радиатор системы. В правом борту имеется входной люк и бортмуфта питания изделия 1РЛ19Б. В крыше отсека сделан люк для монтажа и заправки системы охлаждающей жидкостью.

Внутри отсека вертикально приварен стальной лист для формирования потоков воздуха, охлаждающего радиатор, и параллельного потока воздуха, идущего через правый в левый кормовой отсек.

#### **4. РАЗМЕЩЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И АППАРАТУРЫ СТАНЦИИ**

**Передний отсек.** Аппаратура переднего отсека выполнена в виде шкафов с выемными блоками, установленных двумя комплексами вдоль передней и задней стенок отсека, и отдельных приборов, закрепленных на потолке и боковых стенках кабины.

Каждый комплекс аппаратуры представляет два ряда шкафов (один в верхнем и четыре в нижнем ряду), расположенных на раме и объединенных в единую жесткую конструкцию, которая с помощью амортизаторов прикреплена к полу и потолку кабины.

Вентиляция каждого комплекса — автономная, приточно-вытяжная, состоит из двух нагнетающих и двух вытяжных вентиляторов. Роль воздухораспределителя выполняет рама, а воздухоборника - верхний шкаф. Нагнетающие вентиляторы с рамой соединяются с помощью прорезиненных рукавов, вытяжные вентиляторы с верхним шкафом соединяются металлическими воздуховодами. Для уменьшения шума нагнетающие вентиляторы вынесены за пределы отсека: два --на передней стенке, снаружи кабины, и два — на перегородке, в заднем отсеке. Вытяжные вентиляторы установлены на боковых скосах отсека.

Комплекс аппаратуры, расположенной вдоль передней стенки (рис. 30 и 31), включает шкаф поста командира 010, шкаф запросчика 017, шкаф поста оператора 09-П, шкаф 2АО центральной станции радиолинии 1С62 (вариант 1С12) или шкаф 022 (вариант дальномера П40) и шкаф 012, над которым установлен щит с прибором М265 и техническими часами.

Комплекс аппаратуры, расположенной вдоль задней стенки (рис. 32 и 33), включает шкаф поста оператора 09-111, шкаф поста старшего оператора 09-1, шкаф автоматики У5, шкаф 016 и шкаф 013. На шкафах 09-1, 09-П, 09-111 и 010 установлены пульта управления: соответственно У4-1, У4-П, У4-П1 и У3, на которых сосредоточены оперативные органы управления радиолокационной станции. Пульты могут откидываться для доступа к блокам, находящимся за ними. На правой боковой стенке шкафа 013 закреплён блок контроля мощности передатчика (К9).

На скосе первой стенки кабины установлен блок питания БП, входящий в состав аппаратуры топопривязки АТ-ШМ.

Против трех шкафов 09 и шкафа 010 установлены соответственно четыре стула, высоту сидений которых можно изменять по желанию операторов.

У рабочего поста командира (шкаф 010) на левой стенке размещен аппарат № 1 самолетного переговорного устройства (СПУ). Три аппарата СПУ ( № 2, 3, 4) размещены соответственно у рабочих мест операторов на боковых стенках кабины. Внизу, около шкафов 2АО и 010, в стенках кабины вмонтированы щиты внешних соединений с люками, закрывающимися снаружи.

На потолке, над шкафом 013, стоит блок (У11) включения и контроля вентиляции переднего отсека и подзарядки аккумуляторных батарей. Слева и справа от блока У11, на потолке кабины, закреплены ящики с фильтрами и с ЗИП. Под фильтрами размещен выдвижной ящик для хранения документов.

В подвале установлены прибор ГАК, ящик с панорамой Герца, сумка с ЗИП, входящие в состав аппаратуры топопривязки АТ-ШМ, и ящики ЗИП.

В переднем отсеке на стенках у дверей установлены две розетки для включения измерительных приборов и паяльника. В комплекте ЗИП имеется раздвижной столик для ремонта блока.

При работе станции в переднем отсеке и в кабине водителя могут быть установлены выносные пульты радиостанции Р-824.

В переднем отсеке на правом скосе возле шкафа 013 установлен нагнетатель противоатомной защиты, который обеспечивает безопасность боевого расчета и сохранность аппаратуры при пересечении зараженной местности или выходе из нее.

В верхней части передней стенки кабины установлен вентилятор кабины. С помощью воздуховода, укрепленного на потолке, нагнетаемый воздух подается в передний отсек. Вентилятор питается от бортовой сети напряжением 27 в, что позволяет включать его, когда агрегаты питания станции не работают. Поскольку на входном отверстии вентилятора установлен фильтр очистки воздуха, пользоваться вентилятором можно и при движении станции.

**Задний отсек.** В заднем отсеке кабины в основном сосредоточены все элементы передающей аппаратуры и вспомогательного оборудования к ней (рис. 34, 35, 36, 37). Аппаратура размещена с учетом рационального расположения элементов схем, наибольших удобств для эксплуатации и ремонта станции.

Вдоль передней и задней стенок отсека расположены четыре шкафа, в которых размещены модуляторы и высоковольтные выпрямители.

Шкафы установлены по два один над другим: соответственно И16 и В2, И12 и И6 и крепятся болтами к специальным кронштейнам рамы самолета.

В проеме крыши на опорном кольце установлена антенная колонка с зеркалом антенны, облучателем, токосъемником, поворотным устройством, системой горизонтирования и блоком азимутальных датчиков (антенно-поворотное устройство).

С внутренней стороны отсека обеспечен доступ к рукояткам системы горизонтирования и к другим элементам антенно-поворотного устройства.

Высокочастотный тракт передатчика размещен на шкафах в виде цепочки соединенных последовательно высокочастотных элементов, расположенных вдоль стен отсека (рис. 34, 35).

Начальным элементом усилительной цепочки является усилитель мощности блок И4 7 (рис. 34), выполненный на ЛБВ, выход которого через ферритовый вентиль Ф10 4 соединен со входом усилителя мощности 2-го каскада блоком И3 2. Через коаксиально-волноводный переход Ф15 28 блок И3 2 соединяется с ферритовым вентиляем Ф6 27, установленным на кронштейне над входной дверью. Отрезком волновода ферритовый вентиль соединяется с усилителем мощности 3-го каскада блоком И15 23, закрепленным на шкафу И12 18. Здесь же размещены усилители мощности 4-го и 5-го каскадов, блоки И2 21 и И1 19. Ферритовые вентили Ф7 22 и Ф9 20 соединяют соответственно выход блока И15 со входом блока И2 и

выход последнего со входом блока И1.

Совпадение волноводных фланцев при смене амплитронов обеспечивается гибкими участками волноводов Ф17. Конструкция гидроразъемов гидроразводки позволяет сменить вышедшую из строя лампу без потери жидкости из охлаждающей системы. Инструмент, необходимый для смены ламп усилительной цепочки, размещен в ящике № 7.

Выходной блок И1 через гибкий волноводный отрезок Ф17 соединяется с ферритовым циркулятором Ф8 17, установленным вертикально на специальном кронштейне.

Внизу волноводный тракт разветвляется на два направления: одно направлено через переключатель антенна — эквивалент Ф4 вверх к токосъемнику Ф2 антенной колонки, другое — в кормовую часть на эквивалент антенны Ф5. Переключатель Ф4 с приводом от руки имеет конечные выключатели и блокировки, обеспечивающие нормальную работу ферритового циркулятора Ф8.

В нижней части передней стенки отсека, справа и слева, расположены центробежные нагнетающие вентиляторы для обдува аппаратуры переднего отсека; слева, над центробежным вентилятором, — блок питания вентиляции заднего отсека У12. По правой

стенке на отдельных кронштейнах установлены преобразователя системы топопривязки АТ-ШМ, блок контроля тепловых режимов передающей системы КЮ, баллоны с элегазом и шкаф 021 14, расположенный в непосредственной близости к блоку Ф8. За блоком Ф8 на раме, укрепленной на подкрылке самохода, находятся телефонный коммутатор и электронный синхроскоп СИ-1 13, которые при необходимости можно легко снять.

Для повышения электрической прочности волноводный тракт заполняется элегазом. Станция питания элегазом расположена на шкафу И16 между кронштейном преобразователей и шкафом 021. Станция питания элегазом оснащена двумя редукторами РВ на 1,5 и 0,07 атм.

В верхнем участке волноводного тракта на блоке Ф1 установлен автоматический клапан на давление 0,4—0,05 атм. Таким образом, при быстром заполнении тракта элегазом клапан выпустит воздух и закроется при постоянном давлении 0,05 атм.

Требуемая герметичность фланцевых соединений волноводного тракта достигается применением резиновых уплотняющих прокладок. Эквивалент антенны Ф5 охлаждается воздушным потоком от вентилятора, расположенного на кронштейне с левой стороны шкафа И6, и элегазом не заполняется. Участки волноводного тракта, заполненные элегазом, перекрываются герметизирующими перегородками, изготовленными из фторопласта-4.

Нормальный температурный режим аппаратуры в отсеке обеспечивают системы воздушного и жидкостного охлаждения.

Система воздушного охлаждения предназначена для вентиляции аппаратуры в шкафах, для чего используется вытяжная вентиляция. Воздух отсасывается через патрубки в верхних шкафах и выбрасывается наружу вытяжными вентиляторами, установленными на боковых стенках отсека. Воздух в отсек поступает через фильтры, установленные в проеме входной двери.

Система жидкостного охлаждения, обеспечивающая отбор тепла от блоков И3, И15, И2, И1 и ферритовых вентилях Ф6, Ф7, Ф9 и блока Ф8 расположена в правом кормовом отсеке

К этим блокам передающей системы сделана подводка дюрито-выми шлангами, которая обеспечивает замкнутую циркуляцию жидкости.

В зимнее время при работе станции нормальная температура внутри операторского отсека обеспечивается системой рециркуляции воздуха, размещенной в переднем и заднем отсеках. Кроме того, на левой стенке ниши самохода (при транспортировке) установлен отопитель ОВ-65, который используется для подогрева воздуха переднего отсека при неработающей станции. Для работы ОВ-65 устанавливается снаружи кабины на левом борту у двери заднего отсека. Горячий воздух от отопителя через специальный воздуховод подается при обогреве в передний отсек. Для обогрева

заднего отсека пользуются заслонкой, позволяющей направить часть горячего воздуха в задний отсек.

**Кормовые отсеки.** В левом кормовом отсеке (рис. 28) йомещены два газотурбинных агрегата электропитания с аппаратурой управления, пульт дистанционного управления и контроля которого находится в кабине водителя.

Остальная аппаратура закреплена над агрегатами питания.

В правом кормовом отсеке (рис. 29) размещены распределительный щит станции У9 и элементы системы жидкостного охлаждения 03 (радиатор с вентиляторами, насос, воздухопроводы, датчики давления, бачок и автотрансформатор).

В нижней части отсека находится распределительный щит станции и выполненный в виде съемного блока радиатор с вентиляторами. Над ними установлена съемная рама с остальными элементами системы жидкостного охлаждения.

**Размещение ЗИП первой очереди.** Для ремонта и профилактических работ станция укомплектована запасным имуществом и приборами ЗИП. Ограниченность объема и веса станции позволяет разместить в ней только ЗИП первой очереди. ЗИП второй очереди размещен в ремонтной мастерской. В ЗИП первой очереди входят запасные блоки, субблоки, сменные электровакуумные приборы, предохранители, установочные элементы, различные инструменты и материалы, необходимые для ремонтных и профилактических работ.

Запасные блоки П5, П6, П10, Ц6 и Ц10 располагаются в шкафах 09-1, 09-П, 09-111 (рис. 30 и 32), запасные субблоки — в комплектах запчастей (ЗИП 1, 2, 3, 4), оформленных в виде полублоков и расположенных в шкафах 09.

Приемно-усилительные лампы и предохранители включены в комплекты запасных частей ЗИП 5, находящегося в переднем отсеке у блока У11, и ЗИП 6, находящегося в заднем отсеке у блока У12.

Запасные электровакуумные приборы блоков передающей, приемной систем и систем синхронизации, индикации, выработки и передачи координат и помехозащиты размещены в девяти укладочных деревянных ящиках (рис. 38), которые отличаются друг от друга своими размерами и расположены следующим образом:

— ящик № 1 с амплитроном УМИ-7 и электроннолучевой трубкой ЛН-5, ящик № 2 с запасными лампами модуляторов, субблоком Ц5С, электроннолучевой трубкой 8Л029И, разрядниками, ящик № 3 с амплитроном УМИ-8 - в подвале переднего отсека (установлены на амортизаторах);

- ящик № 4 с приборами ГШ-1, УВ-10 и УВИ-1 на левой силовой балке, под потолком заднего отсека;

- ящик № 5 с амплитроном УМИ-6 на правом подкрылке заднего отсека.

Запасной амплитрон УМИ-5 укреплен в специальном зажиме на шкафу И16.

Ящик № 8 с тиратронами ТГИ-1-500/20 укреплен на кронштейне преобразователей справа заднего отсека.

Ящик № 11 с лампами В1-0,15/55, ВИ1-18/32, ГИ-25, ГМИ-2, ТГ-2-0,5/12 установлен на правом подкрылке заднего отсека.

В ящике № 6, который расположен на полу заднего отсека у правого борта, находятся инструменты и принадлежности для пайки; в ящике № 7, расположенном на левом борту заднего отсека, гаечные ключи и другие инструменты для ремонта аппаратуры. Кроме этого, на дверце блока У9 расположены предохранители и проволока марки ММ различных сечений.

Измерительные приборы — авометр АВО-5М1 и синхроскоп СИ-1 • - укреплены ремнями соответственно на шкафу И12 и на правом подкрылке заднего отсека. При необходимости каждый из них можно легко снять.

В ЗИП станции также входят: ремонтный столик; четыре съемных раскладных столика для пультов У3, У4-1, У4-П, У4-П1 -в переднем и табурет-сиденье — в заднем отсеках;

разрядная штанга, закрепляемая в пружинных зажимах на поперечной балке, -Б заднем отсеке; две переносные лампы --по одной в переднем и заднем отсеках.

Ключи для смены высокочастотных ламп, имеющих в блоках шкафов 016, 017 и 021, находятся в специальных карманах, установленных на этих шкафах. Инструменты для смены амплитронов и разрядника РР-137 помещены в ящике № 7 на левой стенке заднего отсека и в коробке ЗИП на шкафу И12.

Наиболее часто применяемые инструменты: плоскогубцы, разводные ключи и отвертки хранятся в кармане на скосе левой стенки переднего отсека; щипцы для смены предохранителей -в кармане с обратной стороны дверей шкафов У5, В1 блоков У9 и У11. Кроме того, станция укомплектована двумя карманными и двумя аккумуляторными фонарями, соединительными кабелями и шнурами.

## 5. КОНСТРУКЦИЯ ШКАФОВ, БЛОКОВ И СУББЛОКОВ

**Шкафы переднего отсека.** В переднем отсеке, как описывалось выше (рис. 30 и 32), размещены десять шкафов двумя комплексами вдоль поперечных стенок.

Для трех шкафов 09 используется один и тот же каркас (рис. 39), состоящий из передней рамы 5 с ячейками для блоков и приваренного к ней гнутого стального листа 7, который образует боковые и заднюю стенки шкафа. Передняя рама и задняя стенка шкафа соединены направляющими 6, которые в совокупности образуют жесткий каркас. Направляющие снабжены штырями 8 для фиксации блоков при установке их в шкаф. Блоки к каркасу крепятся невыпадающими винтами, которые установлены на передней панели блоков.

Монтажные колодки 4 и высокочастотные разъемы расположены в нижней части шкафа и закрываются крышкой. Межблочный монтаж в шкафу выполнен в виде кос, которые уложены в специальные каналы, образованные профилями передней рамы каркаса.

Монтаж шкафов и блоков между собой осуществляется тянущимися кабелями / с разъемами 2 на конце.

На передней раме имеются замки для установки пультов управления (блоки У3, У4-1, П, Ш). В нижних и верхних углах шкафов сделаны отверстия под крепежные болты.

Каркас шкафа 010 аналогичен каркасу шкафа 09 и отличается количеством ячеек и их размерами под блоки.

Каркас шкафа 016 принципиально не отличается от конструкции каркасов шкафов 09 и 010 и поэтому не описывается. Особенность шкафа 016 — увеличенная по сравнению с другими шкафами глубина, что вызвано габаритами блоков И9, П3 и П4.

Шкафы 012 и 013 имеют специальную конструкцию, обусловленную их размещением в отсеке. Однако принцип построения каркаса, размещение и крепление межблочного монтажа, установка блоков и соединение их кабелями аналогичны рассмотренным выше.

Для сбора нагретого воздуха, прошедшего через блоки, в верхней части шкафов сделаны воздухоборники с заслонками, которые необходимо открывать при работе вентиляции в режиме рециркуляции. На боковых стенках шкафов установлены цилиндрические раструбы, соединяющиеся с вытяжными вентиляторами переднего отсека.

В верхней части шкафов 012 и 013 приварены швеллеры из профилированного стального листа и стандартного уголкового проката. К швеллерам болтами крепятся скобы амортизированной подвески.

Шкаф 017. Так как конструкция блоков запросчика иная, чем блоков станции, конструкция шкафа запросчика 017 также имеет отличие от рассмотренных ранее конструкций.

Каркас шкафа 017 выполнен аналогично каркасу шкафа 09. Разница заключается в исполнении многожильных тянущихся кабелей, в размерах ячеек под блоки, в конструкции направляющих угольников и вентиляции шкафа.

Для вентиляции блоков в задней части шкафа устанавливается воздуховод, имеющий направленные ответвления на охлаждаемые блоки. При установке шкафа на раме воздухораспределителя соответствующее отверстие последней соединяется с воздуховодом шкафа.

Шкаф У5 конструктивно аналогичен шкафам 09. Конструкция его каркаса позволяет надежно закрепить установленные в нем приборы системы защиты и контроля передающего устройства.

На передней панели шкафа, выполненной из алюминиевого сплава, размещены приборы управления и контроля передающего устройства станции. Передняя панель укреплена на шарнирах и открывается при профилактических и ремонтных работах. Открывающаяся панель соединена с монтажом шкафа гибким жгутом проводов.

Конструкция шкафа 2АО рассмотрена в Техническом описании радиолинии 1С62.

Шкафы заднего отсека. В заднем отсеке кабины в основном размещены элементы передающего устройства (рис. 34, 35, 36, 37).

Размещение шкафов и их конструктивное выполнение обусловлено габаритами и весами элементов передатчика. Конструкции шкафов резко отличаются от конструкций шкафов переднего отсека, так как включают в себя такие крупногабаритные приборы, как модуляторы, формирующие линии, импульсные трансформаторы и трансформаторы выпрямительного устройства. Поэтому каркасы шкафов выполнены из стандартного проката с помощью электросварки.

Шкаф И16 состоит из шкафа В1 выпрямителей передающей системы, на котором при его монтаже в отсеке устанавливаются блок И4 с вентилятором охлаждения, блок И3, ферритовый вентиль Ф10 и элементы системы жидкостного охлаждения прибора УМИ-5 блока И3 (рис. 34, 40).

В передней панели шкафа В1 (рис. 40) имеются четыре двери 2 для доступа к его элементам. В рабочем положении двери должны быть закрыты. В дверях сделаны смотровые окна 4 из свинцового стекла и прорези, обеспечивающие доступ к органам контроля модуляторов И14 и И7.

Монтаж шкафа находится под высоким напряжением, поэтому его двери снабжены электрическими и механическими блокировками, выключающими напряжение при открывании дверей.

На верхней обшивке шкафа закреплены два воздуховода, соединяющиеся с вытяжными вентиляторами, установленными на скосах стенок кабины. На боковых обшивках шкафа установлены монтажные колодки /, закрытые крышками.

В левой верхней части шкафа (рис. 41) размещаются блоки модуляторов И14 / и И7 2, собранные в каркасах из гнутого профиля. На горизонтальных шасси модуляторов установлены лампы и другие элементы монтажа. Модуляторы в шкафу крепятся двумя штырями-ловителями, расположенными сзади блоков, и двумя невыпадающими винтами со стороны передней панели. Для профилактических и ремонтных работ модуляторы извлекают из шкафа.

Под модуляторами размещаются элементы выпрямителей на 14 и 18 кв. На нижней раме установлены магнитные регуляторы 5, анодный трансформатор б и дроссель выпрямителя на 18 кв. Здесь закреплены субблоки В1А и В1Б.

В верхней правой части шкафа на съемных платах смонтированы выпрямители на 10 и 11 кв 3, каждый из которых заключен в экран, выполненный из латунной сетки. Передние стенки экранов при необходимости можно снять. Внизу, под выпрямителями, размещаются анодные трансформаторы 4 10 и 11-киловольтных вы-, 'прямителей и элементы защиты и контроля работы выпрямителей.

Шкаф В2. В левой части шкафа В2 выпрямителей передающей системы (рис. 42) имеются три ячейки с направляющими под конструктивно законченные блоки выпрямителя средних напряжений, стабилизаторов тока соленоида И4 и электромагнитов блока Ф8—В3 3, В6 2 и В5 //. Блок В3 собран на стандартном шасси полного блока; каркасы остальных

выпрямителей имеют габариты, удобные для их компоновки в шкафу. На передних панелях блоков размещены ручки, органы управления и контроля работы выпрямителей.

Остальная часть электрической схемы шкафа скомпонована в виде отдельных субблоков и узлов без передних панелей в правой части шкафа. Конструкция двух дверей 10, блокировок, замков и смотровых окон 9 шкафа В2 аналогична шкафу В1, рассмотренному выше.

На передней стенке справа и на правой боковой обшивке шкафа В2 размещаются монтажные колодки для соединения выпрямителя с монтажом изделия. Колодки закрыты крышками 1. По периметру верхней рамы шкафа наклеена прокладка из губчатой резины для обеспечения герметичности системы вентиляции.

На нижней раме шкафа, к которой приварены лампы с отверстиями для крепежных болтов, устанавливаются три магнитных регулятора б (рис. 43). Над ними на специальной раме размещается анодный трансформатор / высоковольтного выпрямителя. Каждый его кенотрон 2 укреплен на своем накальном трансформаторе и на общей раме, сваренной «з» профильных угольников.

На нижней раме в правом нижнем углу шкафа размещен субблок В2А 4, на шасси которого скомпонованы детали выпрямителя на 1,2 кв. У задней стенки шкафа в каркасе из листовой стали установлены два выпрямителя на 27 в.

На правой боковой стенке шкафа скомпонованы элементы схемы автоматики, защиты и контроля 5 работы выпрямителей.

Субблоки и выемные узлы крепятся клиновыми замками, размещенными сзади субблоков, и болтами с лицевой стороны.

Для местного охлаждения некоторых элементов выпрямителей в шкафу установлены два вентилятора с воздуховодами, распределяющими воздушные потоки. В нижней раме шкафа в специальные направляющие вдвигаются кассеты сетчатых фильтров системы охлаждения.

Шкаф И12 установлен вдоль задней стенки отсека и состоит из шкафа ИИ (рис. 44), на верхней раме которого монтируется выходящая часть усилительной цепочки передающего устройства (рис. 35, 36). Элементы цепочки монтируются после установки шкафа ИИ в отсеке кабины.

В правой части рамы шкафа расположен блок И15, представляющий собой раздвижную магнитную систему с амплитроном УМИ-6. Амплитрон гибкими волноводными отрезками Ф17, обеспечивающими технологическую сборку, с одной стороны через волно-водную секцию соединяется с ферритовым вентилем Ф6, с другой стороны — с ферритовым вентилем Ф7.

В центре шкафа размещается блок И2, отличающийся от блока И15 более мощным амплитроном УМИ-7. Его волноводные выходы с ферритовыми вентилями Ф7 (с правой стороны) и Ф9 (с левой стороны) соединяются также гибкими волноводами. С левой стороны шкафа установлен блок И1, представляющий собой выходной каскад усилительной цепочки. Конструктивно блок и механизм раздвижки магнитов отличаются от блоков И2 и И15 лишь увеличенными габаритами, определяемыми размерами магнит.ов. Выходной амплитрон соединяется с ферритовым вентилем Ф9 и циркуля-тором Ф8.

Для быстрой смены амплитронов волноводный тракт разнимают по дроссельным фланцам гибких отрезков Ф17, которые укреплены на волноводных насадках амплитронов. Достаточное уплотнение дроссельных фланцев создается четырьмя накидными гайками-барашками.

Жидкость, охлаждающая амплитроны и ферритовые вентили, подводится дюритовыми шлангами, укрепленными на раме шкафа. Амплитроны и ферритовые вентили имеют соответствующие штуцера для подсоединения шлангов. Кроме того, около амплитронов установлены самозапирающиеся гидравлические клапаны, при разъединении которых жидкость из системы охлаждения не вытекает.

Работа приборов усилительной цепочки контролируется по температуре нагрева, для чего на их корпусах установлены температурные датчики.

Конструктивно шкаф И11 (рис. 44) аналогичен шкафу В1.

С лицевой стороны шкаф И11 имеет обшивку 1, двери 2 со смотровыми окнами 3, замками 4 и прорезями для доступа к органам управления модуляторов. Конструкция блокировок и замков не имеет принципиальных отличий от ранее рассмотренных. На верхней раме шкафа устанавливаются два воздуховода, соединяющиеся с вытяжными вентиляторами кабины.

В шкафу И11 (рис. 45) размещаются тиратронные блоки модуляторов выходных каскадов усилительной цепочки, блок И5 1, блок И13 2, блок подмодуляторов И10 3, формирующие линии, накальный трансформатор, импульсный трансформатор и другие элементы электрической схемы модуляторов.

В правой части шкафа закреплена монтажная плата, закрываемая съемной крышкой 4 с лицевой стороны шкафа.

Блок И13 собран на гнупом горизонтальном шасси, где размещены лампы с деталями монтажа. Крупногабаритные детали модулятора: накопительный конденсатор, делители напряжений, не требующие частого доступа, размещены в шкафу И11 и закрыты обшивкой 1 (рис. 44).

Блок И10, установленный под блоком И13, собран в специальном каркасе с передней панелью. Конструкция каркаса аналогична стандартному полному блоку станции. Тянущиеся кабели монтажа шкафа по конструкции не отличаются от тянувшихся кабелей шкафов переднего отсека. На шасси блока скомпонованы, четыре субблока подмодуляторов.

Направляющие рамки для установки блока в шкафу можно снять, обеспечив доступ к деталям монтажа шкафа. Оба канала модулятора выходного каскада смонтированы на одной съемной плате, на которой размещены модуляторные лампы и другие элементы монтажа.

Выемные блоки и крупногабаритные детали для удобства монтажа крепятся клиновыми замками, установленными сзади блоков, и болтами со стороны передней панели шкафа.

Шкаф И6 (рис. 46) предназначен для размещения модуляторов обоих каналов предоконечного каскада усилительной цепочки — блока И2. Передняя стенка шкафа закрывается двумя двустворчатыми дверьми 7. Конструктивно двери не отличаются от ранее рассмотренных. Органы управления и контроля 1 модуляторов расположены в нишах дверей. Элементы с монтажом шкафа соединяются проводами, собранными в косу.

На правой стенке установлена монтажная колодка с крышкой 4. В нижней части шкафа к каркасу приварены лапы 5 с отверстиями для крепежных болтов. По периметру верхней рамы наклеена прокладка 3 из пористой резины, обеспечивающая плотное соединение шкафов комплекса. В углах в специальных косынках сделаны резьбовые отверстия для рым-болтов.

Компоновка шкафа И6 (рис. 47) обусловлена размещением двух одинаковых модуляторов в одном каркасе. Ламповая часть 2 модуляторов размещена симметрично относительно поперечной оси шкафа и смонтирована на специальной раме, обеспечивающей легкость съема при демонтаже. Зарядная линия 3, дроссели фильтра и другие элементы схемы установлены непосредственно в шкафу. На раме ламповой части размещается вентилятор местного охлаждения ламп модулятора. Воздух подводится текстолитовыми и металлическими воздуховодами 1.

Выемные блоки и субблоки соединяются с монтажом шкафов с помощью разъемов типа ШР и крлодок РПЗ-16, установленных на их каркасах. Двери шкафов при необходимости снимаются с шарниров, а их соединительные косы разъединяются.

Все шкафы окрашены серой нитроэмалью марки 2062.

**Типовые блоки.** Электронная аппаратура размещается в стандартных блоках (рис. 48) (кроме блоков индикаторов и некоторых выпрямительных устройств, скомпонованных в нестандартных блоках). Стандартные блоки имеют два типа каркасов. Полный блок и полублок кратны между собой, что позволяет лучше скомпоновать блоки в шкафах и создать вертикальные каналы, обеспечивающие эффективное охлаждение аппаратуры.

Каркас полного блока (рис. 48) состоит из передней панели 1, выполненной из стального листа, ближе к краям которой установлены литые из алюминиевого сплава рамы 2. На рамах шарнирами и невыпадающими винтами закреплены вертикальные откидные шасси 3. В середине каркас (рис. 49) имеет горизонтальное шасси 1 для установки крупных элементов аппаратуры и специальных устройств.

Блок в шкафу крепится четырьмя специальными винтами. Соединение блока с тянущимся кабелем шкафа выполнено с помощью штекерной колодки типа РПЗ 2.

В центре каркаса полублока (рис. 50) в отличие от каркаса полного блока имеется литая рама 3 с двумя вертикальными шасси, одно из которых откидное 1 крепится невыпадающими винтами, другое — несъемное 2. На передней панели 1 (рис. 51), выполненной методом штамповки, размещаются органы управления блоком. На шасси установлены скобы 2, обеспечивающие удобство работы с блоком.

Электронная аппаратура в блоках скомпонована в типовых плоских субблоках, которые разделяются на высокочастотные и импульсные. Импульсные субблоки в свою очередь разделяются на шестилампные и четырехламповые. Субблоки в блоках и полублоках укреплены специальными винтами.

Основные регулировки блоков выведены на передние панели. Блоки с монтажом шкафа соединяются тянущимися плоскими кабелями, что позволяет настраивать и регулировать блоки в выдвинутом состоянии без применения ремонтных кабелей. Индикаторы, блоки питания и некоторые устройства приемной системы и системы индикации, не вписывающиеся в стандартные блоки, имеют специальные каркасы.

**Типовые импульсные субблоки.** Значительное количество импульсных схем скомпоновано в типовых субблоках двух типов. Для шести (рис. 52) и четырех ламп типа «дробь» корпуса субблоков имеют литые силуминовые рамки 1 и съемные боковые крышки 5, обеспечивающие доступ к радиодеталям и монтажу. Детали субблоков охлаждаются через жалюзи в крышках.

На субблоке установлены лампы в пружинных держателях и контрольные гнезда. Снизу закреплена штекерная ножевая колодка 4, соединяющая схему субблока с монтажом блока. Точность соединения штекерных колодок обеспечивается направляющими штырями 3. Детали устанавливаются на гетинаксовых платах 2 с соответствующими размерами для шести и четырех ламп.

Оси потенциометров выводятся наружу субблоков через верхние и боковые стенки корпусов. Корпуса субблоков покрыты серой эмалью 2062.

**Типовые высокочастотные субблоки.** Высокочастотные схемы блоков П5, П6, П10 скомпонованы в типовых корпусах, отличных от корпусов импульсных субблоков.

Субблок (рис. 53) в конструктивном отношении представляет плоский прямоугольный корпус 1, обеспечивающий установку до пяти ламп типа «дробь». Корпус штампованный, выполнен из стали, имеет съемную боковую крышку для доступа к радиодеталям. Для надежности контакта крышка имеет пружинные гребешки из бериллиевой бронзы.

Лампы закреплены на боковой стенке корпуса в радиаторе 4 из алюминиевого сплава. Радиатор и плоские бронзовые пружины обеспечивают надежную фиксацию ламп и хороший теплоотвод от их баллонов. Для надежного электрического контакта между отдельными элементами корпуса и между корпусом и шасси блоков все детали кадмированы. Питающие и низкочастотные цепи подведены в субблок с помощью штекерной ножевой колодки 3, высокочастотные цепи — с помощью разъемов 5 типа БТС. В высокочастотных

субблоках применен печатный монтаж, выполненный на платах из стекловоллокнита АГ-4С. Печатные платы унифицированы в двух типоразмерах (30x52 и 31X54 мм) и шести вариантах металлизированных рисунков схем. Платы соединяются перемычками из гибкого провода марки МГШВ.

**Амортизация аппаратуры.** В процессе эксплуатации станции на ее аппаратуру воздействуют вибрации на частотах в широком диапазоне с ускорением до 4g. Большинство элементов систем достаточно вибропрочны и не требуют каких-либо амортизирующих устройств. Наряду с этим в станции применены элементы, вибропрочность которых на частотах в указанном диапазоне менее 4g. Блоки, в которых установлены эти элементы, амортизированы.

Для защиты аппаратуры от механических воздействий применяются демпфированные амортизаторы типа АД.

Шкафы аппаратуры переднего отсека установлены на амортизаторах: нижние прикреплены к полу, верхние --к потолку кабины.

Установка шкафов аппаратуры переднего отсека и ящиков ЗИП в подвальной нише выполнена на нестандартных амортизаторах, взаимозаменяемых со скобочными амортизаторами типа АМ.

## **6. ПЛОМБИРОВКА СТАНЦИИ**

Двери и люки станции опломбировать согласно рис. 54.

При опломбировании применять проволоку КО-1 ГОСТ 792—41 диаметром 1—1,2 мм, которую пропустить через соответствующие петли, расположенные на дверях (люках) и стенках кабины, навесив на каждую дверь (люк) одну пломбу.

В переднем отсеке на блоке П10 пломбируется крышка тумблера КОММУТ. ГЕНЕР. ВЫКЛ., управляющего схемой переключения частоты.

Общее количество пломб на станцию — 18 шт.

## Глава 4

### АНТЕННО-ФИДЕРНАЯ СИСТЕМА (АФС)

#### 1. НАЗНАЧЕНИЕ, ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И СОСТАВ

**Назначение.** Антенно-фидерная система предназначена для передачи электромагнитной энергии от передающей системы к антенне и излучения ее в заданных границах пространства, а также для приема отраженной энергии и передачи ее на вход приемной системы.

**Основные характеристики.** Антенно-фидерная система имеет следующие характеристики:

1. Вертикальная диаграмма состоит из трех зон. Нижняя и средняя зоны имеют столбовую форму, верхняя — косеканскую форму.

2. Коэффициент усиления антенны указан в приложении к формуляру. Уровень пересечения зон на стыках составляет величину порядка 0,65 Емакс.

3. Обзор всей вертикальной зоны осуществляется за три оборота антенны.

4. Коэффициент бегущей волны (КБВ) АФС в диапазоне рабочих частот станции за ферритовым циркулятором (плечо IV) не ниже 0,5 при работе в каждой зоне. В переходном режиме из одной зоны в другую КБВ не ниже 0,3. До ферритового циркулятора (плечо I) КБВ не ниже 0,71 во всех режимах работы переключателя зон.

5. Потери в фидерном тракте вместе с ферритовым циркулятором не более 1,3 дБ в режиме передачи и не более 1,7 дБ в режиме приема.

6. Для обеспечения электрической прочности часть фидерного тракта, включающая переключатель зон и четырехканальное вращающееся соединение, выполнена герметичной и заполняется элегазом (давление 0,02—0,1 атм).

7. Развязка между антенной и передающей системами, создаваемая ферритовым циркулятором, составляет величину ~15 дБ.

8. В процессе работы станции возможен переход с антенны на эквивалент и обратно за время не более одной минуты.

9. Развязка между передающей системой и антенной системой, создаваемая ферритовым циркулятором и роторным переключателем, при работе на эквивалент антенны составляет величину не менее 65 дБ.

10. Диаграммы направленности антенны станции приведены в формуляре.

**Состав.** Блок-схема антенно-фидерной системы приведена на рис. 55.

В антенно-фидерную систему входят следующие основные части:

— зеркало 1;

— облучатель радиолокационного канала (облучатели зон 2,3,4);

— облучатели каналов запроса 5 и активного ответа 6;

— антенна подавления боковых лепестков 7;

— переключатель зон 5;

— поворотное соединение 9;

— четырехканальное вращающееся соединение 10;

— гибкий волновод 11;

— переключатель антенна — эквивалент 14 с балластной нагрузкой 15;

— ферритовый циркулятор 17;

— эквивалент антенны 19;

— станция питания элегазом 23.

## 2. БЛОК-СХЕМА

Блок-схема АФС приведена на рис. 55.

При описании принципа работы антенно-фидерной системы рассматриваются отдельно антенная система станции и фидерный тракт.

Антенная система станции предназначена для излучения электромагнитной энергии в заданных границах пространства и приема отраженных от цели сигналов.

В антенную систему станции входят следующие основные части.

Зеркало *1* с облучателем, предназначенные для последовательного во времени трехступенчатого обзора отдельных зон видимости станции по углу места. Облучатель радиолокационного канала станции состоит из трех групп: облучатель нижней зоны *2*, облучатель средней зоны *3*, облучатель верхней зоны *4*.

С облучателем радиолокационного канала конструктивно совмещены облучатель запросчика *5* в виде трех пар вертикальных вибраторов, обеспечивающих опознавание в зоне видимости станции, и облучатель активного ответа *6* в виде четырех пар горизонтальных вибраторов, обеспечивающих работу системы активного ответа в зоне видимости станции.

Антенна подавления *7* обеспечивает подавление боковых лепестков по каналу активного ответа во всей зоне видимости станции.

Радиолокационный (основной) канал, каналы опознавания и активного ответа образуют совмещенный облучатель и имеют общий отражатель (зеркало).

Фидерный тракт предназначен для передачи электромагнитной энергии от передающей системы к антенной системе или к эквиваленту антенны, а также от антенной системы к приемной. Вследствие этого принцип его работы удобнее рассматривать в трех режимах: режим передачи, режим приема и режим скрытной работы станции. Использование трех режимов работы в одном тракте возможно благодаря свойствам ферритового циркулятора (разд. 9 настоящей главы).

В режиме передачи энергии зондирующий импульс передающей системы попадает на входное плечо I ферритового циркулятора *17* и, проходя через ферритовую секцию, выходит в плечо IV. Энергия просачивающаяся в плечо II, зажигает разрядник *18* защиты приемника. Далее энергия проходит через переключатель антенна эквивалент *14*, находящийся в положении антенна, гибкий волновод *11*, четырехканальное вращающееся соединение *10*, поворотное соединение *9*, переключатель зон *8* и поступает в облучатель одной из трех зон (*2, 3, 4*) в соответствии с положением штырей в переключателе зон.

В режиме приема эхо-сигнал от цели, принятой антенной основного канала, проходит через переключатель зон *8*, поворотное соединение *9*, четырехканальное вращающееся соединение *10*, гибкий волновод *11*, переключатель антенна—эквивалент *14*, плечо В циркулятора и попадает на вход приемника через плечо II циркулятора и разрядник защиты приемника *18*.

В режиме скрытной работы высокочастотная энергия передающей системы не должна излучаться в пространство.

Переключением направления поля в электромагнитах ферритового циркулятора *17* с одновременным переводом переключателя *14* в положение ЭКВИВАЛЕНТ АНТЕННЫ энергия от передатчика направляется в плечо III ферритового циркулятора *17* и далее через отрезки волноводов попадает в эквивалент антенны *19*, где полностью поглощается. Часть энергии, просочившаяся через плечо IV циркулятора попадает в балластную нагрузку *15*. Общее ослабление сигнала, просачивающегося в антенну, составляет не менее *65 дБ*.

**Управление антенно-фидерной системой.** Для вращения антенны по азимуту ее необходимо предварительно развернуть и отгоризонтировать.

Развертывание (свертывание), зеркала антенны осуществляется с помощью электропривода механизма сложения зеркала или вручную.

Развертывание (свертывание) облучателя антенны производится вручную механизмом

сложения облучателя.

Горизонтирование антенной колонки производится с помощью редукторов горизонтирования. Антенна имеет три скорости (I, II, III) вращения по азимуту. Вращение антенны со скоростями I и II осуществляется от электродвигателя редуктора азимутального вращения, а со скоростью III—от электродвигателя редуктора доворота. Скорость III необходима для юстировки антенны.

Управление приводом вращения антенны осуществляется с помощью блоков У13 и У14. Подробное изложение конструктивного выполнения антенной колонки и ее элементов, участвующих в управлении антенно-фидерной системой, а также управления ею приведено в гл. 11 (см. Техническое описание книга 2 часть I).

### 3. АНТЕННА СТАНЦИИ

Общий вид антенной системы показан на рис. 56.

**Отражатель антенны (зеркало А1).** Отражателем антенны является параболоид вращения со смещенным в вертикальной плоскости фокусом. Конструктивно зеркало представляет собой ферму параболического профиля (сварной каркас из труб), на которой укрепляется металлическая сетка. Зеркало укреплено на колонке 07 своей средней частью, относительно которой остальная часть зеркала поворачивается по углу места при развертывании и свертывании антенны. Для уменьшения размеров зеркала в походном положении зеркало имеет закрылок 2, поворачивающийся на шарнирах. Закрылок снабжен быстродействующими замками, фиксирующими его в рабочем и походном положениях.

**Облучатель радиолокационного канала (А2).** Весь облучатель разбит на три группы 2, 3, 4 (рис. 55), обеспечивающие создание диаграмм излучения в зонах.

Общий вид облучателя виден на фотографии рис. 57.

Облучатели нижней 2 и средней 3 зон состоят из двух излучателей в виде сдвоенных волноводов, возбуждаемых симметричным делителем мощности; облучатель верхней зоны 4 состоит из четырех сдвоенных волноводов, возбуждаемых несимметричными делителями мощности. Делители создают такое распределение мощности между излучателями, при котором формируется в зеркале диаграмма излучения косекансной формы. Форма диаграмм направленности в вертикальной и горизонтальной плоскостях основного канала приводится в формуляре.

Конструктивно облучатель радиолокационного канала выполнен из алюминиевого волноводного проката; выходы сдвоенных излучателей закрыты защитными колпаками и фторопластовыми вкладышами, обеспечивающими герметичность тракта и предохраняющими тракт от загрязнения. Весь облучатель смонтирован в вертикальной ферме, состоящей из двух плоских щек, обеспечивающих жесткое расположение всех частей облучателя и крепление его к горизонтальной ферме. При сложении облучателя в походное или транспортное (по железной дороге) положение ферма поворачивается вручную на угол  $90^\circ$ .

**Облучатель запросчика (А5).** По каналу запроса в зеркале формируется косекансная диаграмма направленности, охватывающая зону видимости основного канала, что обеспечивает опознавание целей во всей зоне видимости станции.

Конструктивно облучатель запросчика устанавливается на ферме облучателя радиолокационного канала и представляет собой три пары вертикально расположенных бивибраторов с рефлекторами, питаемые фидерной системой с равным распределением токов по амплитуде и фазе. Косекансная диаграмма направленности в вертикальной плоскости формируется за счет различного выноса пар вибраторов из фокуса.

Схематическое изображение облучателя запросчика приведено на рис. 58.

**Облучатель активного ответа (А3).** По каналу активного ответа, как и по каналу запроса, в зеркале формируется косекансная диаграмма направленности, охватывающая зону видимости станции, что обеспечивает работу системы активного ответа в зоне

видимости станции.

Облучатель активного ответа, так же как и облучатель запросчика А5, устанавливается на ферме облучателя радиолокационного канала и представляет собой четыре пары горизонтально расположенных бивибраторов с рефлекторами, питаемых фидерной системой с равным распределением токов по амплитуде и фазе. Косекансная диаграмма направленности, как и у канала запросчика, формируется за счет различного выноса пар вибраторов из фокуса.

**Антенна канала подавления (А4).** Антенна канала подавления боковых лепестков работает только на прием и обеспечивает подавление бокового излучения канала активного ответа.

Антенна подавления имеет широкую диаграмму направленности в горизонтальной плоскости ( $120\text{—}140^\circ$ ) и косекансную диаграмму в вертикальной плоскости. Коэффициент усиления антенны подавления, превышает коэффициент усиления в максимумах боковых лепестков антенны активного ответа, в результате чего сигнал, принимаемый по каналу подавления, проводит через приемный тракт и поступает на вычитающее устройство. Так как сигнал подавления превышает сигнал с боковых лепестков, то при вычитании возникает импульс отрицательной полярности, который не проходит на систему индикации, благодаря чему и происходит подавление боковых лепестков по каналу активного ответа.

Антенна канала подавления представляет собой коаксиальную трубу 4 (рис. 59) с волновым сопротивлением  $75\text{ ом}$ , на боковой поверхности которой прорезано 10 резонансных щелей. Щели располагаются на разных расстояниях друг от друга и возбуждаются продольными штырями различной длины, чем обеспечивается фазовое и амплитудное распределение поля вдоль антенны, необходимое для создания косекансной диаграммы излучения. Конец коаксиального волновода нагружен на сопротивление  $75\text{ ом}$ .

Конструктивно антенна подавления представляет собой алюминиевую трубу с рефлектором. Антенна подавления крепится своей средней частью на крыле зеркала.

#### 4. ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ ЗОН (Ф1)

**Назначение.** Переключатель зон предназначен для последовательного во времени подключения облучателей верхней (III), средней (II) и нижней (I) зон к основному фидерному тракту (рис. 60).

**Состав.** Переключатель зон состоит из волноводной части и четырех одинаковых механизмов переключения зон (рис. 61).

##### Принцип работы

Принцип действия переключателя зон основан на замыкании и размыкании волноводов с помощью четырех штырей по определенной программе. Программа осуществляется - механизмом переключения зон и системой управления (блок У16).

Время переключения с одной зоны на другую составляет величину не более  $0,25\text{ сек}$ .

Рассмотрим отдельно принцип работы волноводной части и механизма переключения.

**Волноводная часть.** Передача высокочастотной энергии поочередно к трем облучателям осуществляется с помощью механического переключения четырех штырей, работающих попарно по заданной программе. Разрез по узкой стенке волноводной части показан на рис. 60.

Программа переключения штырей следующая:

— при работе на I зону штыри II и III находятся в крайнем верхнем, а штыри I и IV—в крайнем нижнем положениях;

— при работе на II зону штыри II, III находятся в крайнем нижнем, а штыри I и IV—в крайнем верхнем положениях;

— при работе на III зону штыри II и IV находятся в крайнем верхнем, а штыри I и III—в крайнем нижнем положениях.

Волноводная система выполнена на тройниках в плоскости  $H$  и состоит из двух последовательно соединенных тройников. Согласование каждого тройника обеспечено подбором местоположения переключающих штырей I, II, III, IV и выбором размеров индуктивных согласующих выступов 3. Каждый из индуктивных согласующих выступов вместе со штырями II и IV образует некоторое подобие  $90^\circ$  уголкового перехода, которые дают возможность с хорошим КБВ (не ниже 0,8) передавать высокочастотную мощность в I и II зоны. Максимальный КБВ при работе на зону III обеспечивается выбором местоположения штырей I и III. Штыри I и III располагаются строго по центру широкой стенки волновода. Штыри II и IV смещены относительно центра волновода на 1,5 мм для выравнивания КБВ на краях рабочего диапазона волн.

Соединение штырей с волноводом бесконтактное (рис. 62), что осуществляется путем использования полуволновых отрезков линий, замкнутых на конце, и четвертьволновых линий, разомкнутых на конце. Эти линии обеспечивают электрический контакт между штырем и волноводом. Для получения необходимой развязки работающей зоны от неработающей (порядка 20 дБ) диаметр штырей выбран равным 30 мм.

Для перехода с одной зоны на другую сначала поднимаются штыри в крайнее верхнее положение той зоны, на которую нужно работать, а затем уже опускаются штыри передающей зоны, на которой работали. Хотя такой порядок переключения увеличивает время переключения (до 0,25 сек), но это повышает электрическую прочность волноводной части блока.

**Механизм переключения** предназначен для переключения штырей в автоматическом или ручном режиме в соответствии с заданной программой на блок У16 (разд. 7, гл. 11).

Механизм переключения состоит из специального электродвигателя с возвратно-поступательным движением ротора, демпфирующего устройства и конечных контактных групп (рис. 63).

Единственной подвижной частью механизма является штырь 3, выполненный в виде полого алюминиевого цилиндра с контактными кольцами 5.

Штырь совершает возвратно-поступательное движение по направляющей 4 (отшлифованная стальная труба).

В концах хода штыря установлены контактные группы 6, которые контролируют его крайние положения.

Для обеспечения безударной работы механизма переключения применяется воздушно-демпфирующий стакан 2. Размеры щелей стакана подобраны так, чтобы вся кинетическая энергия в конце хода штыря затрачивалась на сжатие отсеченного объема воздуха. В результате скорость штыря в конце хода резко снижается, что предотвращает удар штыря о корпус механизма переключения.

Для улучшения охлаждения механизма переключения корпус его сделан с ребристой поверхностью.

Штырь является ротором двигателя. Статор двигателя создает прямолинейное бегущее поле. Принцип преобразования статора с вращающимся электромагнитным полем обычного асинхронного двигателя в статор двигателя с прямолинейным бегущим полем можно представить следующим образом. Если статор обычного асинхронного двигателя условно разрезать по А—А (рис. 63) и развернуть, а затем свернуть, как указано на рисунке, то направление движения изменится на поступательное.

Конструкция, принципиальная схема двигателя и схема соединения катушек статора изображены на рис. 64. В пазах статора 1, собранного из стальных шайб, уложены одинаковые по конструкции катушки 2 обмоток двигателя: обмотки управления и обмотки возбуждения.

На обмотку возбуждения подается напряжение 220 в 400 Гц, а на обмотку управления — 180 в 400 Гц, сдвинутое на  $90^\circ$  относительно напряжения возбуждения.

Под влиянием этих напряжений в статоре двигателя появляется бегущее электромагнитное поле. Взаимодействие штыря с бегущим полем статора создает усилие,

движущее штырь в направлении перемещения поля. Направление бегущего поля изменяется переключением фазы напряжения управления на  $180^\circ$ , что меняет и направление движения штыря. В крайнем верхнем (нижнем) положении контактные кольца штыря замыкают соответствующую контактную группу, которая подает сигнал о достижении верхнего (нижнего) положения штыря в систему управления блока У16.

В этом положении штырь остается до следующего переключения фазы напряжения в обмотке управления.

## 5. ПОВОРОТНОЕ СОЕДИНЕНИЕ (Ф12)

Поворотное соединение предназначено для обеспечения свертывания облучателя.

Поворотное соединение состоит из двух отрезков прямоугольного волновода 5 (рис. 65), оканчивающихся дроссельными фланцами и соединенных между собой цилиндрическим подшипником скольжения 2, изготовленным из бронзы.

В неподвижном фланце—корпусе запрессован резиновый манжетный уплотнитель 1, обеспечивающий герметизацию соединения, и имеются два глухих отверстия под эксцентрики 4. Эксцентрики служат для исключения поворота неподвижной части поворотного соединения в колонке.

Подвижная часть поворотного соединения, соединенная с облучателем, может поворачиваться вместе с фермой облучателя на угол  $90^\circ$ .

Поворотное соединение обеспечивает передачу электромагнитной энергии только при установке облучателя, в рабочее положение. Поворотное соединение с одной стороны присоединяется к переключателю зон, а с другой стороны через гибкое соединение — к четырехканальному вращающемуся соединению.

Общий вид поворотного соединения приведен на рис. 66.

## 6. ЧЕТЫРЕХКАНАЛЬНОЕ ВРАЩАЮЩЕЕСЯ СОЕДИНЕНИЕ (Ф2)

**Назначение.** Четырехканальное вращающееся соединение предназначено для связи фидерных трактов, расположенных в кабине РЛС, с антеннами, расположенными на вращающейся части станции.

**Состав.** Блок Ф2 состоит из четырех каналов:

I—радиолокационный канал;

II—канал опознавания;

III—канал активного ответа;

IV — канал подавления.

С четырехканальным вращающимся соединением конструктивно совмещены кольца низкочастотного токосъемника.

### Принцип работы

Схема общего вида блока изображена на рис. 67.

Канал I состоит из двух волноводно-коаксиальных переходов I пуговичного типа, являющихся трансформаторами волны  $H_{10}$  в прямоугольном волноводе в волну ТЕМ в коаксиале, и коаксиального вращающегося соединения с бесконтактными соединениями по внутреннему и внешнему проводникам.

Бесконтактные вращающиеся соединения осуществляются с помощью системы боковых четвертьволновых отрезков линий. Принцип работы их поясняется на рис. 68.

Сопротивление  $Z_1$  равно нулю в сечении в, через линию длиной  $\lambda/4$  трансформируется в сопротивление  $Z_2$  в сечении б, равно бесконечности. Последовательно с сопротивлением

$Z_2$ , включено некоторое эквивалентное сопротивление  $Z_3$ , определяемое конструктивными элементами, расположенными за этим сечением (подшипники, элементы крепления и т. д.). Сопротивление  $Z_3$  может изменить свою величину при вращении. Однако нагрузка для линии  $ab$  в виде  $Z_4=Z_2+Z_3$  практически остается неизменной, поскольку  $Z_2$  равно бесконечности. Таким образом, очень большое сопротивление  $Z_4$  трансформируется через линию  $ab$  длиной  $1/4 \lambda_{cp}$  в сопротивление  $Z_5$  близкое к нулю в сечении  $a$ , создавая хороший контакт между подвижной и неподвижной частями внешней трубы коаксиала. Поскольку сопротивление контакта  $Z_5$  не точно равно нулю, то существует некоторая утечка энергии из боковых линий, которая может приводить к подгару подшипников. Для того чтобы обеспечить безопасную работу подшипников, используется вторая система четвертьволновых отрезков линий и поглотитель 8 (рис. 67). Последний совместно с ячейкой, в которую он вставлен, представляет собой отрезок линии с большим затуханием, благодаря чему подшипник надежно защищается от подгара. Аналогичным путем с помощью дроссельных четвертьволновых линий 9 обеспечивается контакт по внутреннему проводнику коаксиала. Для увеличения электрической прочности канал I герметизируется резиновыми уплотнителями 7 и заполняется элегазом.

Канал II вращающегося соединения (рис. 69) предназначен для работы запросчика и представляет собой коаксиальное вращающееся соединение на 75-омной линии с бесконтактными соединениями по внешнему и внутреннему проводникам. Ко входу и выходу его с помощью высокочастотных разъемов 1, 5 присоединяются кабели РК-75-4-15.

Каналы III и IV выполнены в виде двух кольцевых вращающихся соединений. Один из каналов изображен на рис. 70. Он состоит из двух цилиндрических корпусов 2, вращающихся друг относительно друга. По торцам вращающиеся и неподвижные цилиндры закрыты крышками. Внутри корпуса на диэлектрических кольцах 7 расположены еще два цилиндра, один из которых связан с вращающейся частью, другой — с неподвижной. Система в целом представляет собой двойную коаксиальную линию, одним проводником которой является корпус, другим — внутренние цилиндры. Электромагнитная связь между неподвижной и вращающейся частями внешнего проводника коаксиала осуществляется с помощью дроссельных четвертьволновых отрезков линий 6. Оптимальная связь между внутренними цилиндрами (внутренний проводник коаксиала) обеспечивается выбором их длины. При длине, равной  $\lambda/4$ , имеет место полная передача энергии. Высокочастотная энергия подводится с одной стороны и снимается с другой стороны в четырех симметрично расположенных точках с помощью разветвленной системы гибких коаксиальных кабелей 3 длиной  $\lambda/4$ . Симметричное возбуждение коаксиала в нескольких точках применяется для получения более симметричного распределения поля, что необходимо для обеспечения минимальных изменений КБВ при вращении. Разветвленная система возбуждения, кроме того, служит для согласования вращающихся соединений с основной 75-омной линией.

Для сопряжения II, III и IV каналов с трактами входные и выходные разъемы их имеют маркировку:

- II канал — ЗАПР.
- III и IV канал — 1 ОТВ. II.

**Конструкция.** Внешний вид блока показан на рис. 71.

Конструктивно блок выполнен из трех основных частей: волноводного вращающегося соединения 5 канала I, трехканального вращающегося соединения 1 и низкочастотного токоъемника 4. Вращающаяся часть канала I центрируется относительно неподвижной двумя подшипниками 6 (рис. 67). Вращение на II, III, IV каналы передается через внутренний проводник коаксиала канала I с помощью муфты, соединенной с вращающейся частью трехканального вращающегося соединения. Низкочастотный токоъемник состоит из пятнадцати латунных колец с проложенными между ними диэлектрическими кольцами. Система собранных в пакет колец крепится на корпусе высокочастотной части блока. Напряжение с колец снимается щетками, расположенными на вращающейся части антенной колонки. Блок Ф2 в разрезе показан на рис. 72.

## 7. ГИБКИЕ ВОЛНОВОДЫ (Ф3, Ф16)

Гибкие гофрированные волноводы служат для механической развязки и сопряжения между волноводными блоками, а также для обеспечения возможности горизонтирования антенной колонки.

Гибкие волноводы установлены:

— Ф3—между четырехканальным вращающимся соединением (Ф2) и неподвижной частью тракта; длина волновода 190 мм; он обеспечивает механическую развязку при горизонтировании антенной колонки;

— Ф16—между поворотным соединением (Ф12) и четырехканальным вращающимся соединением (Ф2); длина волновода 100 мм;

— Ф16 (3 шт.)—между облучателем (А2) и переключателем зон (Ф1); длина волновода 100 мм.

Гибкие волноводы Ф16 обеспечивают механическую развязку и сопряжение между блоками. Устройство гибкого волновода показано на рис. 73, а его общий вид—на рис. 74.

Эластичность волновода позволяет производить многократные перегибы в плоскостях  $E$ ,  $H$  и по диагонали. Геометрические размеры гофр подобраны так, что прямоугольная гофрированная труба 1 (рис. 73) практически не вносит отражений при распространении энергии. Герметичность волновода обеспечивается герметизирующим резиновым кожухом 2, который от механических повреждений предохраняется защитными хомутами 3.

## 8. ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ АНТЕННА—ЭКВИВАЛЕНТ (Ф4)

**Назначение.** Переключатель антенна—эквивалент предназначен для создания дополнительной развязки при работе передающей системы на эквивалент антенны и переключения полярности магнитного поля ферритового циркулятора.

### Принцип работы

Переключение с одного канала на другой производится путем поворота ротора.

Положение переключателя при работе передающей системы на канал антенны или на канал эквивалента антенны определяется положением ручки относительно надписей АНТ. и ЭКВ., нанесенных краской на наружной крышке статора.

Роторный переключатель в положении АНТ. соединяет передающую систему с антенной; а в положении ЭКВ. направляет просачивающуюся с ферритового циркулятора энергию в балластную нагрузку, обеспечивая тем самым дополнительную развязку между антенной и передающей системой.

Переключатель состоит из статора 1 (рис. 75) и ротора 3.

Статор 1 представляет собой цельную литую конструкцию с тремя волноводными каналами, расположенными под углом  $120^\circ$ .

На крышке статора расположены три конечных выключателя, необходимые для выключения высокого напряжения передатчика при переключениях с антенны на эквивалент антенны (два крайних) и переключения полярности ферритового циркулятора (средний), и ручка ротора.

Для обеспечения электрического контакта статор имеет дроссельные канавки 4 на ланцах.

Ротор 3 представляет собой литую конструкцию, имеющую плавный волноводный  $120^\circ$ -градусный изгиб и глухой четвертьволновый карман 2, который дополнительно ослабляет просачивание энергии в неработающий канал. Ослабление энергии между работающим и неработающим каналами роторного переключателя порядка 60 дБ.

Положение ротора при работе на каждый канал фиксируется механическим стопором.

Общий вид переключателя приведен на рис. 76.

## 9. ФЕРРИТОВЫЙ ЦИРКУЛЯТОР (Ф8)

**Назначение.** С помощью ферритового циркулятора осуществляется:

— передача энергии от передающей системы в антенну, а от антенны в приемную систему;

— развязка выходного амплитрона передающей системы от антенно-фидерной системы;

— переключение работы передающей системы с антенны на эквивалент антенны.

**Состав.** В состав блока входят субблоки: секция с ферритами (Ф8А), волноводно-коаксиальный переход (Ф8Б), фазовращатель (Ф8В), разветвитель (Ф8Г), щелевые мосты (Ф8Д), электромагниты, разрядник РР-137, термодатчик, измеритель мощности (К8-1У), зонд К4.

### Принцип работы

Ферритовый циркулятор представляет собой волноводную четырехплечную систему, работа которой основана на использовании невзаимного смещения фаз в ферритах.

Схематический разрез ферритового циркулятора приведен на рис. 77.

Циркулятор содержит два щелевых моста 4 и 9, фазовращатель 5, секцию с ферритами 6, электромагниты 8, создающие постоянное магнитное поле в области ферритовых пластин 7 а и 7 б.

Щелевой мост представляет собой четырехплечное устройство (плечи а, б, в, г) и состоит из двух прямоугольных волноводов имеющих общую узкую стенку с отверстием связи в виде окна.

Длина окна подбирается такой, что энергия, поступающая в одно из плеч, делится поровну между двумя выходными плечами и лишь небольшая доля энергии (меньше 1%) просачивается в смежное с входным плечо. При этом волна на выходе волновода, который запитывается, опережает на  $90^\circ$  по фазе волну на выходе смежного волновода. Например, энергия из плеча а (мост 4) делится пополам между плечами б и в. В плечо г просачивается небольшая часть энергии. Причем, волна в плече б отстает по фазе от волны в плече в на  $90^\circ$ . Длина окна выбирается для средней частоты рабочего диапазона. Для согласования щелевого моста в полосе частот в области связи помещены два индуктивных штыря.

Фазовращатель 5 имеет два канала разной электрической длины. Разность фаз волн, прошедших по левому и правому каналу, на средней частоте рабочего диапазона равна  $90^\circ$ .

В ферритовой секции 6 имеются две пары одинаковых по форме ферритовых пластин 7а и 7б, припаянных на широкие стенки волноводной секции симметрично относительно общей стенки волноводов.

Расстояние ферритовых пластин от узких стенок волновода подбирается экспериментально. Постоянное магнитное поле электромагнита, приложенное к ферритам, перпендикулярно к широкой стенке волновода и направлено в одну и ту же сторону для обеих пар пластин.

Как известно, набег фазы волны в волноводе с ферритом для прямой и обратной волн различен. При этом набег фазы волны при одном направлении магнитного поля будет различным в зависимости от того, где расположен феррит: у правой или у левой боковой стенки волновода по отношению к направлению распространения волны. По этой причине будет наблюдаться некоторый относительный сдвиг фаз между волнами, распространяющимися в одном направлении в правом и левом канале ферритовой секции циркулятора.

Ясно, что сдвиг фаз будет осуществляться и для волн, идущих в обратном направлении. Этот сдвиг фаз зависит от величины приложенного постоянного магнитного поля. Величина поля электромагнита циркулятора подбирается такой, чтобы разность фаз для волн правого и левого канала ферритовой секции составляла  $90^\circ$  на средней частоте рабочего диапазона.

Плечо I циркулятора присоединено к выходному каскаду передающей системы, плечо II через разрядник I—к входу приемной системы, плечо III—к эквиваленту антенны, плечо IV—к переключателю антенна—эквивалент.

**Прохождение энергии в циркуляторе.** Энергия волны, идущей от передающей системы, делится пополам мостом 4. В плоскости начала ферритовой секции волна в левом канале, пройдя щель моста 4 и фазовращатель 5, отстанет по фазе на  $180^\circ$  относительно волны в правом канале.

Допустим, что направление и величина постоянного магнитного поля таковы, что волна, проходящая по волноводу с ферритом 7 б в направлении от передающей системы к антенне, запаздывает относительно волны, проходящей по волноводу с ферритом 7 а, на  $90^\circ$ . Тогда после прохождения ферритовой секции и щели моста 9 волна, пришедшая из правого канала в плечо IV, отстает также на  $180^\circ$ , так что волны в плече IV будут в фазе. Волны из правого и левого каналов в плечо III приходят в противофазе. Таким образом, энергия от передающей системы идет в плечо IV. На рис. 77 показано изменение фаз сигналов, проходящих по двум каналам циркулятора в режиме передачи.

Практически в плечо III просачивается около 1% мощности, т.е. развязка между плечами составляет примерно 20 дБ.

Рассмотрим, в каком направлении идет отраженная энергия из плеча IV. Мост 9 делит отраженную энергию пополам между плечами *a1* и *z1*. Причем волна, прошедшая в плечо *a1* отстанет по фазе на  $90^\circ$  от волны, прошедшей в плечо *z1*. Так как для обратного направления распространения волна левого канала, пройдя волновод с ферритовой пластиной 7 а, отстанет по фазе на  $90^\circ$  относительно волны правого канала, прошедшей волновод с ферритовой пластиной 7 б, то обе волны на выходе из ферритовой секции оказываются в фазе. Далее, пройдя фазовращатель 5, волна левого канала отстанет относительно волны правого канала на  $90^\circ$ , но пройдя мост, обе волны в плече II оказываются в фазе, а в плече I—в противофазе. Таким образом, вся отраженная энергия от плеча IV распространяется в плечо II.

Рассуждая аналогичным образом, убеждаемся, что в случае отражения от плеча II волна распространяется в плечо III, а из плеча III—в плечо I, т. е. циркулятор при данной полярности постоянного магнитного поля направляет энергию по пути I-> IV -> II -> III -> I.

Разрядник 1, стоящий в плече II, представляет собой резонансный объем, образованный отрезком волновода, ограниченным двумя резонансными окнами, с резонансной диафрагмой и искровым промежутком внутри. Во время работы передающей системы (в режиме передачи) искровой промежуток пробивается, наполняющий разрядник газ ионизируется и закорачивает входное окно разрядника. Высокочастотная энергия, попадающая в плечо II как непосредственно от передающей системы, так и после отражения от неоднородностей тракта и антенны почти полностью отражается. В приемное плечо просачивается лишь незначительная часть энергии.

Во избежание перегрева стекла входного окна разрядника охлаждается воздухом. Отраженная разрядником энергия попадает полностью в плечо III, где поглощается согласованной нагрузкой эквивалента-антенны. В плечо I просачивается незначительная часть энергии. Таким образом, циркулятор выполняет функцию развязывающего устройства. В случае приема сигнала антенной (режим приема) энергия из плеча IV идет в приемник (плечо II). Следовательно, циркулятор обеспечивает работу в режиме приема и передачи с одной антенной.

При изменении полярности магнитного поля волна, прошедшая волновод с ферритовой пластиной 7 а в прямом направлении, отстанет по фазе от волны, прошедшей волновод с ферритовой пластиной 7 б, на  $90^\circ$ , а обратная волна будет опережать ее на  $90^\circ$ . Тогда прохождение электромагнитной энергии в циркуляторе будет происходить по схеме I-> III -> II -> IV-> I. Таким образом, изменяя направление магнитного поля электро-магнита, можно производить подключение передающей системы или к эквиваленту антенны или к переключателю антенна—эквивалент, стоящему в плече IV.

**Конструкция.** Циркулятор выполнен на алюминиевом волноводе. На широких стенках ферритовой секции расположены каналы жидкостного охлаждения для съема тепла, выделяющегося в ферритовых пластинках вследствие поглощения ими СВЧ

энергии. Волноводная часть блока крепится специальными приливами на фланцах ферритовой секции к плите. На этой же плите размещается магнитная система из двух электромагнитов, расположенных по обе стороны от ферритовой секции.

Питание электромагнитов ферритового циркулятора осуществляется от отдельного стабилизированного выпрямителя (В6). Направление тока может изменяться с помощью реле, которое управляется микровыключателем переключателя антенна — эквивалент. Общий вид ферритового циркулятора приведен на рис. 78.

## 10. ЭКВИВАЛЕНТ АНТЕННЫ (Ф5)

Эквивалент антенны является согласованной металлической нагрузкой и предназначен для обеспечения регулировки и настройки передающей системы без излучения электромагнитной энергии в пространство. При этом мощность передающей системы поглощается в нагрузке. Общий вид нагрузки приведен на рис. 79.

Нагрузка представляет собой стальной отрезок волновода, разделенный по высоте параллельными пластинами 2 из сплава марки 50Н. Эти пластины образуют ряд волноводов с пониженной высотой, которые имеют большое затухание на единицу длины. Поэтому СВЧ мощность, поступающая в нагрузку, полностью поглощается в стенках волноводов, превращаясь в тепло.

Для обеспечения согласования входные концы пластин разнесены по длине нагрузки в виде скоса. Съем тепла, выделяемого в нагрузке, осуществляется продувкой воздуха внутри нее. Чтобы предотвратить возможность излучения СВЧ мощности из отверстия вывода воздуха, последнее выполняется в виде системы предельных волноводов, образованных металлическими шайбами 3 и пластинами 4.

Общий вид блока Ф5 приведен на рис. 80.

## 11. БАЛЛАСТНАЯ НАГРУЗКА (Ф18)

Балластная нагрузка присоединяется к переключателю антенна—эквивалент и предназначена для поглощения СВЧ мощности, поступающей в плечо IV ферритового циркулятора (рис. 77) в режиме работы на эквивалент антенны.

Общий вид (разрез) балластной нагрузки приведен на рис. 81. Нагрузка представляет собой отрезок волновода 1, в который помещен поглотитель 2. Отрезок волновода является корпусом нагрузки и на внешней стороне имеет ребра для увеличения поверхности охлаждения. Поглотитель выполнен в виде клина. Длина скоса клина выбрана из условия наилучшего согласования и равномерного рассеяния мощности по длине нагрузки. В качестве поглотителя используется материал, состоящий из 70% карборунда и 30% бентонита. Для защиты от воздействия влаги клин покрывается свинцовой глазурью. Поглощающий клин клеится в корпус теплопроводящим клеем на основе эпоксидной смолы ЭД-5 с добавлением карборунда.

Герметизация балластной нагрузки осуществляется установкой уплотнителей 4 из термостойкой резины во фланце 5 и под заглушкой 3.

Общий вид балластной нагрузки (Ф18) приведен на рис. 82.

## 12. СТАНЦИЯ ПИТАНИЯ ЭЛЕГАЗОМ (СПЭ)

Станция питания элегазом предназначена для заполнения элегазом части фидерного тракта, включающего вращающееся соединение 10 (рис. 55), поворотное соединение 9, переключатель зон 8 и гибкие волноводы, и для поддержания в ней при работе станции постоянного давления 0,02—0,1 *атм*. Система питания элегазом состоит из канала продувки и канала подкачки.

Схема станции питания тракта элегазом приведена на рис. 83. Давление 1,4—1,6 *атм* на выходе редуктора РВ-1.5 2 обеспечивает быстрое наполнение тракта элегазом (режим

продувки). Для выхода воздуха и предотвращения деформации волноводов в верхней точке герметизированного объема тракта (на переключателе зон) устанавливается стравливающий клапан. Клапан имеет защитный колпак для предохранения от пыли и влаги. При проверке тракта на герметичность выходное отверстие клапана заглушается винтом. Винт хранится на блоке Ф1 ввернутым в глухое отверстие около клапана. Клапан открывается в режиме продувки при давлении 0,25—0,45 *атм*. По окончании продувки клапан закрывается при давлении не ниже 0,12 *атм*.

Давление 0,02—0,1 *атм* на выходе редуктора РВ-0,7 7 необходимо для компенсации потерь элегаза в результате утечек (режим подкачки).

В режиме продувки станция работает следующим образом: при открытых вентилях на баллонах и вентиле 4 элегаз проходит по шлангам 8 и 9 под давлением, равным давлению в баллонах. При проходе элегаза через редуктор 2 давление его понижается до 1,1—1,6 *атм* и под этим давлением он проходит через вентиль 4, шланг 5, тройник 6 в фидерный тракт.

В режиме подкачки станция работает так: при открытых вентилях баллонов закрывают вентиль 4 (после 2—3 *мин* работы в режиме продувки), и элегаз после редуктора 2 под давлением 1,4—1,6 *атм* идет к редуктору 7. При проходе через редуктор 7 давление элегаза понижается до 0,02—0,1 *атм*, и под этим давлением он поступает в фидерный тракт. Давление в тракте контролируется прибором КУС-2000, проградуированным в делениях. Шкала прибора разделена на рабочий сектор (красный) и сектор, запрещенный для работы (черный). В режиме продувки стрелка прибора не должна отклоняться больше 9 делений (не должна заходить в зачерненный сектор). В режиме подкачки стрелка прибора должна находиться в пределах сектора, отмеченного красной краской.

### 13. ПРОЧИЕ ЭЛЕМЕНТЫ АНТЕННО-ФИДЕРНОЙ СИСТЕМЫ

К прочим элементам относятся волноводные соединительные секции, герметизирующая секция, устройство ввода воздуха для охлаждения эквивалента антенны и направленный ответвитель.

Волноводные соединительные секции предназначены для соединения основных блоков антенно-фидерной системы в соответствии с общей компоновкой фидерного тракта. Они представляют собой отрезки прямоугольных волноводов с неполяризованными контактными фланцами. На фланцах в фигурные пазы помещаются резиновые прокладки для обеспечения герметичности тракта и пружинные прокладки по форме сечения волновода для обеспечения электрического контакта.

На рис. 84 показано фланцевое соединение.

Герметизирующие секции предназначены для отделения той части фидерной системы, которая заполняется элегазом. Они представляют собой фланец с вклеенной в него фигурной пластиной из фторопласта-4. Общий вид герметизирующей секции приведен на рис. 85.

На плече IV расположен направленный ответвитель для ввода опорного сигнала, используемого при измерении диаграммы направленности антенны и проверки времени восстановления разрядника.

Устройство ввода воздуха в фидерный тракт состоит из герметизирующей секции и секции ввода воздуха и предназначено для направленного ввода воздуха, необходимого для охлаждения эквивалента антенны, осуществляемого продувкой воздуха внутри его.

Секции размещены на участке тракта между ферритовым циркулятором и эквивалентом антенны. Общий вид секции ввода воздуха приведен на рис. 86. Она выполняется в виде волновода 1 стандартного сечения с отверстием в узкой стенке волновода, к которому присоединен отрезок воздуховода 2. Для устранения отражений и излучения электромагнитной энергии в воздуховод отверстие выполнено в виде окна прямоугольного сечения в узкой стенке волновода, разделенного штырями 3. Для дополнительной экранировки воздуховод разделяется пластиной 4, параллельной линиям электрического

поля, возникающего в воздуховоде. Образующиеся при этом два предельных волновода имеют очень большое затухание на единицу длины.

## Глава 5

### ПЕРЕДАЮЩАЯ СИСТЕМА

#### 1. НАЗНАЧЕНИЕ, ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И СОСТАВ ПЕРЕДАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

**Назначение.** Передающая система предназначена для формирования мощных высокочастотных зондирующих импульсов, которые излучаются в пространство антенной станции.

**Основные технические данные.** Передающая система построена по схеме двухканального широкополосного импульсного усилителя мощности (1-й каскад—на лампе бегущей волны УВИ-1, последующие четыре каскада—на амплитронах УМИ-5, УМИ-6, УМИ-7 и УМИ-8) с двумя умножителями частоты на его входе. Каждый из умножителей умножает частоту в половинной полосе перестройки частот станции в 24 раза. Выходная импульсная и средняя мощность, длительность импульсов, временной сдвиг между импульсами I и II каналов и частотный разнос между ними, полоса перестройки, диапазон частот I и II каналов приведены в формуляре на станцию.

Передающая система может работать на одной (из числа предусмотренных в станции—см. формуляр), фиксированной для каждого канала частоте с кнопочной или автоматической перестройкой частоты по определенному закону.

Передающая система работает в двухканальном режиме с частотами следования импульсов  $F1, F2, F3$ . При выходе из строя одного из каналов система может работать одним каналом с частотой повторения  $F1$ . Частоты следования импульсов в разных режимах работы системы приведены в формуляре на станцию.

Мощность, потребляемая передающей системой от агрегата питания,— около 32 квт.

**Состав.** В передающую систему (рис. 87) входят:

- блоки И91, И9П, импульсные умножители частоты— 1, 2;
- блок запуска передающей системы (И8) — 3;
- блок сложения мощности импульсных умножителей (Ф11)—4;
- блок И4—усилитель мощности на ЛБВ (1-й каскад)—5;
- модуляторное устройство 1-го каскада (И7) —6;
- ступенчатый переход (Ф13)—7;
- отрезок коаксиала—8;
- ферритовый вентиль (Ф10) —9;
- гибкие коаксиалы (Ф28, Ф14) — 10, 13;
- модуляторное устройство 2-го каскада (И 14) — 11;
- блок И3—усилитель мощности (2-й каскад) — 12;
- коаксиально-волноводный переход (Ф15)—14;
- ферритовый вентиль (Ф6)—15;
- волноводные секции—16;
- гибкие волноводные секции (Ф17) — 17, 20, 22, 26, 28, 32;
- модуляторное устройство 3-го каскада (И 13) — 18;
- блок И15—усилитель мощности (3-й каскад) — 19;
- ферритовый вентиль (Ф7)—21;
- модуляторное устройство 4-го каскада (И6) —23 с импульсным трансформатором Тр1 (узел У19)—24;
- блок И2—усилитель мощности (4-й каскад)—25;
- ферритовый вентиль (Ф9) — 27;
- модуляторное устройство 5-го каскада—29 с импульсным трансформатором Тр1

- (узел У18)—30;  
— блок И1 —усилитель мощности (5-й каскад) —31;  
— блок подмодуляторов (И 10)—33;

## 2. ПРИНЦИП РАБОТЫ ПЕРЕДАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ

Упрощенная функциональная схема передающей системы показана на рис. 88.

Высокочастотные непрерывные колебания с частотой  $9(F_3-F_1)$  и  $9(F_3-F_2)$  с блока формирования задающих частот (блок П6) подаются на входы соответствующих умножителей частоты И91 и И9II, которые усиливают и умножают входные сигналы—каждый в половинной полосе перестройки частот станции без дополнительных перестроек. Сигналы с выходов блоков И91 и И9II, умноженные по частоте в 24 раза, поступают на блок сложения Ф 11, а с его выхода через развязывающий вентиль Ф11а на вход блока И4, выполненного на ЛБВ типа УВИ-1. Далее сигналы усиливаются до величины, обеспечивающей нормальную работу станции, четырьмя усилителями на амплитронах УМИ-5, УМИ-6, УМИ-7 и УМИ-8. Умножители частоты И91, И9II и все последующие каскады усилителя мощности работают в импульсном режиме.

Для устранения самовозбуждения и для более равномерного распределения мощности по диапазону между усилительными каскадами установлены развязывающие ферритовые вентили (блоки Ф10, Ф6, Ф7, Ф9).

Каждый усилительный каскад имеет свой двухканальный модулятор, подающий на катоды усилительных ламп два модулирующих импульса, разнесенные во времени.

Синхронизация всех модуляторов и блоков И91 и И9II осуществляется блоком запуска И8, формирующим из импульса, поступающего с блока запуска и отметок Ц1, парные импульсы, разнесенные во времени. Подробно принцип работы системы рассматривается по функциональным цепям.

Высокочастотный тракт (рис. 89) передающей системы состоит из двух умножителей частоты И91 и И9II (соответственно для I и II каналов), усилителя мощности на ЛБВ и четырех каскадов на амплитронах.

Сигналы с выходов блока формирования задающих частот (блок П6) поступают на входы умножителей частоты И91 и И9II. Через буферные каскады И9Ж они подаются на двухкаскадный усилитель и далее на умножитель частоты с коэффициентом умножения 24. Умножитель частоты состоит из четырех умножительных каскадов с коэффициентами умножения 3; 2; 2 и 2.

Маломощные высокочастотные импульсные колебания с частотами  $216(F_3-F_1)$  и  $216(F_3-F_2)$  с выходов блока умножителей через блок сложения мощности Ф11 и развязывающий вентиль Ф11а поступают на вход 1-го каскада усилителя мощности на ЛБВ типа УВИ-1. Дальнейшее усиление по мощности осуществляется четырьмя усилительными каскадами на амплитронах типа УМИ-5, УМИ-6, УМИ-7 и УМИ-8, работающими на различных уровнях мощности.

В высокочастотном тракте между усилительными каскадами и после блока Ф11 установлены ферритовые вентильные устройства Ф11а, Ф10, Ф6, Ф7 и Ф9. Ферритовые вентили незначительно (не более 1,2 дБ) ослабляют высокочастотные колебания, распространяющиеся в прямом направлении, и практически полностью (не менее 15 дБ) поглощают энергию колебаний, распространяющихся в обратном направлении.

Благодаря направленным свойствам ферритовых вентилях обеспечивается высокий КБВ нагрузки каждого из усилительных приборов и надежная электрическая развязка каскадов, что необходимо для устранения возможности самовозбуждения и для получения равномерной частотной характеристики усилителя мощности.

Если подать на катод амплитрона модулирующий импульс без подачи на его высокочастотный вход мощности возбуждения, то амплитрон возбуждается, что приводит к перенапряжениям и пробоям, которые могут вывести его из строя. Поэтому для нормальной

работы амплитрона необходимо подавать модулирующий импульс на его катод позднее, чем импульс возбуждающей мощности на его высокочастотный вход, а прекращать подачу раньше, т. е. чтобы модулирующий импульс вписывался в огибающую высокочастотного импульса предыдущего каскада. Это достигнуто последовательным уменьшением длительности модулирующего импульса каждого последующего каскада по отношению к предыдущему, как показано на рис. 90, на котором схематически изображены огибающие высокочастотных импульсов всех каскадов (их расстановка во времени осуществляется блоком запуска И8).

Модуляторное устройство передающей системы состоит из пяти модуляторов (рис. 88), каждый из которых вырабатывает модулирующие импульсы отрицательной полярности для соответствующего каскада усилителя мощности. Модуляторные устройства выдают на катоды усилительных приборов по два импульса, разнесенных во времени. Каждое модуляторное устройство состоит из двух модуляторов (двух каналов), работающих на общую нагрузку.

Модуляторные устройства первых трех каскадов усилителя мощности построены по схеме с частичным разрядом накопительного элемента (емкости) и отличаются лишь мощностью коммутирующего элемента. В схеме каждого из них цепь заряда, накопитель энергии и разрядная цепь общие для двух каналов. Модуляторные устройства 4-го и 5-го каскадов построены по схеме с полным разрядом накопителя энергии. Общими для двух каналов этих устройств являются зарядные дроссели и выходные импульсные трансформаторы.

Амплитуды выходных импульсов модуляторных устройств 2, 3 и 4-го каскадов различны по I и II каналам: амплитуда модулирующего импульса во II канале меньше амплитуды импульса в I канале на 4—6%. Это достигается включением добавочного сопротивления в цепь разряда накопителя энергии по II каналу в модуляторных устройствах 2-го и 3-го каскадов, а в модуляторном устройстве 4-го каскада—разным коэффициентом трансформации импульсного трансформатора.

Разница амплитуд по I и II каналам обусловлена тем, что зона устойчивой работы амплитрона УМИ-5, УМИ-6 и УМИ-7 в низкочастотном диапазоне (во II канале) по напряжению расположена ниже, чем в высокочастотном диапазоне (в I канале).

Синхронизация (рис. 91) передающей системы осуществляется блоком запуска И8, который формирует импульсы запуска модуляторов всех каскадов с соответствующей временной расстановкой, обеспечивающей устойчивую работу передающей системы.

Блок запуска состоит из I и II каналов, которые обеспечивают синхронизацию передающей системы соответственно в I и II каналах. Каждый из двух каналов блока запуска передающей системы имеет шесть согласующих каскадов запуска модуляторных устройств передающей системы. Согласующие каскады обеспечивают усиление сигналов запуска по мощности и согласование волнового сопротивления линий задержки с входным сопротивлением синхронизируемых цепей.

В каждом согласующем каскаде запуска имеется регулируемый элемент, с помощью которого можно изменять положение выходного импульса во времени и, следовательно, относительно импульсов, выдаваемых для синхронизации других модуляторов.

Так как модуляторы для умножителей частоты и первых трех каскадов усилителя мощности выполнены на жестких лампах и практически безынерционны, то импульсы запуска для них имеют следующее расположение во времени (рис. 92). Первым с разъема Ф5 блока И8 выдается импульс для запуска модулятора умножителей частоты I канала (И91). Импульс, задержанный относительно импульса И91, выдается с разъема Ф4 блока И8 на I канал модуляторного устройства 1-го каскада (блок И7).

Для запуска модуляторных устройств 2-го и 3-го каскадов (блоки И14 и И13) с разъемов Ф7 и Ф6 выдаются импульсы, задержанные относительно импульсов для блоков И7 и И14 соответственно.

Модуляторные устройства 4-го и 5-го каскадов (И6 и И11) выполнены на тиратронах,

которые имеют значительную задержку анодного тока относительно запускающего импульса поджига тиратронов. Поэтому импульс запуска для них выдается значительно раньше. Импульс запуска модуляторного устройства 5-го каскада выдается раньше, чем импульс запуска модуляторного устройства 4-го каскада, что объясняется большей задержкой в цепи поджига тиратронов модуляторного устройства 5-го каскада.

Таким образом, при работе передающей системы модулирующее напряжение на катод усилительного каскада выдается несколько позднее импульса высокочастотной энергии, поступающего на его высокочастотный вход с предыдущего каскада, а так как длительность импульсов предыдущего каскада больше длительности импульсов последующего каскада, то осуществляется построение пирамиды высокочастотных импульсов, т. е. огибающие импульсов последующего каскада вписываются в огибающие импульсов предыдущего каскада. Аналогично вырабатываются и выдаются с разъемов Ф10, Ф11, Ф12, Ф13, Ф14 и Ф15 импульсы запуска модуляторов II канала передающей системы. Разница лишь в том, что они имеют постоянную задержку  $T$  относительно импульсов I канала, что осуществляется задержкой входного импульса от блока запуска и отметок Ц1 в каскаде формирования импульсов II канала. Выбор временного положения запускающих импульсов осуществляется органами регулировки блока И8.

**Контроль.** Ввиду сложности построения в передающую систему введен оперативный контроль параметров, обеспечивающих ее нормальную работу.

В передающей системе контролируются следующие параметры:

- мощность на выходе передающей системы и на выходе ее отдельных каскадов;
- коэффициент бегущей волны (КБВ) на выходе всех каскадов (кроме 1-го) усилителя мощности;
- огибающие высокочастотных импульсов всех усилительных каскадов и умножителей частоты и их расстановка во времени (пирамида),
- величина среднего анодного тока усилительных каскадов;
- напряжения высоковольтных выпрямителей, питающих модуляторные устройства;
- форма и длительность модулирующих импульсов усилительных каскадов;
- ток цепей накала амплитронов 3, 4 и 5-го каскадов усилителя мощности;
- предельные температурные режимы амплитронов и ферритовых вентилях, работающих при высоком уровне мощности.

Для контроля проходящей мощности и КБВ (рис. 93) в тракт после каждого усилительного каскада (на ферритовых вентилях) встроены термоэлектрические элементы (термопары), чувствительные к электрической составляющей электромагнитного поля (блоки К7, К81, К811, К8111, К81У), с помощью которых измеряется средняя мощность высокочастотных импульсов соответственно 1, 2, 3, 4 и 5-го усилительных каскадов и КБВ на выходе 2, 3, 4 и 5-го усилительных каскадов.

Для измерения мощности, поступающей на вход 1-го усилительного каскада с умножителей частоты И9I и И9II, на выходе ферритового вентиля Ф11а имеется петлевой направленный ответвитель, реагирующий на изменение магнитной составляющей электромагнитного поля, сигнал с которого детектируется в блоке К12 и с помощью тумблера К2— К9 может быть подан на прибор блока измерения мощности и КБВ (блока К9). Его показания проградуированы в значениях импульсной мощности для одного умножителя частоты И9I или И9II. Градуировочная таблица имеется на блоке И9.

Для контроля огибающей высокочастотных импульсов и для просмотра пирамиды высокочастотных импульсов после каждого каскада усилителя мощности в тракт (рис. 93) встроены зонды (К4), реагирующие на электрическую составляющую; сигналы с зондов подаются на коаксиальный переключатель (КЗМ) на пять положений (И4, И3, И15, И2 и И1), соответствующих контролируемым точкам. С выхода коаксиального переключателя сигнал можно подать на гнездо В. Ч. СИГНАЛ блока К3 (для просмотра спектра сигнала) или на вход детектора КЗЛ, сигнал с которого подается на вход осциллографа К2.

Контроль величины среднего анодного тока первых трех усилительных каскадов ведется по измерительному прибору, включенному (рис. 94, а) в цепь заряда накопительной емкости модулятора и показывающему величину среднего анодного тока нагрузки. Подробнее принцип работы схемы контроля приводится при описании блока И7.

Контроль величины среднего анодного тока 4-го и 5-го каскадов ведется по постоянной составляющей импульсного тока амплитрона (рис. 94,б), для чего между корпусом (землей) и низковольтным концом вторичной обмотки импульсного трансформатора включен измерительный прибор.

Измерительные приборы, показывающие величину среднего анодного тока усилительных каскадов, установлены на шкафу У5 и имеют гравировки ТОК И4, ТОК И3, ТОК И15, ТОК И2 и ТОК И1. Импульсные напряжения, подводимые на катоды высокочастотных приборов усилительных каскадов, контролируются ориентировочно по напряжениям питания, подаваемым от высоковольтных выпрямителей на модуляторные устройства усилительных каскадов.

Контрольные напряжения (рис. 95) снимаются с делителей и через переключатель, имеющий соответствующие гравировки, подводятся на прибор, отградуированный в киловольтах измеряемого напряжения. Переключатель и прибор установлены на шкафу У5. Контроль модулирующих импульсов первых двух усилительных каскадов ведется с модуляторных устройств (блоки И7 и И14), имеющих емкостные делители, с которых сигнал подается на контрольные разъемы (разд. 9 и 10 настоящей главы).

Контрольные импульсы модулирующего напряжения для 3-го каскада также снимаются с емкостного делителя, а контрольные импульсы для 4-го и 5-го каскадов снимаются с помощью измерительных трансформаторов, включенных в цепь вторичной обмотки импульсного трансформатора соответствующих модуляторов. Импульсы через переключатель с гравировками И15, И2, И1 подаются на разъем, к которому подключается осциллограф (рис. 96).

Для контроля тока цепей накала амплитронов УМИ-6, УМИ-7 и УМИ-8 в первичные цепи накальных трансформаторов включены измерительные трансформаторы, контрольное напряжение с которых снимается через переключатель, выпрямитель (рис. 97) и штекерное гнездо на измерительный прибор М265. Показания прибора зависят от тока, протекающего по первичной обмотке измерительного трансформатора, т. е. в конечном счете от тока в цепи накала амплитрона.

Переключатель, штекерное гнездо для контроля тока накала и высокочастотный разъем для контроля модулирующих импульсов расположены на шкафу И12. В передающей системе имеется автоматический контроль предельных температурных режимов амплитронов и ферритовых вентилях, который обеспечивается термоэлектрическими датчиками (термосопротивлениями), установленными на анодных блоках амплитронов и на корпусах ферритовых вентилях.

При повышении температуры в одном из контролируемых блоков изменяется сопротивление термодатчика и, следовательно, изменяется протекающий через него ток. Мостовая схема (рис. 98), в одно из плеч которой включен термодатчик, разбалансируется и срабатывает исполнительное реле блока К10, которое выдает сигнал аварии на блок У12 и на шкаф У5. Для ферритовых вентилях предельная температура, при которой выдается сигнал аварии, равна 75°С, для амплитронов 105°С. При повышении температуры амплитронов до 115°С исполнительные реле блока К10 выдают сигнал на снятие высоких напряжений и напряжения накала с передающей системы.

**Управление.** К управлению передающей системой относятся следующие операции:

- включение и выключение;
- переключение режимов работы.

Как указывалось выше, импульсы возбуждения на высокочастотные входы амплитронов должны подаваться раньше модулирующих импульсов, поступающих на их катоды. Поэтому установлена определенная последовательность включения каскадов передающей

системы.

После включения аппаратуры переднего отсека тумблером НАКАЛ ОХЛ. И подается напряжение 220 в 400 *гц* на трансформаторы, питающие накальные цепи передающей системы. При этом включаются реле времени и электродвигатели вентиляторов воздушного жидкостного охлаждения.

В связи с тем что тиратроны в модуляторных устройствах 4-го и 5-го каскадов имеют большое время разогрева, для них введен форсированный накал. В первичной цепи накальных трансформаторов тиратронов включены реле, которые в момент подачи напряжения на накальные цепи подключают питающую сеть на меньшее (по сравнению с номинальными) число витков. Управляющее напряжение —27 в на коммутирующие реле подается с реле времени.

После включения цепи накала автоматически через 1 *мин* включаются выпрямители —150 и —800в, питающие цепи смещения передающей системы; через 2 *мин* тиратроны модуляторных устройств 4-го и 5-го каскадов переводятся на нормальный накал; через 2,5 *мин* включаются выпрямители +270, +725 и +3300в, питающие анодные цепи блока запуска И8, модуляторы умножителей частоты И9I и И9II и подмодуляторы 4-го и 5-го каскадов. Через 3 *мин* прогреваются нити накалов ламп, реле времени замыкает цепь включения высокого напряжения и на шкаф У5 выдается сигнал о возможности подачи высоких напряжений на передающую систему.

При наличии готовности (горит лампочка ГОТОВНОСТЬ на шкафу У5) тумблером ВЫСОКОЕ включаются высоковольтные выпрямители, питающие модуляторы передающей системы. Тумблеры +14КВ, +18КВ, +22КВ, +10КВ, +11КВ, расположенные под крышкой У5, с помощью которых включаются отдельные каскады передающей системы, нормально находятся во включенном состоянии.

При включении тумблера ВЫСОКОЕ автоматически подается пониженное напряжение (начальный уровень) на модуляторное устройство 1-го каскада (блок И7), затем напряжение выпрямителя +14 кв, питающего блок И7, автоматически поднимается до номинального значения и включается пониженное напряжение на модуляторное устройство 2-го каскада (блок И14) и т. д. Эта последовательность обеспечивается системой автоматики и специальными схемами контроля выходных импульсов, имеющимися во всех модуляторных устройствах (кроме модуляторного устройства выходного каскада).

При нормальной работе модуляторного устройства 1-го каскада с делителя, включенного параллельно нагрузке (рис. 99), часть напряжения рабочего импульса снимается на схему контроля выходных импульсов. Схема через систему автоматики переводит модуляторное устройство из начального уровня включения в номинальный режим и замыкает цепь включения высокого напряжения на модуляторное устройство следующего каскада, на которое автоматически подается пониженное высокое напряжение, и т. д.

Так последовательно автоматически включаются три каскада усилителя мощности в номинальный режим, а 4-й и 5-й каскады включаются на начальный уровень, и их номинальный режим устанавливается ручками И2 МЕНЬШЕ — БОЛЬШЕ и И1 МЕНЬШЕ — БОЛЬШЕ. С помощью ручек изменяется фаза напряжения смещения на сетках тиратронов (относительно анодного напряжения) выпрямителей +10 и +11 кв, питающих модуляторные устройства 4-го и 5-го каскадов. Таким образом, на усилительный каскад сначала подается сигнал возбуждающей мощности, а затем модулирующее напряжение.

При переводе тумблера ВЫСОКОЕ в положение ВЫКЛ. высокое напряжение с каскадов снимается автоматически в обратном порядке.

Передающая система может работать в следующих режимах:

- с частотой повторения F1 двумя каналами;
- с частотой повторения F2 двумя каналами;
- с частотой повторения F3 двумя каналами;
- с частотой повторения F1 одним каналом.

Переход из одного режима в другой при двухканальной работе осуществляется изменением частоты повторения импульсов с блока запуска и отметок Ц1 переключателем ЧАСТОТА СТАНЦИИ, установленным на пульте У4-1.

Переход в одноканальный режим с частотой повторения F1 осуществляется установкой в положение I или II переключателя КАНАЛЫ на шкафу У5, который подает анодное напряжение +270 в на согласующие каскады запуска блока И8 на I или II канал.

Режим высокочастотных приборов регулируется импульсным анодным напряжением, подаваемым на их катоды с модуляторных устройств. Это напряжение в свою очередь регулируется напряжением литания, подаваемым с высоковольтных выпрямителей на модуляторные устройства, т. е. режим высокочастотных приборов в конечном счете устанавливается органами регулировки высоких напряжений высоковольтных выпрямителей.

**Защита.** Передающая система—сложное устройство, использующее высокие напряжения (до 50 кВ) и многие неисправности без соответствующей защиты могли бы приводить к серьезным авариям, выводящим станцию из строя. Поэтому в передающую систему

введена защита от аварийных режимов:

- при коротких замыканиях в нагрузке и анодных цепях модуляторных устройств;
- при снятии напряжения —150 или —800 в, питающего цепи смещения;
- при снятии запускающих импульсов с одного из модуляторных устройств;
- при отсутствии тока соленоида 1-го каскада усилителя мощности.

При коротких замыканиях длительностью более 100—150 мсек в модуляторных устройствах передающей системы соответствующие реле, установленные в блоках, выдают сигнал аварии на шкаф У5 (загораются лампочка АВАРИЯ и лампочка, соответствующая аварийной цепи), и высокие напряжения с передающей системы снижаются. При коротких замыканиях в нагрузке модуляторных устройств первых трех каскадов усилителя мощности не выдается контрольный импульс (рис. 99) на схему контроля выходных импульсов, которая разрывает цепь включения высоких напряжений передающей системы.

При коротком замыкании анодных цепей модуляторных устройств (до накопительного элемента) всех каскадов срабатывает защита выпрямителей по максимальному току и отключает высокое напряжение с передающей системы.

При коротких замыканиях в нагрузке модуляторных устройств 4-го и 5-го каскадов перезаряд накопительного элемента (зарядной линии) (рис. 100) вызывает большой ток через реле перезаряда Р1, которое выдает сигнал на выключение высокого напряжения.

При кратковременных (менее 100 мсек) пробоях в нагрузке модуляторных устройств высокое напряжение не снимается, для чего введены специальные схемы задержки аварий. Цепь напряжения смещения —150 в последовательно подведена в блок подмодуляторов И10, в блоки умножителей частоты И9II и И9I и оканчивается в блоке запуска И8, а цепь напряжения смещения —800 в последовательно подведена в модуляторные устройства 2-го каскада (блок И14) и 1-го каскада (блок И7) и оканчивается в модуляторном устройстве 3-го каскада (блок И13).

Для защиты передающей системы от аварий при снятии напряжений смещения в блоке И8 (для напряжения —150 в) и в блоке И13 (для напряжения —800 в) имеются реле Р1, РЭС9 контроля этих напряжений. При наличии напряжений — 150 и —800 в соответственно в блоках И8 и И13 реле Р1 срабатывают и их контакты подготавливают цепь включения высокого напряжения, а при отсутствии одного из этих напряжений цепь включения высокого напряжения разрывается.

При отсутствии запускающих импульсов на модуляторном устройстве одного из каскадов (кроме 5-го) его схема контроля выходных импульсов выдает сигнал на выключение следующих каскадов и переводит аварийный каскад в начальный уровень включения. Модуляторное устройство 5-го каскада схем контроля выходного импульса не имеет.

Для защиты ЛБВ 1-го каскада усилителя мощности от аварии при работе без фокусирующего магнитного поля в цепи питания соленоида (в блоке В5) установлено реле. При наличии тока реле срабатывает и своими контактами подготавливает цепь включения высокого напряжения. С защитой передающего устройства тесно связана защита по первичной сети, защита выпрямительных устройств, системы вентиляции и жидкостного охлаждения и ферритового циркулятора Ф8.

Для защиты расчета от случайных попаданий под высокое напряжение на всех дверях шкафов и блоках В3 и И10 имеются блокировки. При открывании одной из дверей или при извлечении одного из блоков И10, В3 снимается высокое напряжение, а высоко-вольтные цепи при открывании двери замыкаются на землю механическими разрядниками.

Замыкание цепей блокировок сигнализируется лампочками БЛС и БЛВ, включенными на выходе соответствующих блокировочных цепей из шкафов И16, И6 и И12. Более подробно вопросы управления и защиты передающей системы» освещены в гл. 11 (см. Техническое описание книга 2 часть I).

### 3. БЛОК ЗАПУСКА ПЕРЕДАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ (И8)

**Назначение.** Блок И8 предназначен для формирования и временной расстановки импульсов запуска модуляторных устройств усилителя мощности и импульсных умножителей частоты И9I и И9II. Кроме того, блок запуска формирует и коммутирует импульс запуска для запросчика.

**Принцип работы.** Принципиальная схема блока помещена на рис. 489 (см. Альбом схем). Функционально блок состоит из двух каналов. На входе I канала включен каскад формирования импульсов запуска на лампе Л1, левая половина которой работает по схеме усилителя, а правая—по схеме ждущего блокинг-генератора. До прихода импульса запуска лампа закрыта отрицательным смещением, подаваемым на ее сетки через сопротивления R1 и R3. С приходом положительного импульса с блока запуска и отметок Ц1 через разъем Ф1 и емкость С1 лампа Л1А открывается и усиленный сигнал с обмотки Пн—Пк снимается на сетку лампы Л1Б, вызывая срабатывание блокинг-генератора. Импульс с выходной обмотки Шн—Шк блокинг-трансформатора Тр1 подается на управляющую сетку лампы Л2А (двойной тетрод ГМИ-6), работающей в режиме усилителя мощности.

К выходной обмотке Пн—Пк переходного трансформатора Тр2 через контакты 7, 6 реле РЗ, которые замкнуты при работе в режиме I и I+Пк, подключены однотипные согласующие каскады, состоящие из узлов ступенчатой задержки и катодных повторителей. Узлы ступенчатой задержки У1, У2, У3, У4, У5, У6 состоят из линии задержки на 1 мксек, нагруженной на сопротивление R1, равное волновому, и кулачкового переключателя на 20 положений. С помощью переключателя обеспечивается получение ступенчатой задержки через 0,05 мксек, что обеспечивает необходимую временную расстановку импульса запуска модуляторов. Импульсы с общих лепестков переключателей подаются на управляющие сетки согласующих каскадов, работающих по схеме катодных повторителей (лампы Л5, Л6, Л7), с выхода которых импульсы снимаются на выходные разъемы Ф4, Ф5, Ф6, Ф7, Ф8, Ф9.

Схема II канала построена аналогично. Разница лишь в том, что запуск на каскад формирования импульса запуска, работающего по схеме блокинг-генератора (Л3), подается с выхода усилителя I канала (с обмотки Пн—Пк трансформатора Тр2) через последовательно включенные согласующий катодный повторитель (Л4А) и линии задержки (Л3-2) и (Л3-1). Последние обеспечивают необходимый разнос между импульсами I и II канала. Импульсы запуска II канала выдаются с разъемов Ф10, Ф11, Ф12, Ф13, Ф14, Ф15.

Импульсы для запуска запросчика выдаются на контакт в колодки П1. Коммутация этих импульсов производится путем подачи управляющего напряжения (—27 в—в режиме СОВМЕЩ. I и +27 в—в режиме СОВМЕЩ. II) с пульта управления запросчика через контакт 3 а колодки П1 на реле Р2 и Р5. В режиме АВТОНОМ. управляющее напряжение не

подается. В этом режиме, на запросчик подается через контакт 8 в колодки П1 и контакты 3, 4 реле Р2 упрежденный импульс запуска с блока запуска и отметок Ц1.

В режиме СОВМЕЩ. П запросчик запускается задержанным на 0,8 мксек импульсом П канала (через нормально замкнутые контакты 7, 8 реле Р5, линию задержки ЛЗ-3, нормально разомкнутые контакты 6, 7 реле Р2 и согласующий каскад Л4Б).

В режиме СОВМЕЩ. I запросчик запускается задержанным на 0,8 мксек. импульсом I канала (через нормально разомкнутые контакты 6, 7 реле Р5, линии задержки ЛЗ-3 и нормально разомкнутые контакты 6, 7 реле Р2 и согласующий каскад Л4Б).

**Контроль.** В блоке предусмотрен контроль постоянных питающих и импульсных напряжений. Каждое контролируемое постоянное напряжение —15, —25, —150, +270 I, +270 II, +270 и +725 в омическим делителем приводится к величине, примерно равной 0,1 в, и контролируется контрольным прибором, подключаемым к штекерному гнезду ПРИБОР через переключатель (В3) КОНТРОЛЬ. Контрольные импульсные напряжения I канала снимаются на осциллограф с разъема Ф3, а II канала—с разъема Ф16 и ком-мутируются переключателями КОНТРОЛЬ (В1 и В2).

**Питание.** Постоянные напряжения —150, +270, +725 в для питания блока поступают с блока выпрямителей средних напряжений В3, расположенного в шкафу В2. Накальные цепи дамп питаются от накального трансформатора, установленного в блоке.

В цепи питания —150 в включено реле Р1 (РЭС-9), контакты которого последовательно включены в цепь включения блока средних напряжений В3, подготавливающие включение средних напряжений при наличии в блоке напряжения смещения, что обеспечивает защиту от аварийных режимов.

**Конструкция.** Конструктивно блок оформлен в виде отдельного выемного блока и расположен в шкафу 016, с которым блок соединяется гибкими кабелями с разъемами.

На переднюю панель блока выведены ручки переключателей регулирования задержек запускающих импульсов I и II каналов и ручки контрольных переключателей. Передняя панель закрывается откидной крышкой. Общий вид блока приведен на рис. 101—103.

#### 4. БЛОКИ ИМПУЛЬСНЫХ УМНОЖИТЕЛЕЙ (И9I, И9II)

**Назначение.** Блоки импульсных умножителей предназначен для умножения частоты, усиления и импульсной модуляции высокочастотных колебаний, поступающих с блока задающих частот Пб. Эти функции выполняются блоком И9I для I канала и блоком И9II для II канала.

**Состав.** В блок И9I входят субблоки: И9ЖI — буферный каскад, И9АБI — усилитель-утроитель, И9ВI — удвоитель, И9ГI — удвоитель, И9ДI — удвоитель, И9Е — модулятор, К12 — амплитудный детектор. В состав блока И9II входят такие же субблоки: И9ЖII, И9АБII, И9ВII, И9ГII, И9ДII, И9Е.

**Принцип работы.** Принципиальные схемы блоков приведены на рис. 490 и 491 (см. Альбом схем). Функциональные схемы блоков И9I и И9II аналогичны (рис. 104). На вход блока И9 (разъем Ф9) от блока Пб поступают непрерывные высокочастотные колебания с частотами: для И9I-9 ( $f_3—f_1$ ), для И9II-9 ( $f_3—f_2$ ). На входе блока И9 имеется буферный каскад (субблок И9Ж), который работает в непрерывном режиме и служит для согласования блоков Пб и И9.

Непрерывные высокочастотные колебания с выхода буферного каскада (разъем Ф1) поступают на вход первого усилителя мощности А1 (разъем Ф10), который работает в режиме анодной импульсной модуляции, далее на вход второго усилителя мощности А2 и затем на вход утроителя Б. Усилители А1, А2 и утроитель Б объединены в одном субблоке И9АБ.

Импульсные высокочастотные колебания с несущей частотой, в три раза большей входной, с разъема Ф15 субблока И9АБ поступают на вход (разъем Ф17) умножителя 1х2 (субблок И9В). С выхода первого удвоителя (разъем Ф18) импульсные колебания (с ча-

стотой, в 6 раз большей входной частоты блока И9) поступают на вход (разъем Ф20) следующего умножителя 1х2 (субблок И9Г). С выхода второго удвоителя (разъем Ф21) высокочастотные импульсные колебания с частотой, в 12 раз большей входной, поступают на вход (разъем Ф23) последнего каскада умножителя 1Х2 (субблок И9Д).

Сигнал с выхода блоков И9I, И9II (разъем Ф24) подается с помощью кабеля РК-50-2-11 на блок Ф11. Выходная несущая частота блока И9I—216 ( $f_3—f_1$ ), блока И9II—216 ( $f_3—f_2$ ). Выходная мощность блоков регулируется изменением анодного напряжения на лампе буферного каскада с помощью потенциометра R3 РЕГУЛ. МОЩН., расположенного на передней панели блока.

Для питания анодов ламп высокочастотных каскадов служит модулятор (субблок И9Е). Он выдает на выходе прямоугольные импульсы напряжения положительной полярности с амплитудой около 2400 в в номинальном режиме. Модулятор запускается импульсами напряжения положительной полярности, поступающими с блока И8. Буферный каскад И9Ж собран на лампе 6Ж5Б по схеме резонансного усилителя с заземленным катодом.

В анодной цепи субблока И9Ж включен фильтр на связанных контурах. Вторичным контуром фильтра служит последовательный колебательный контур, сопротивлением потерь которого является входное сопротивление субблока И9АБ. Для уменьшения затухания контура емкость С1 (плата И9Ж-2) выбрана минимальной. Для получения более равномерной частотной характеристики связь между контурами выбрана критической. Полоса пропускания фильтра охватывает полосу соответствующего канала. Сопротивление R1 на входе субблока И9Ж обеспечивает согласование с блоком Пб. Сеточное автосмещение (С1, R2) предохраняет лампу от перегрузки.

Все высокочастотные каскады, кроме буферного, собраны по схеме с общей сеткой.

Анодной нагрузкой усилительных каскадов субблока И9АБ служат одиночные колебательные контуры, образованные индуктивностями L1, L2, емкостью сетка — анод соответствующей усилительной лампы. Контуры подстраиваются с помощью конструктивных конденсаторов С5, С10 (ПОДСТР. РЕЗ. ЧАСТ.). Усиленный сигнал с части контура через разделительные конденсаторы С9 и С14 подается на катод лампы следующего каскада. Анодное питание каждой лампы усилителей А1, А2 последовательное. Для развязки источника питания по высокой частоте служат конденсаторы С6, С11 и дроссели Др3, Др6. Входные контуры усилителей и утроители апериодические. Дроссели Др1, Др2, Др4, Др5, Др7, Др8, включенные в цепь катода и накала ламп, развязывают входной электрод лампы (катод) от корпуса по выходному сигналу. Смещение на сетки ламп подается с сопротивлений автоматического смещения R1, R2, R3, шунтированных емкостями С4, С8, С13.

Анодный контур утроителя субблока И9АБ выполнен в виде четвертьволнового коаксиального резонатора и подстраивается конструктивным конденсатором С15 (ПОДСТР. РЕЗ. ЧАСТ.). Так же выполнены анодные и катодные контуры удвоителей И9В, И9Г. Анодные контуры подстраиваются конструктивным конденсатором С2 (ПОДСТР. РЕЗ. ЧАСТ.). Анодный контур утроителя настроен на третью гармонику, а анодные контуры удвоителей — на вторую гармонику по отношению ко входной частоте субблока.

Анодный контур субблока И9Д — тороидальный резонатор, настраиваемый диэлектрическим поршнем (ПОДСТР. РЕЗ. ЧАСТ.), катодный контур — коаксиальный, длиной, равной  $\frac{3}{4} \lambda$ . Уровень мощности и полоса пропускания субблока И9Д регулируются при заводской настройке блока конструктивной емкостью на входе кабеля РК-50-2-11 (РЕГУЛ. СВЯЗИ), связывающего субблок И9Д с блоком Ф11.

Катодные контуры настраиваются в резонанс короткозамкнутыми плунжерами (НАСТР. КОНТУРА). Кроме того, с помощью короткозамкнутых плунжеров производится подстройка согласования между субблоками. Связь между контурами отдельных субблоков кондуктивная. Субблоки соединены между собой высокочастотными гибкими кабелями типа РК-75-4-11.

Анодное питание ламп умножителей параллельное. В качестве блокировочных

элементов в субблоках И9Б, И9В и И9Г используются четвертьволновые дроссели, включенные последовательно в провод анодного питания каскадов умножителей.

В катодные цепи ламп удвоителей (И9В, И9Г, И9Д) включены сопротивления автоматического смещения R1. Усилительно-умножительная цепочка построена по принципу попарно расстроенных каскадов, поэтому резонансные частоты утроителя И9Б, удвоителя И9Г и усилителя И9А1 совпадают с верхней частотой, а удвоителей И9В, И9Д, усилителя И9А2—с нижней частотой соответствующего канала. Полоса пропускания каскадов И9Б, И9Г, И9В, И9Д, отсчитанная по точкам половинной мощности, равна рабочей полосе частот канала.

Полоса пропускания усилителей И9А1, И9А2 больше рабочей полосы частот канала. Буферный каскад И9Ж настраивается на среднюю частоту соответствующего канала. Мощность на выходе буферного каскада в рабочей полосе частот меняется не более  $\pm 15\%$ . Построение усилительно-умножительной цепочки обеспечивает изменение мощности колебаний на выходе блока И9 во всем диапазоне частот не более 3 дБ.

Принцип настройки субблоков показан на рис. 105, где схематически представлены частотные характеристики каждого каскада цепочки и всего блока в целом.

Модулятор И9Е состоит из двух каскадов. Первый каскад собран по схеме блокинг-генератора на лампе Л1 (ГМИ-6), обе половины которой соединены параллельно. Лампа, закрытая отрицательным смещением, снимаемым с делителя R4, R5, R9, открывается запускающим импульсом, поступающим с блока И8, вырабатывает импульс прямоугольной формы, длительность которого определяется формирующими линиями ЛЗ-1, ЛЗ-2, включенными последовательно. Сформированный блокинг-генератором импульс напряжения положительной полярности подается на управляющую сетку лампы Л2 (ГМИ-6), которая в промежутке между импульсами закрыта отрицательным смещением —150 в.

Второй каскад модулятора является усилителем напряжения с частичным разрядом емкости С8. Последовательно с выводами лампы включены сопротивления R15, R16, R17, R19, R21 для подавления паразитных колебаний. Импульсное напряжение с усилителя напряжения через импульсный трансформатор Тр3 и разветвитель Э1 подается на усилительно-умножительные каскады блока.

**Контроль.** Мощность выходных сигналов блоков И9 контролируется на выходе блока сложения мощности Ф11 с помощью направленного ответвителя К11 и блока К9. Высокочастотный сигнал с направленного ответвителя детектируется блоком К12, установленным в блоке И9И, после чего его можно подать на осциллограф К2 или на блок К9. При нормальном уровне проходящей мощности показания прибора в блоке К9 на каждой рабочей частоте одного канала должны быть не менее 22 делений.

Во всех высокочастотных субблоках блока И9 (кроме субблока И9Ж) для контроля мощности введены контрольные петли, оканчивающиеся разъемами Ф12, Ф14, Ф16, Ф19, Ф22, Ф25 (КОНТРОЛЬ). При контроле один из них подключается к разъему Ф3 детектора К12. Уровень выходной мощности контролируемого субблока проверяется по показаниям прибора блока К9. Подключив осциллограф К2 к детектору К12, можно наблюдать (при соответствующей синхронизации) огибающую высокочастотного импульса контролируемого субблока или его результирующую резонансную кривую.

Для контроля работоспособности субблока И9Ж применены детектор типа Д105А и нагрузочное сопротивление R1 с фильтром из конденсаторов С2, С3. Детектор подключается к выходу субблока (разъем Ф1). Постоянная составляющая детектированного сигнала через контакт 2а переходной колодки П1 поступает на переключатель В1 в положении Ж. При контроле выходной мощности разъем Ф1 подключается к разъему Ф29 с сопротивлением R4, равным 75 ом. Ток контроля субблока И9Ж при номинальной мощности определяется по прибору М265, подключенному к гнезду ПРИБОР, и должен равняться примерно 50 делениям.

В субблоке И9Е контролируются форма и амплитуда запускающего импульса, импульса блокинг-генератора и модулирующего импульса. Контроль запускающего импульса

субблока И9Е осуществляется подачей видеоимпульса с разъема Ф3 субблока И9Е через разъем Ф26 на осциллограф К2, амплитуда контрольного запускающего импульса лежит в пределах 80—170 в. Контрольный импульс блокинг-генератора снимается с делителя С5, С6 и сопротивления R18, через разъем Ф6 субблока И9Е и разъем Ф27 подается на осциллограф. Контрольное напряжение выходного импульса субблока И9Е снимается с омического делителя R28—R31 через разъемы Ф8, Ф28 и подается на осциллограф К2. Амплитуда контрольных импульсов лежит в пределах 75—125 в. Постоянные напряжения контролируются путем подключения прибора М265 к гнезду Ш1 ПРИБОР. Контрольные напряжения +3300, +725, +270, —150, —35 в снимаются соответственно с делителей R26—R27; R23—R24; R7—R8; R13—R14; R11—R12 и подводятся к переключателю В1, расположенному на передней панели блока.

**Питание.** Постоянные напряжения, питающие блоки И9I и И9II, +3300, +725, +270 и —150 в подаются с блока В3 через разъемы Ф4, Ф5 и колодку П1. Стабилизированное напряжение +125 в, питающее блоки И9I и И9II, подается с блока В4 через колодку П1.

Цепи накала ламп ГИ-25 питаются переменным напряжением от трансформаторов Тр1, Тр2, расположенных в блоке, а ламп модулятора и субблока И9Ж—от трансформатора Тр2, расположенного в субблоке И9Е.

В цепи накала ламп умножительной цепочки и ламп модулятора включены предохранитель Пр1 и сигнальная лампочка НЛ1. Для защиты от высоких напряжений в субблоке И9Е введена блокировка БЛ1, цепь которой разрывается при снятии кожуха с модулятора.

**Конструкция.** Все субблоки каждого из каналов размещены на отдельном нестандартном шасси (рис. 108). По конструкции, размерам и компоновке блоки И9I и И9II (рис. 106, 107) аналогичны и отличаются лишь тем, что входящие в них субблоки имеют разные геометрические размеры колебательных контуров и места подключения соединительных кабелей. Кроме того, на передней панели блока И9I вмонтирован блок К12. Модулятор И9Е выполнен в виде отдельного субблока. Субблок И9Ж выполнен на двух печатных платах. Блоки И9 выемные и с монтажом шкафа 016 соединены кабелями. На передней панели блоков расположены разъемы Ф26, Ф27, Ф28 для контроля импульсов модулятора И9Е, гнездо ПРИБОР с переключателем В1 для контроля постоянных напряжений и работоспособности субблока И9Ж, предохранитель, сигнальная лампочка и потенциометр РЕГУЛ. МОЩН.

## 5. БЛОК СЛОЖЕНИЯ МОЩНОСТИ ИМПУЛЬСНЫХ УМНОЖИТЕЛЕЙ (Ф11)

**Назначение.** Блок Ф11 служит для сложения мощности импульсных высокочастотных сигналов, поступающих с выходов блоков импульсных, умножителей И9I и И9II, и обеспечения независимой работы этих блоков на один общий тракт без механических переключений.

**Состав.** Блок Ф11 (рис. 109) состоит из полосового фильтра 4, щелевых мостов 3а и 3б, волноводно-коаксиальных переходов 1а и 1б для подключения блока Ф11 к блокам И9I и И9II, балластной нагрузки 2, уголкового поворота 5 на 90° и изгиба 6 на 90°, по-ставленных из условий компоновки, ферритового вентиля Ф11а 7, волноводно-коаксиального перехода 9 и направленного ответвителя К11 8.

**Принцип работы.** Сигнал от блока И9II через волноводно-коаксиальный переход 1а (рис. 109) поступает на вход плеча I моста 3а (рис. 110) и делится по мощности пополам между плечами III и IV. В плечо II сигнал не поступает, что следует из свойства щелевого моста. В плечо III сигнал сдвинут по фазе на 90° относительно сигнала в плече IV. Далее сигналы поступают на вход сложного фильтра, состоящего из двух одинаковых фильтров, каждый из которых настроен на полосу пропускания частот сигнала, поступающего от блока И9II, и состоит из пяти резонансных контуров. Резонансный контур состоит из отрезка волновода с двумя индуктивными диафрагмами и емкостным настроечным винтом

для настройки контура в резонанс. В совокупности все пять резонансных контуров образуют полосовой фильтр, который без отражений пропускает сигналы, поступающие от блока И9П, и отражает сигналы, поступающие от блока И9И.

Итак, оба сигнала из плеча III и IV без искажений проходят через фильтр и поступают на вход моста 3б, которым они еще раз делятся пополам, причем каждый сдвигается по фазе на  $90^\circ$ , и проходят в плечи II' и I' моста 3б. В плечо I' поступают сигналы, сдвинутые по фазе на  $180^\circ$ , и взаимно гасятся, а в плечо II' сигналы проходят в фазе и складываются.

Далее суммарный сигнал от блока И9П через уголкового поворот 5 (рис. 109), изгиб 6, ферритовый вентиль 7 и волноводно-коаксиальный переход 9 поступает на вход 1-го каскада усилителя мощности.

Сигнал от блока И9И через волноводно-коаксиальный переход 16 (рис. 109) поступает на вход плеча I' моста 3б (рис. 110), делится пополам между плечами III' и IV'. Сигнал в плече III' по фазе сдвинут относительно сигнала в плече IV' на  $90^\circ$ . Затем сигналы отражаются от фильтра, так как фильтры не пропускают сигналы от блока И9И, делятся пополам мостом 3б и поступают в плечи I' и II'. В плече I' сигналы оказываются в противофазе и взаимно гасятся; в плечо II' сигналы поступают в фазе, складываются и по тому же пути, что и сигналы от блока И9П, поступают на вход 1-го каскада усилителя мощности. Для устранения влияния 1-го каскада усилителя мощности на электрические параметры блока Ф11 на выходе блока сложения включен субблок Ф11а, обеспечивающий электрическую «развязку» блока Ф11 от 1-го каскада усилителя мощности.

**Конструкция.** Конструктивно блок Ф11 (рис. 111) выполнен на волноводе. Волноводно-коаксиальный переход с нагрузкой, мосты, фильтр и волноводно-коаксиальный переход с уголком выполнены на сдвоенном волноводе; изгиб, субблок Ф11а (рис. 112) и выходной волноводно-коаксиальный переход—на одиночном волноводе. Заводская регулировка магнитного поля ферритового вентиля производится магнитным шунтом. Ферритовый вентиль сверху закрыт кожухом.

## 6. УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ НА ЛБВ (1-й КАСКАД)

**Назначение.** Первый каскад усилителя мощности (блок И4) предназначен для усиления высокочастотной импульсной мощности, поступающей на его вход с блоков И9И и И9П.

**Состав.** Усилитель мощности на ЛБВ состоит из импульсной ЛБВ типа УВИ-1, фокусирующего соленоида, вентилятора с воздухопроводом для охлаждения каскада и специальных юстировочных механизмов, позволяющих точно совмещать электрическую ось ЛБВ с осью соленоида.

**Принцип работы.** Все электроды ЛБВ, за исключением катода и накала, заземлены. Высокое импульсное напряжение подводится к катоду ЛБВ от модуляторного устройства (блок И7), во время действия которого в лампе благодаря фокусирующему действию магнитного поля соленоида образуется тонкий электронный пучок (луч), проходящий с катода внутри замедляющей системы лампы (спираль) на коллектор. Усиливаемые колебания через специальный вывод подводятся ко входному резонатору и возбуждают в спирали электромагнитные волны, фазовая скорость которых уменьшается замедляющей системой. Электромагнитные волны с фазовой скоростью распространяются вдоль спирали в сторону коллектора. Взаимодействие замедленной волны с электронами пучка приводит к группировке их в пакеты, синхронно движущиеся с волной. При движении электронные пакеты отдают часть своей кинетической энергии электромагнитной волне, распространяющейся по спирали, а амплитуда ее быстро нарастает по мере удаления от выходного конца спирали. Усиленные высокочастотные колебания возбуждают выходной резонатор, связанный со спиралью емкостной связью. Из резонатора с помощью емкостного штыря связи энергия подводится через коаксиальный вывод на 2-й каскад усилителя мощности.

**Контроль работы и питание.** Работа каскада контролируется по току катода ЛБВ

(прибором ТОК И4, установленным в шкафу У5), по средней выходной мощности, по огибающей выходных импульсов (рис. 93) и по току спирали (контрольным прибором М265). Напряжение 6,3 в для питания цепи накала ЛБВ подается от специального накального трансформатора, расположенного в шкафу В1.

Питание фокусирующего соленоида осуществляется от стабилизатора тока В5. Ток стабилизатора может плавно регулироваться в пределах 2,8—3,8 а. Номинальное значение тока для каждого соленоида устанавливается при заводской регулировке. Охлаждение соленоида и охлаждение коллектора ЛБВ воздушное, принудительное.

**Конструкция.** На рис. 113 показан соленоид с юстировочными механизмами. На трубе, служащей для размещения в ней ЛБВ, закреплено 10 последовательно соединенных катушек из алюминиевой фольги. На корпусе соленоида с помощью специальных кронштейнов укреплены котировочные механизмы, выполняющие две функции: крепление ЛБВ и радиальное перемещение ее внутри трубы соленоида при юстировке. Система принудительного охлаждения состоит из вентилятора и двух воздухопроводов, один из которых подводит поток воздуха на катушки соленоида, другой— на ЛБВ. Соленоид с юстировочными механизмами и система принудительного охлаждения укреплены на общей раме. Общий вид ЛБВ типа УВИ-1 показан на рис. 114.

## 7. УСИЛИТЕЛЬ МОЩНОСТИ НА АМПЛИТРОНАХ (2, 3, 4, 5-й КАСКАДЫ)

**Назначение.** Усилитель мощности на амплитронах—2, 3, 4 и 5-и каскады (блоки ИЗ, И15, И2, И1)—предназначен для усиления высокочастотных колебаний, поступающих с 1-го каскада усилителя мощности на ЛБВ, до уровня, обеспечивающего нормальную работу станции.

**Состав.** В усилитель мощности на амплитронах входят четыре каскада-блоки ИЗ, И15, И2 и И1. Каждый из усилительных каскадов состоит из электровакуумного прибора магнетронного типа — амплитрона (УМИ-5, УМИ-6, УМИ-7 и УМИ-8) и соответствующей магнитной системы.

**Принцип работы амплитрона.** Амплитрон, имея во многом сходство с магнетроном, отличается от него тем, что его замедляющая система разомкнута и нерезонансна и вместо одного имеет два вывода энергии: вход для высокочастотного сигнала и выход для усиленной мощности. Амплитрон обладает направленными свойствами: высокочастотная энергия усиливается только при прохождении в одном направлении. Амплитрон используется как насыщенный усилитель с высоким КПД и достаточно широкой полосой усиления (около 10%); его коэффициент усиления лежит в пределах 5—15 дб в зависимости от уровня входного сигнала. Как следует из рис. 115, при малых значениях входной мощности можно получить высокое усиление, в то время как при большой входной мощности оно составляет лишь несколько децибел. Однако необходимо отметить, что при высоком уровне входной мощности амплитрон имеет высокий КПД, хотя его усиление, незначительно.

В своей физической основе амплитрон имеет много общего с магнетроном фиксированной частоты: электронный поток в нем замкнут, электроны вылетают из катода, который концентричен с замедляющей системой. Подобно магнетрону амплитрон при работе помещается в постоянное однородное магнитное поле, направленное вдоль оси катода. Между замедляющей системой и катодом амплитрона приложена постоянная разность потенциалов. Но в отличие от магнетрона замедляющая система амплитрона разомкнута и в широкой полосе частот согласована с обоими концами с высокочастотными выводами. Это различие высокочастотной цепи обуславливает резкое отличие рабочих свойств обычного магнетрона и амплитрона. Высокочастотная цепь амплитрона обладает широкополосными свойствами, которые в случае замкнутой высокочастотной цепи магнетрона отсутствуют. Поперечный разрез амплитрона приведен на рис. 116.

Особенностью работы амплитрона является то, что он может усиливать входной

высокочастотный, сигнал, начиная с определенного уровня его мощности. При значениях подводимой мощности, меньших этой величины, выходная мощность слабо зависит от входной и управление частотой выходного сигнала теряется. Выходной сигнал при этом приобретает шумовой характер, причем его частота отличается от частоты входного сигнала. Переходная зона между регулируемой и нерегулируемыми областями является вполне определенной и ширина ее крайне мала.

Рабочие характеристики амплитрона, работающего на согласованную нагрузку, приведены на рис. 117. Как видно из рис. 117, большему значению величины напряженности магнитного поля соответствует большее значение выходной мощности (при постоянной входной мощности), а КПД амплитрона возрастает с ростом анодного тока и магнитного поля. Практически достижимые значения КПД амплитронов в режиме усиления составляют 60—65%.

Необходимым условием работы амплитрона в режиме усиления является равенство скорости электронов и фазовой скорости волны (условие синхронизма). Исходя из дисперсионной характеристики амплитрона (зависимость частоты усиливаемого сигнала от замедления), можно определить те области частот, при которых амплитрон работает наиболее эффективно. Как видно из диаграммы (рис. 118), иллюстрирующей две области устойчивой работы амплитрона, полоса частот, для которых соблюдается условие синхронизма, во второй зоне вдвое шире, чем в первой. Недостатком второй зоны является присутствие паразитного самовозбуждения амплитрона на частотах, соответствующих первой зоне, во время действия фронта и спада модулирующего импульса. Самовозбуждение исключается высокой крутизной фронта и спада модулирующего импульса. Необходимо также отметить, что на каждой из рабочих частот амплитрон имеет определенную зону устойчивой работы по анодному току и по напряжению, причем по току она значительно шире, чем по напряжению (в 6—10 раз).

**Конструкция.** На рис. 119, 120, 121 помещены фотографии амплитронов УМИ-5, УМИ-6 (УМИ-7) и УМИ-8. Маломощный прибор УМИ-5 имеет коаксиальные, а остальные три прибора—волноводные выводы энергии. Приборы УМИ-6 и УМИ-7 по конструкции одинаковы. Охлаждение всех четырех амплитронов жидкостное в амплитроне УМИ-8 применяется также воздушное охлаждение высокочастотного вывода энергии. На всех амплитронах имеются специальные площадки для установки термодатчиков, необходимых для контроля температуры анодных блоков. Магнитная система каждого усилительного каскада состоит из двух подковообразных магнитов, один из которых закреплен неподвижно, а другой может перемещаться относительно первого.

В блоке И3 амплитрон устанавливается вместе с полюсными наконечниками между магнитами в корпусе из немагнитного материала. Один из магнитов закрепляется болтом в щетках корпуса, другой поджимается специальным винтом к полюсным наконечникам прибора УМИ-5. Для предохранения от механических повреждений коаксиальные выводы амплитрона дополнительно крепятся на специальных кронштейнах корпуса; доступ к накальным выводам изнутри шкафа В1. На рис. 122 показан 2-й каскад усилителя мощности.

Магнитные системы 3, 4 и 5-го каскадов (рис. 123 и 124) конструктивно выполнены аналогичными. Для 3-го и 4-го каскадов магнитные системы взаимозаменяемы. Магнитная система для 5-го каскада отличается габаритами и весом. В блоках И15, И2, И1 прибор жестко крепится на съемном стакане, который в рабочем положении точно фиксируется междмагнитами.

В блоках И15, И2, И1 имеется блокировка, выключающая высокое напряжение, если снять защитную крышку блока, закрывающую доступа катодной ножке амплитрона. Развести магниты можно лишь при снятой крышке блока. С помощью специальных вкладышей из немагнитного материала, устанавливаемых между верхним полюсом магнита и полюсным наконечником прибора, можно регулировать величины напряженности магнитного поля в рабочем зазоре всех блоков.

## 8. ФЕРРИТОВЫЕ ВЕНТИЛИ (Ф10, Ф6, Ф7, Ф9) И СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ (Ф13, Ф28, Ф14, Ф15, Ф17)

**Назначение и состав.** Между усилительными каскадами усилителя мощности установлены резонансные ферритовые вентиляльные устройства, обеспечивающие электрическую развязку каскадов. К ферритовым вентилям относятся блоки Ф10, Ф6, Ф7 и Ф9, которые установлены соответственно между блоками И4 и И3, И3 и И15, И15 и И2, И2 и И1 (рис. 88).

К соединительным элементам относятся: блок Ф13, согласующий выходное сопротивление 1-го усилительного каскада с входным, сопротивлением ферритового вентиля Ф10; гибкие коаксиальные секции Ф28 и Ф14, предохраняющие высокочастотные выводы амплитрона УМИ-5 от механических нагрузок; коаксиально-волноводный переход Ф15, согласующий выходное сопротивление второго усилителя мощности с входным сопротивлением волноводного тракта; гибкие волноводные секции Ф17, устраняющие механические перегрузки на волноводные выводы амплитронов УМИ-6, УМИ-7 и УМИ-8.

**Принцип работы** резонансного ферритового вентиля основан на явлении ферромагнитного резонансного поглощения электромагнитной энергии, которое наблюдается в ферритах при определенном соотношении частоты переменного и напряженности постоянного магнитных полей. Для фиксирования частоты при некотором значении магнитного поля (*Но* резонансное) характер поглощения энергии высокой частоты для прямой и обратной волн будет различен (рис. 125). Если обратная волна при прохождении через феррит, находящийся под действием постоянного подмагничивающего поля, почти полностью в нем поглотится, то прямая волна ослабит-ся незначительно. Зависимость поглощения обратной волны от магнитного поля имеет резонансный характер. С изменением частоты изменяется значение необходимого подмагничивающего поля *Норез*, а также уровень пика поглощения обратной волны. Для улучшения эффекта поглощения рядом с ферритовыми пластинами (рис. 126 и 127) ставится керамическая пластина, вторая концентрирует электрическое поле в области ферритовых пластин; ее действие подобно действию ферромагнетика в магнитном поле.

**Конструкция.** Ферритовые вентили Ф6, Ф7 и Ф9 выполнены на волноводах прямоугольного сечения, а Ф10—на коаксиальной линии.

Блок Ф10 (рис. 128) состоит из коаксиальной линии (рис. 126) с двумя ферритовыми и одной диэлектрической пластинами, находящимися в поле внешнего постоянного магнита. Ферритовые пластины припаяны к внутренней поверхности наружного проводника, а диэлектрическая приклеивается к внутреннему проводнику коаксиальной линии. Коаксиальная линия крепится в силуминовом основании, на дне которого укреплены три постоянных магнита, выполненных в виде скоб, охватывающих линию. На полюсах постоянных магнитов расположены пластины из мягкой стали—полюсные наконечники, которые можно перемещать для регулировки поля.

Волноводный ферритовый вентиль Ф6 (рис. 129) работает при большом уровне мощности. При поглощении энергии ферритовые пластины разогреваются, а так как они могут работать без ухудшения их свойств в определенном интервале температур, то для отвода от них тепла используется жидкостное охлаждение. Для этого в стенках волновода имеются специальные каналы б (рис. 127) и штуцера для подключения к системе жидкостного охлаждения, работа которой контролируется блоком К10 с помощью термодатчика, укрепленного на блоке. Для контроля КБВ и мощности на входе блока установлен блок К81 10, а для контроля формы импульса — зонд К4 9. Заводская регулировка магнитного поля производится перемещением шунта 2.

Блоки Ф7 (рис. 130) и Ф9 (рис. 131) по конструкции представляют собой два параллельно, соединенных ферритовых вентиля, аналогичных вентилю Ф6, что обусловлено более высоким уровнем проходящей через них мощности. (от ферритового вентиля Ф6 они отличаются лишь большим сечением волновода и пропускной способностью каналов

охлаждения.,

**Соединительные элементы.** Соединительный элемент Ф13 (рис. 132)—согласованный ступенчатый переход—состоит из трех последовательно соединенных четвертьволновых трансформаторов, поперечные сечения которых подобраны для согласования полного сопротивления выхода блока И4 с сопротивлением входа блока Ф10.

Коаксиальные гибкие секции Ф14 и Ф28 (рис. 133) сконструированы так, что практически не вносят отражений и потерь высокочастотной энергии. Они допускают изгиб до  $8^\circ$ , а волноводные гибкие секции Ф17 (рис. 134) помимо изгиба допускают сжатие, растяжение и сдвиг до 3 мм. Коаксиальная гибкая секция изготовлена из бронзовых труб, по всей длине которых прорезаны в шахматном порядке узкие, поперечные щели длиной в  $1/6$  периметра трубы. Для предотвращения излучения щелями высокочастотной энергии на внешнюю трубу надет экран из металлической оплетки, который плотно обжат резиновой рубашкой. Волноводная гибкая секция изготовлена из тонкой листовой бронзы.

Коаксиально-волноводный переход Ф15 (рис. 135) выполнен в виде замкнутого с одной стороны отрезка прямоугольного волновода, в середину широкой стенки которого впаян отрезок коаксиала. Внутренний стержень коаксиала в волноводе оканчивается поперечным стержнем, концы которого впаяны в узкие стенки волновода. Согласование производится подбором расстояний от оси коаксиала до замыкающей стенки волновода и от оси поперечного стержня до широкой стенки волновода.

## 9. МОДУЛЯТОРНОЕ УСТРОЙСТВО 1-го КАСКАДА (И7)

**Назначение.** Модуляторное устройство (блок И7) предназначено для выработки двух следующих друг за другом модулирующих импульсов напряжения отрицательной полярности для 1-го каскада усилителя мощности на ЛБВ типа УВИ-1.

**Принцип работы.** Функционально блок И7 состоит из двух модуляторов, собранных по схеме с частичным разрядом емкости, имеющих одну общую накопительную емкость и работающих на общую нагрузку. Функциональная схема модулятора 1-го каскада приведена на рис. 136.

Из импульсов запуска, поступающих с блока запуска И8, каскадами формирования импульсов I и II каналов на лампах Л1 и Л5 формируются прямоугольные импульсы, которые усиливаются предварительными усилителями мощности на лампах Л2 и Л6, затем поступают на выходные каскады на лампах Л3 и Л4, которые осуществляют коммутацию энергии накопителя на нагрузку. Зарядная цепь накопителя энергии общая для I и II каналов. Принципиальная схема модуляторного устройства 1-го каскада приведена на рис. 495 (см. Альбом схем). Модулятор запускается положительными импульсами, поступающими с блока запуска И8 через разъемы Ф1 и Ф6 на управляющие сетки ламп Л1А и Л5А каскадов формирования. Лампы Л1А и Л5А работают в режиме усиления, лампы Л1Б и Л5Б—в режиме ждущего блокинг-генератора. Импульсы формируются с помощью формирующих линий ЛЗ-1 и ЛЗ-2 по I каналу и ЛЗ-3 и ЛЗ-4 по II каналу. До прихода импульсов запуска лампы Л1 и Л5 закрыты отрицательным напряжением  $-25$  в, подаваемым на управляющие сетки с делителя R7—R14. Импульсы запуска, поступающие с блока запуска И8 на сетки ламп Л1 и Л5, открывают их левые половины, усиливаются и с обмотки Пк—Пн подаются в цепь сетки правых половин ламп, вызывая срабатывание блокинг-генераторов.

Импульс положительной полярности с выходных обмоток блокинг-трансформаторов Тр1 и Тр3 подается соответственно на управляющие сетки ламп Л2 и Л6 (ГМИ-6), работающих в режиме усилителей мощности с частичным разрядом емкости (С6 и С28). Импульсы, усиленные по напряжению и мощности, с выходных обмоток трансформаторов Тр2 и Тр4 подаются на управляющие сетки ламп Л3 и Л4 (ГМИ-5), работающих в режиме усиления мощности с частичным разрядом накопительной емкости С14, общей для двух каналов, и общими сопротивлениями заряда R34—R37. Усиленные импульсы

отрицательной полярности подаются на катод ЛБВ. В зарядную цепь емкости С 14 включен прибор М2-5 шкафа У5 ТОК И4 для измерения средней величины тока 1-го каскада усилителя мощности. Действительно, через измерительный прибор (на рис. 94,а приведена упрощенная схема измерения тока усилительных каскадов И4, И3, И15-, где накопительная емкость обозначена С1) во время заряда емкости С14 (С1, рис. 94, а) протекает зарядный ток  $i_3$ . С приходом запускающего импульса на сетку коммутирующей лампы конденсатор С14 разряжается током  $i_2$  через нагрузку  $R_n$  (ЛБВ типа УВИ-1) и током  $i_1$  через параллельную цепь, состоящую из измерительного прибора и сопротивления  $R_2$ . Ток через емкость С14 за период равен нулю, т. е.

$$i_3 - (i_2 + i_1) = 0 \quad (1)$$

На измерительный прибор воздействует ток  $i_x$ , равный разности тока заряда  $i_3$  и части разрядного тока  $i_1$ :

$$i_x = i_3 - i_1 \quad (2)$$

Из выражений (1) и (2) следует, что измеряемый ток  $i_x = i_2$ , т.е. равен средней величине тока, протекающего через нагрузку. Прибор шунтируется в блоке И7 сопротивлением  $R_{48}$ , чтобы при выходе из строя прибора монтаж не оказался под высоким напряжением. Емкость С13 является блокировочной.

**Контроль работы.** В модуляторе предусмотрен контроль всех питающих напряжений. Каждое контролируемое напряжение с помощью омического делителя приводится к величине, примерно равной 0,1 в. Напряжения контролируются прибором типа М-265 встроенным на передней панели стойки 021. Контролируемое напряжение на прибор подается со штекерного гнезда Ш2 ПРИБОР через переключатель контролируемых напряжений В1, расположенный на передней панели блока модуляторного устройства. В модуляторном устройстве предусмотрен контроль импульсных напряжений. Каждое импульсное напряжение через емкостный делитель приводится к напряжению с амплитудой 50-80 и через переключатель В2 подается на контрольный разъем Ф9 ОСЦИЛЛОГРАФ, импульсы с которого можно просматривать на осциллографе. Модулятор имеет специальную схему контроля выходных импульсов, которая (вместе с аналогичными схемами в модуляторных устройствах следующих каскадов) автоматически обеспечивает:

- определенную последовательность включения каскадов передающей системы;
- проверку наличия выходных импульсов модуляторного устройства;
- защиту выпрямителей, питающих модуляторы, от перенапряжения холостого хода.

Схема выполнена на лампе Л7 (6Н1П). Схема контроля выходных импульсов модулятора работает следующим образом. При нормально функционирующих каскадах модулятора на его выходе имеются импульсы отрицательной полярности. При этом с сопротивления  $R_{49}$  подается импульс на лампу (Л7Б) схемы контроля выходных импульсов модулятора, которая включена как диод, С нагрузки диода (с сопротивлений  $R_{69}$ ) положительное напряжение поступает на сетку лампы Л7А, закрытой положительным напряжением, поданным на катод с делителя состоящего из сопротивлений  $R_{59}$ ,  $R_{60}$ . Так как напряжение, снимаемое с нагрузки диода, превышает напряжение на катоде лампы Л7А, то через нее начинает протекать ток, вызывающий срабатывание реле Р1, включенного в анодную цепь лампы. При этом контакты 6 и 7 замыкаются и подают напряжение —27 в на реле Р30, расположенное в шкафу У5, вызывая его срабатывание, и сопротивление  $R_{90}$  в шкафу У5, устанавливающее минимальное напряжение выпрямителя +14 кВ, отключается. Нормально разомкнутые контакты Р30 замыкаются и включают регулирующее сопротивление (в одноканальном режиме сопротивление  $R_{52}$ , в двухканальном —  $R_{53}$ ), с помощью которого устанавливается режим выпрямителя. При этом одновременно замыкается цепь включения контактора высокого напряжения следующего каскада и на него автоматически подается пониженное напряжение.

Если во время работы по каким-либо причинам исчезнет контрольный импульс напряжения на сопротивлениях  $R_{49}$ , то ток через лампу Л7А схемы контроля выходных

импульсов прекратится, контакты 5 и 6 реле РЗО шкафа У5 разомкнутся и напряжение установится пониженным, несмотря на то что выпрямитель будет работать в режиме холостого хода. (Работа автоматики в этом случае более подробно описана в гл. 11.)

Из вышеизложенного следует, что:

— последующий каскад передающей системы включается лишь тогда, когда включен предыдущий каскад и на выходе его имеется нормальное импульсное напряжение, достаточное для срабатывания схемы контроля импульсов модулятора;

— при отсутствии запуска на всю передающую систему включается лишь 1-й каскад на пониженное напряжение; выпрямители всех остальных каскадов не включаются;

— при отсутствии запуска или неисправности в одном из каскадов передающей системы все каскады до него работают нормально, все каскады после него выключаются, а на аварийный каскад подается минимальное высокое напряжение.

**Питание.** Каскады формирования импульсов на лампах 6НГП каскады предварительных усилителей на лампах ГМИ-6 питаются от выпрямителя В3 напряжениями —800, +270, +725 и +3300 в. Анодные цепи усилителей на лампах ГМИ-5 питаются от выпрямителя +14кв, а экранирующие цепи напряжением +650 в от субблока В1А; выпрямитель +14кв и субблок В1А расположены в шкафу В1. Накальные трансформаторы всех ламп расположены в блоке модулятора и питаются от сети 220 в 400 гц.

**Конструкция.** Конструктивно модулятор оформлен в виде отдельного блока, на котором компонуются все элементы. На шасси блока расположены два одинаково скомпонованных канала: I канал, II канал. Общий вид блока модулятора показан на рис. 137—139. На передней панели блока размещены: предохранитель Пр1 с неоновой лампочкой, сигнализирующей о сгорании предохранителя накальной цепи, штекерный разъем ПРИБОР для подключения контрольно-измерительного прибора, разъем ОСЦИЛ-ЛОГРАФ для подключения осциллографа и переключатели КОНТРОЛЬ (В 1 и В2) для коммутации соответствующих контролируемых цепей. Блок модуляторного устройства расположен в шкафу В1, к монтажу которого подключается через штепсельный разъем Ш1 (низковольтные напряжения до +270 в включительно) и через миниатюрные высоковольтные и высокочастотные разъемы, имеющие соответствующие гравировки. В шкафу блок крепится невыпадающими винтами, в задней стенке имеются отверстия для направляющих стержней. Блок имеет ограждение для предохранения его элементов от механических повреждений.

## 10. МОДУЛЯТОРНОЕ УСТРОЙСТВО 2-го КАСКАДА (И14)

**Назначение.** Модуляторное устройство (блок И14) предназначено для выработки двух следующих друг за другом модулирующих импульсов напряжения отрицательной полярности для 2-го каскада усилителя мощности на амплитроне УМИ-5.

**Принцип работы.** Функционально блок И14 состоит из двух модуляторов, собранных по схеме с частичным разрядом емкости, имеющих одну общую накопительную емкость и работающих на общую нагрузку, как и модуляторное устройство 1-го каскада. Принципиальная схема модуляторного устройства (см. рис. 496 в Альбоме схем) отличается от схемы модуляторного устройства 1-го каскада тем, что в схеме второго усилителя мощности применены более мощные лампы ГМИ-7—по одной в каждом канале (ЛЗиЛ4). В анодную цепь лампы Л4 включено безындукционное регулируемое сопротивление К41. С помощью его достигается и регулируется (при заводской настройке) в пределах 4—6% разница амплитуд напряжений импульсов I и II каналов, обусловленная особенностью работы амплитрона в частотных поддиапазонах. Для стабилизации тока амплитрона при небольших колебаниях напряжения питающей сети последовательно с ним включено безындукционное сопротивление R40. Контроль работы модуляторного устройства 2-го каскада аналогичен контролю работы модуляторного устройства 1-го каскада.

**Питание.** Каскады предварительного усиления и формирования и усилители мощности на лампах ГМИ-6 питаются от блока ВЗ напряжениями —800, +270, +725 и +3300 в. Анодные цепи усилителя на лампе ГМИ-7 питаются от выпрямителя +18кв, а экранирующие цепи—от субблока В1Б (+800 в), расположенных в шкафу В1. Конструктивно блок И14 модуляторного устройства 2-го каскада оформлен аналогично блоку И7 и располагается также в шкафу В1.

Общий вид блока И14 показан на рис. 140—142.

## 11. МОДУЛЯТОРНОЕ УСТРОЙСТВО 3-го КАСКАДА (И13)

**Назначение.** Модуляторное устройство (блок И13) предназначено для выработки двух следующих друг за другом модулирующих импульсов напряжения отрицательной полярности для 3-го каскада усилителя мощности на амплитроне УМИ-6,

**Принцип работы.** Блок И13 состоит из двух модуляторов, функционально собранных по схеме с частичным разрядом емкости, имеющих одну общую накопительную емкость и работающих на общую нагрузку. Функциональная схема модуляторного устройства 3-го каскада не отличается от функциональной схемы модуляторных устройств 1-го и 2-го каскадов. Принципиальная схема модуляторного устройства (см. рис. 497 в Альбоме схем) отличается от схемы модуляторного устройства 2-го каскада только наличием в каждом канале двух ламп типа ГМИ-7, работающих параллельно для обеспечения требуемой мощности. Контроль работы модуляторного устройства 3-го каскада аналогичен контролю работы модуляторных устройств 1-го и 2-го каскадов. Контроль модулирующего импульса выведен через переключатель на разъем ОСЦИЛЛОГРАФ шкафа И 12. В блоке И 13 включено реле, обеспечивающее защиту передающей системы от аварии при снятии напряжения смещения —800 в. Напряжение —800 в проходит последовательно блок И7 (разъемы Ф7, Ф10), блок И14 (разъемы Ф5, Ф7) и поступает на разъем Ф5 блока И 13. Последовательно с сопротивлением R17 включено реле Р1 (типа РЭС-9), контакты которого последовательно включены в цепь включения выпрямителя средних напряжений ВЗ.

**Питание.** Анодные цепи ламп ГМИ-7. питаются от выпрямителя +22 кв, а экранирующие цепи напряжением +1200 в от блока В2А, расположенных в шкафу В2. Остальные цепи питаются от блока ВЗ (напряжением —800, +270, +725, +3300 в).

**Конструкция.** Конструктивно модулятор 3-го каскада оформлен в виде отдельного блока (рис. 143—145)...В нем komponуются все элементы, кроме накопительного конденсатора СЗ и зарядных сопротивлений R1 и R3, которые вынесены в шкаф И12, где размещается и блок И 13. В остальном конструкция блока аналогична конструкции блоков модуляторных устройств 1-го и 2-го каскадов.

## 12. БЛОК ПОДМОДУЛЯТОРОВ 4-го и 5-го КАСКАДОВ (И10) .

**Назначение и состав.** Блок подмодуляторов (И10) предназначен для формирования импульсов поджига тиратронов модуляторных устройств 4-го и 5-го каскадов усилителя мощности. Блок состоит из четырех однотипных подмодуляторов (И10А), каждый из которых выдает прямоугольный импульс положительной полярности с амплитудой 900 в.

**Принцип работы.** Принципиальная схема блока подмодуляторов И10 помещена на рис. 494 (см. Альбом схем). Каждый подмодулятор (субблок И10А) выполнен по двухкаскадной схеме, которая вырабатывает импульс, поджигающий тиратрон соответствующего канала модуляторного устройства. Подмодуляторы запускаются импульсами положительной полярности от блока запуска И8, поступающими на сетку лампы Л1А каскада формирования. До прихода импульса запуска обе половины лампы Л1 закрыты отрицательным смещением —25 в, подаваемым на управляющие сетки лампы через сопротивления R3 и R4. Импульс запуска, поступая на лампу Л1А каскада формирования, работающую в режиме усиления, открывает ее. Усиленный сигнал снимается с обмотки Пн—Пк и подается через формирующую линию ЛЗ-1 и ЛЗ-2 на сетку лампы Л1Б каскада

формирования, работающего по схеме ждущего, блокинг-генератора, вызывая его срабатывание. Импульс положительной полярности с выходной обмотки IIIн—IIIк блокинг-трансформатора Тр1 подается на управляющую сетку лампы Л2 (ГМИ-6), работающей в режиме усилителя мощности с частичным разрядом емкости. Импульс, усиленный по напряжению и мощности, со вторичной обмотки переходного трансформатора Тр2 подается через высоковольтные разъемы на сетку тиратрона.

**Контроль работы.** В блоке предусмотрен контроль постоянных питающих и импульсных напряжений. Каждое контролируемое постоянное напряжение омическим делителем приводится к величине, примерно равной 0,1 в. Напряжение контролируется прибором типа М-265, встроенным в стойке 021. Контролируемое напряжение на прибор подается со штекерного гнезда ПРИБОР через переключатель В2, расположенный на передней панели блока. Контролируемые импульсные напряжения через емкостные делители приводятся к напряжению с амплитудой 50—80 в и через переключатель В1 подаются на контрольный разъем Ф7, с которого импульсы можно просматривать на осциллографе. Подмодуляторы 4-го каскада усилителя мощности имеют специальные схемы контроля выходных импульсов, которые автоматически обеспечивают:

- определенную последовательность включения каскадов передающей системы (вместе с аналогичными схемами в блоках И7, И14, И13);

- проверку наличия импульсов поджига тиратронов модуляторного устройства 4-го каскада;

- контроль работы подмодуляторов;

- защиту выпрямителя 4-го каскада от перенапряжений холостого хода.

Схемы выполнены на лампах Л1 и Л2 (6Н1П). Работа схемы контроля выходного импульса рассматривается в разд. 9 настоящей главы.

**Питание.** Постоянные напряжения для питания блока +270, +725, +3300 и —150 в подаются с выпрямителя В3, расположенного в шкафу В2. Цепи накалов ламп питаются от соответствующих накальных трансформаторов, к которым в блок подводится напряжение 220 в 400 гц.

**Конструкция.** Конструктивно блок оформлен в виде отдельного выемного блока и расположен в шкафу И12. С остальной схемой передатчика блок соединяется кабелями. На переднюю панель блока выведены ручки двух переключателей КОНТРОЛЬ (В1 и В2), штекерное гнездо ПРИБОР и разъем ОСЦИЛЛОГРАФ для контроля питающих и импульсных напряжений, предохранители накальных трансформаторов блоков И1, И2, И15 и блока подмодуляторов. Общий вид блока показан на рис. 146—148.

### 13. МОДУЛЯТОРНОЕ УСТРОЙСТВО 4-го КАСКАДА (И6)

**Назначение.** Модуляторное устройство (шкаф И6) предназначено для выработки двух следующих друг за другом модулирующих импульсов напряжения отрицательной полярности для 4-го каскада усилителя мощности на амплитроне УМИ-7.

**Принцип работы.** Модуляторное устройство 4-го каскада функционально (рис. 149) состоит из двух одинаковых модуляторов, построенных по схеме с полным разрядом накопителя, работающих на общую нагрузку и имеющих один выпрямитель анодного питания и общий зарядный дроссель. От высоковольтного выпрямителя +10кв происходит резонансный заряд накопителя энергии — искусственной длинной линии, формирующей импульс определенной длительности. Резонансный заряд обеспечивается за счет резонансной цепи, образованной зарядным дросселем и емкостью длинной линии. Резонансная частота этой цепи в два раза меньше частоты повторения импульсов. Искусственная длинная линия некоторое время сохраняет зарядное напряжение, равное удвоенному напряжению питающего выпрямителя, так как заряжается через диод, не допускающий разряд формирующей линии в обратном направлении. При поступлении положительного запускающего импульса на сетку коммутационного тиратрона происходит

его «поджиг» и формирующая линия разряжается через этот тиратрон и первичную обмотку импульсного трансформатора (Тр1, узел У19), на которой получается модулирующее напряжение. Импульсный трансформатор повышает напряжение импульса до необходимой величины и согласует сопротивление амплитрона с волновым сопротивлением искусственной длинной линии. Формирование импульса во II канале происходит аналогично. Корректирующее сопротивление, включенное параллельно первичной обмотке импульсного трансформатора, служит для корректировки спада импульса. Принципиальная схема модуляторного устройства приведена на рис. 498 (см. Альбом схем).

Модулятор построен по схеме с полным разрядом накопителя энергии и резонансным его зарядом, позволяющим получить напряжение на накопителе, приблизительно вдвое превышающее напряжение высоковольтного выпрямителя. Через дроссели фильтра выпрямителя +10кв (Др2 и Др3), зарядный резонансный дроссель (Др1) и зарядные диоды формирующая линия заряжается до напряжения порядка 19 кВ, которое с помощью зарядных диодов Л1, Л2 и Л8, Л7 (лампы ВИ1-18/32) сохраняется на линии до момента коммутации. Коммутация энергии накопителя на нагрузку осуществляется следящим образом. На сетки тиратронов Л4 и Л5 (ТГИ1-500/20) соответственно I и II каналов с блока подмодуляторов (блок И 10) через разъемы Ф1 и Ф3 подаются импульсы положительной полярности с амплитудой около 900 в. С момента поджига тиратрона формирующая линия разряжается через тиратрон и первичную обмотку импульсного трансформатора Тр1 (узел У19 шкафа И12). При этом на вторичной обмотке трансформатора создается отрицательный импульс напряжения, подаваемый на катод амплитрона. Длительность импульса определяется временем разряда формирующей линии.

Для обеспечения устойчивой работы двух модуляторов на одну нагрузку в цепи сетки каждого тиратрона включен конденсатор емкостью 7800 пФ, который исключает поджиг тиратрона в тот момент, когда происходит разряд формирующей линии через тиратрон другого канала. Амплитуда напряжения импульсов I и II каналов различна, это достигается различным коэффициентом трансформации импульсного трансформатора. Различие амплитуд модулирующих импульсов обусловлено особенностью работы амплитрона в частотных поддиапазонах. Параллельно первичной обмотке импульсного трансформатора (Тр1, У19) включены корректирующие сопротивления R1, R2 (узел У3), которые уменьшают длительность спада модулирующих импульсов. Для ограничения скорости нарастания тока в анодной цепи тиратронов установлены индуктивности L1 и L2. Если сопротивление нагрузки становится меньше волнового сопротивления формирующей линии, на ней появляются отрицательные выбросы напряжения. Для снятия их предусмотрена цепь перезаряда, состоящая из диодов Л3, Л6 (ВИ1-18/32), сопротивлений R1 (узел У1), R1 (узел У2), конденсаторов С1 (узел У6), С1 (узел У7) в I и II каналах соответственно. Последовательно с сопротивлениями R1 (узел У1) и R1 (узел У2) включены реле Р1 (узел У6) и Р1 (узел У7) типа РУ-3. При пробоях в амплитроне токи в цепях перезаряда возрастают настолько, что реле Р1 (узел У6) или Р1 (узел У7), контакты которых включены последовательно в цепь включения высокого напряжения, срабатывает, снимая через систему защиты высокое напряжение с передающей системы.

**Элементы модулятора.** Искусственная длинная линия (рис. 150) служит для формирования модулирующих импульсов. Линия выполнена в маслonaполненном баке (рис. 151). Все основные детали линии смонтированы на верхней крышке. Для изменения величины индуктивности ячеек (при заводской регулировке длительности импульса и его формы) в катушки индуктивности введены карбонильные сердечники. Импульсный трансформатор (коэффициент трансформации 1 : 3,65—по I каналу и 1 : 4—по II каналу) служит для согласования сопротивления нагрузки с волновым сопротивлением формирующей линии и повышения амплитуды напряжения модулирующего импульса до требуемой величины. Трансформатор имеет три обмотки (рис. 152). Первая обмотка имеет отвод от второго витка с высоковольтного конца для обеспечения разности амплитуды

импульсов по каналам. С высоковольтного конца второй обмотки снимается импульс напряжения отрицательной полярности на катод амплитрона типа УМИ-7. Третья обмотка служит для размагничивания сердечника в паузе между импульсами. Без дополнительного размагничивающего поля рабочий цикл намагничивания сердечника для одиночного импульса с определенной частотой (повторения характеризовался бы частотой петлей АВСДА (рис. 153). Для передачи двух сдвинутых во времени импульсов их намагничивающее действие эквивалентно действию одного импульса удвоенной длительности. При работе сердечника на частом цикле АВСДА невозможно полностью использовать его высокие магнитные свойства, что приводит к увеличению веса, габаритов и паразитных параметров трансформатора. Необходимо, чтобы рабочий цикл находился на линейном участке кривой намагничивания. Тогда первый импульс будет перемагничивать сердечник по циклу  $\varepsilon FQ$ , а второй—по циклу  $QHN$ . При этом приращение индукции за время действия двух импульсов составит

$$\Delta B = \Delta B_2 + \Delta B_3 > \Delta B_1$$

т. е. приращение индукции  $\Delta B$  на цикле  $\varepsilon FHNQ\varepsilon$  намного больше, чем приращение индукции  $\Delta B_1$  на частом цикле  $ACD$ . Ток заряда формирующей линии создает поле, противоположное полю рабочего тока, которое смещает рабочую точку в направлении точки  $\varepsilon$ . Величина поля, созданная током заряда линии, недостаточна для полного перемагничивания сердечника, поэтому вводится дополнительное размагничивание током третьей обмотки.

**Контроль работы.** В модуляторном устройстве предусмотрен контроль наличия запускающих импульсов на сетках тиратронов в каждом канале. Контрольные импульсы снимаются индуктивностями  $L_1, L_2$  на разъемы ОСЦИЛЛОГРАФ  $\Phi_2$  и  $\Phi_4$ , расположенные на передней панели узла коммутатора  $У_4$ . В шкафу модулятора контролируется напряжение  $6,3\text{ в}$  цепей накала тиратронов, которое выведено на гнезда  $\Gamma_1, \Gamma_3$  ( $6,3\text{ в}$ ), расположенные на передней панели узла коммутатора  $У_4$  соответственно I и II каналов. Контрольные зарядные напряжения специальными пластинами, которые образуют делители с емкостями  $C_1$  и  $C_2$ , подводятся на высокочастотные разъемы шкафа:  $\Phi_2$ —для I канала и  $\Phi_4$ —для II канала.

Для просмотра импульса тока модулятора и контроля величины среднего анодного тока амплитрона (рис. 94, б) последовательно со второй обмоткой (на низковольтном конце) включены трансформатор тока и прибор  $M5-2$  шкафа  $У_5$  (ТОК И2), измеряющий постоянную составляющую тока амплитрона 4-го усилительного каскада. Прибор шунтируется сопротивлением  $R_1$  и емкостью  $C_1$ , чтобы при выходе из строя прибора низковольтный монтаж не оказался под высоким напряжением.

**Питание.** Анодные цепи модулятора питаются от выпрямителя 4-10 кв, расположенного в шкафу  $В_1$ . Цепи накалов ламп модулятора питаются от соответствующих накальных Трансформаторов  $Тр_1$  и  $Тр_2$ . Для питания накальных трансформаторов в шкаф модулятора подводится напряжение 220 в 400 гц. Для ускорения прогрева тиратронов применен режим их форсированного накала.

**Конструкция.** Конструктивно модуляторное устройство 4-го каскада оформлено в виде шкафа Иб (рис. 154 и 155). В шкафу расположены зарядные и перезарядные цепи I и II каналов, тиратроны, формирующие линии, вентилятор для охлаждения анодов тиратронов и диодов. Импульсный трансформатор модулятора располагается в другом шкафу (шкаф И 12). В дверях шкафа сделаны смотровые окна, защищенные свинцовым стеклом. Двери шкафа имеют блокировку по высокому и среднему напряжению. На дверях размещены (по каналам): предохранители цепи накала тиратронов.  $Пр_1, Пр_4$  и предохранители диодов  $Пр_2, Пр_5$  с неоновыми лампочками  $НЛ_1—НЛ_4$ , сигнализирующими о сгорании предохранителей, гнезда  $\Gamma_1, \Gamma_3$  для контроля напряжения  $6,3\text{ в}$ . Разъемы  $\Phi_2, \Phi_4$  для контроля импульсов запуска расположены на передней панели шасси коммутатора. Разъемы  $\Phi_2, \Phi_4$ , для контроля формы зарядных напряжений формирующих линий расположены на правой боковой стенке шкафа.

## 14. МОДУЛЯТОРНОЕ УСТРОЙСТВО 5-ГО КАСКАДА

**Назначение.** Модуляторное устройство предназначено для выработки модулирующих импульсов напряжения для 5-го каскада усилителя мощности. Модулятор выдает на нагрузку два следующих друг за другом импульса напряжения отрицательной полярности.

**Принцип работы.** Модуляторное устройство, как и модулятор 4-го каскада, функционально состоит из двух одинаковых модуляторов, построенных по схеме с полным разрядом накопителя, работающих на общую нагрузку и имеющих один выпрямитель анодного питания. Принципиальная схема модуляторного устройства 5-го каскада (см. рис. 493 в Альбоме схем) аналогична принципиальной схеме модуляторного устройства 4-го каскада. Отличие модуляторного устройства 5-го каскада заключается лишь в том, что его элементы рассчитаны на большую мощность и в каждом канале модуляторного устройства установлено по три зарядных диода и по два диода перезаряда. Кроме того, для получения более высокой крутизны фронта и спада импульсов в анодной цепи тиратронов изъяты индуктивности. Формирующая линия и импульсный трансформатор (рис. 156) имеют схему и конструкцию, аналогичную с формирующей линией и импульсным трансформатором модуляторного устройства 4-го каскада. Отвод в импульсном трансформаторе отсутствует.

**Контроль.** В модуляторе предусмотрен контроль наличия запускающего импульса и формы зарядного напряжения, который аналогичен контролю модуляторного устройства 4-го каскада. Разъемы для контроля запускающих импульсов (Ф3, Ф6) и зарядного напряжения (Ф2, Ф7) установлены на передней панели тиратронного узла У20.

**Питание.** Анодные цепи модуляторного устройства питаются от выпрямителя +11кв, расположенного в шкафу В1. Фильтр выпрямителя, состоящий из дросселей Др5, Др6 и конденсаторов С4, С6, расположен в шкафу И12. Цепи накала ламп питаются от соответствующих накальных трансформаторов, для питания которых в модулятор подводится напряжение 220 в 400 гц.

**Конструкция.** Модулятор 5-го каскада конструктивно размещен в шкафу И12 (рис. 157 и 158), в котором имеются элементы двух каналов модулятора: тиратронный блок (И 11), формирующие линии и импульсный трансформатор. Шкаф имеет открывающиеся дверки с окнами, защищенными свинцовым стеклом, и блокировкой по высокому и среднему напряжениям. Двери открывают доступ к съемному тиратронному блоку, который в шкафу И12 крепится четырьмя болтами, а с монтажом шкафа соединяется разъемами и съемными наконечниками тиратронов. Вентилятор для охлаждения анодов тиратронов и диодов модулятора расположен в шкафу И12.

## Глава 6

### ПРИЕМНАЯ СИСТЕМА

#### 1. НАЗНАЧЕНИЕ, СОСТАВ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

**Назначение.** Приемная система служит для усиления принятых двухчастотных эхо-сигналов и последующего их преобразования в видеоимпульсы с использованием фазовых и амплитудных соотношений этих сигналов. Кроме того, приемная система формирует напряжения возбуждения передающей системы.

**Технические данные.** Система представляет собой двухканальный приемник супергетеродинного типа с двойным преобразованием частоты в каждом канале, работающий в диапазоне частот станции без перестройки высокочастотных цепей тракта эхо-сигнала и тракта формирования гетеродинного напряжения.

**Состав.** В приемную систему входят следующие блоки:

П2—блок усилителя высокой частоты;

П3— блок разделения и преобразования сигналов;

П4 — блок гетеродинных напряжений;

П5—блок усилителей промежуточной частоты и детекторы;

П6 — блок формирования задающих частот.

Система обеспечивает работу станции в следующих режимах:

Основные режимы:

— двухчастотный когерентно-импульсный;

— двухканальный амплитудно-импульсный.

#### 2. ПРИНЦИП РАБОТЫ

Упрощенная функциональная схема приемного устройства приведена на рис. 159. Из общей схемы приемной системы можно выделить следующие основные функциональные каналы прохождения эхо сигналов и гетеродинных частот:

— канал высокочастотного усиления;

— канал разделения эхо-сигналов, их преобразования и усиления;

— канал формирования гетеродинных частот;

— канал формирования напряжения возбуждения передающей системы;

— канал сложения эхо-сигналов по промежуточной и видеочастоте.

При работе в основных режимах отраженный от цели двухчастотный сигнал передается по фидерному тракту от антенны на вход переключателя сигналов стойки 021, который обеспечивает ввод этих сигналов в усилитель высокой частоты (блок П2). Усиленные в блоке П2 сигналы I и II частотных каналов передаются по кабелю в блок П3. В блоке П3 происходит разделение сигналов по I и II частотным каналам двойное преобразование частоты и усиление напряжения первых промежуточных частот. После этого сигналы— напряжения вторых промежуточных частот—по двум отдельным каналам подаются в блок П5, где усиливаются и детектируются в видеоимпульсы с использованием фазовых и амплитудных особенностей сигналов каждого канала. Полученные видеоимпульсы, амплитуда которых отражает эти особенности, подаются на блоки системы помехозащиты.

При работе станции во вспомогательных режимах работает лишь один частотный канал приемной системы; учет фазовой структуры сигналов, когда это необходимо (когерентно-импульсный режим), обеспечивается с помощью схемы внешнего фазирования. Гетеродинные напряжения, необходимые для преобразования частоты в блоке П3, преобразуются с помощью умножения и преобразования задающих частот в блоках П6

и П4 и умножения частоты, генерируемой в блоке перестройки частот П10. Кроме того, в блоке П6 вырабатываются напряжения для возбуждения каналов передающего устройства станции. Более подробно принцип работы приемной системы рассматривается по функциональным каналам.

**Канал высокочастотного усиления** состоит из широкополосного усилителя высокой частоты, выполненного на лампе бегущей волны (блок П2). Полоса пропускания усилителя высокой частоты перекрывает диапазон перестройки рабочих частот станции по I и II частотным каналам; несущая частота первого частотного канала равна  $(216f_3 - 216f_1)$ , второго —  $(216f_3 - 216f_2)$ , где  $f_1$  и  $f_2$  — задающие частоты, генерируемые в блоке П6 высокостабильными генераторами;  $f_3$  — частота, задаваемая программой перестройки системы генераторов, размещенных в блоке П10. Таким образом, блок П2 усиливает частоты в полосе  $216(f_2 - f_1)$ . С выхода блока П2 усиленные эхо-сигналы I и II частотных каналов поступают на блок разделения и преобразования сигналов П3.

**Канал разделения эхо-сигналов, их преобразования и усиления** состоит из блока разделения сигналов и двойного преобразования частоты П3 и двух каналов, усиления эхо-сигналов блока П5. Функциональная схема канала разделения сигналов, их преобразования и усиления приведена на рис. 160. Во входном Устройстве блока П3 с помощью полосовых фильтров ПФ1 и ПФ2 осуществляется предварительная частотная селекция каналов. Полоса пропускания фильтров выбрана достаточно широкой для того, чтобы обеспечить прием эхо-сигналов во всем диапазоне перестройки несущих частот каждого из частотных каналов. Требуемое быстродействие приемной системы в условиях перестройки рабочих частот станции от периода к периоду следования обеспечивается отсутствием перестраиваемых элементов в канале разделения сигналов. С выхода фильтров ПФ1 и ПФ2 сигналы каждого из частотных каналов станции поступают на смесители первого преобразования частоты. Одновременно на эти смесители с блока П4 подается гетеродинное напряжение частотой  $216 f_3$ . В результате преобразования на нагрузках смесителей выделяются напряжения первых промежуточных частот  $216 f_1$  и  $216 f_2$ . Выбор больших значений первых промежуточных частот объясняется необходимостью устранения зеркальных и комбинационных частот, которые появляются в связи с применением на входе первых смесителей широкополосных фильтров ПФ1 и ПФ2. Напряжения первых промежуточных частот усиливаются в усилителях первых промежуточных частот, которые также подавляют помехи по зеркальным каналам вторых промежуточных частот. С выхода усилителей сигналы поступают на смесители второго преобразователя частоты. На эти же смесители с блока П4 подается гетеродинное напряжение частот  $228 f_1$  и  $(12 f_1 + 216 f_2)$ . В результате второго преобразования частоты на нагрузках вторых смесителей выделяются напряжения вторых промежуточных частот со стабильными значениями частот  $12 f_1$  в каждом из каналов. С выхода вторых смесителей напряжения частот  $12 f_1$  поступают на два входа блока П5, в котором происходит основное усиление принятых эхо-сигналов. Первый канал усиления блока П5 отличается от второго наличием ультразвуковой линии задержки, которая обеспечивает совмещение во времени сигналов в разных каналах от одного и того же отражающего объекта. Для компенсации затухания сигналов при прохождении их через линию задержки в первый канал включен также дополнительный усилитель. Для поддержания постоянства коэффициентов усиления в каждый канал усиления блока П5 введена автоматическая регулировка усиления, использующая в качестве сигнала собственные шумы приемной системы.

**Канал формирования гетеродинных частот** состоит из блока формирования задающих частот П6 и блока гетеродинных напряжений П4. Функциональная схема канала формирования гетеродинных частот приведена на рис. 159. Основными элементами, которые определяют частоты всех действующих в приемной системе напряжений, а также частоты излучения передающей системы, являются кварцевые автогенераторы КВ-I и КВ-II, генерирующие частоты  $f_1$  и  $3 f_2$  (блок П6), и генераторы частот перестройки станции  $f_2$  (блок П10).

Напряжение первой гетеродинной частоты для первого преобразования образуется в результате усиления по мощности частоты  $9 f_3$ , поступающей в блок П6 от блока перестройки частоты станции (П10) и последующего умножения ее в блоке П4 в 24 раза. Так как частота  $f_3$  в соответствии с определенной программой работы блока П10 изменяет свое значение, множители гетеродинного напряжения первого преобразования частоты должны быть широкополосными. Напряжение вторых гетеродинных частот для второго преобразования частоты принятых сигналов формируется в блоке П6 с помощью умножения и преобразования задающих частот  $f_1$  и  $f_2$  и в напряжения с частотами  $19 f_1$  в первом и  $f_1 + 18 f_2$  во втором частотных каналах. После умножения этих частот в блоке П4 «на двенадцать» создаются гетеродинные напряжения второго преобразования частот принятых сигналов в частоты  $228 f_1$  в первом и  $(12 f_1 + 216 f_2)$  во втором каналах. Тракт гетеродинных напряжений второго преобразования является узкополосным, так как стабильность кварцевых генераторов, генерирующих частоты  $f_1$  и  $f_2$  и относительно высока.

**Канал формирования напряжения возбуждения передающей системы** состоит из стабильных автогенераторов и системы умножителей и смесителей, расположенных в блоке П6. Функциональная схема канала формирования напряжения возбуждения передающей системы приведена на рис. 159. Схема включает в себя кварцевые генераторы КВ-I и КВ-II, генерирующие соответственно частоты  $f_1$  и  $3 f_2$ . После умножения этих частот соответственно на девять и на три и преобразования их в смесителях, на входы которых поступает напряжение от блока П10 частоты  $f_3$ , на нагрузках смесителей образуются частоты  $9 f_3 - 9 f_1$  и  $9 f_3 - 9 f_2$  в каждом из каналов. В дальнейшем частоты  $9 f_3 - 9 f_1$  и  $9 f_3 - 9 f_2$  умножаются в элементах передающей системы на 24 и после усиления мощности в цепочке усилителей передающего устройства и импульсного модулирования излучаются через антенну в виде импульсов с несущими частотами  $216 f_3 - 216 f_1$  и  $216 f_3 - 216 f_2$  в каждом из каналов. Так как значения частот  $f_1$  и  $f_2$  задаются кварцевыми генераторами и являются фиксированными, разность между несущими частотами излучаемых зондирующих импульсов каналов передающего устройства также всегда постоянна. Перестройка несущих частот зондирующих импульсов осуществляется изменением частоты  $f_3$  системы задающих генераторов, размещенных в блоке перестройки частот станции П10, по специальной программе.

**Канал сложения эхо-сигнала по промежуточной и видеочастоте** состоит из сумматоров по промежуточной и видеочастоте, двухчастотного и амплитудного детекторов и выходных каскадов, расположенных в блоке П5. С выходов I и II каналов усиления блока П5 высокочастотные импульсы на частоте  $12 f_1$  поступают в канал сложения эхо-сигналов по промежуточной и видеочастоте (рис. 161). В двухчастотном когерентно-импульсном режиме приемная система работает следующим образом: если отражающий объект неподвижен, то на вход сумматора промежуточных частот поступают два сигнала, соответствующие I и II частотным каналам станции. Поскольку промежуточные частоты сигналов равны, на выходе двухчастотного детектора образуется последовательность импульсов, имеющих постоянную амплитуду. Действительно, напряжения на входе двухчастотного детектора можно представить в виде векторной диаграммы, изображенной на рис. 162. Вектор сигнала I частотного канала  $U_{\text{кан. I}}$  вращается в плоскости рисунка с угловой частотой  $\omega_1 = 2\pi \cdot f_{\text{np1}} = 2\pi \cdot 12 f_1$ . Вектор сигнала II частотного канала  $U_{\text{кан. II}}$  будет, очевидно, неподвижен относительно вектора  $U_{\text{кан. I}}$ , поскольку угловая частота вращения  $U_{\text{кан. II}}$  в плоскости рисунка  $\omega_2$  также равна  $2\pi \cdot 12 f_1$ . Величина результирующего вектора  $U_{\text{сум}}$  определяется из выражения

$$U_{\text{сум}} = \sqrt{U_{\text{кан. I}}^2 + U_{\text{кан. II}}^2 + 2U_{\text{кан. I}} \cdot U_{\text{кан. II}} \cos \varphi}$$

где  $\varphi$  — постоянный угол сдвига фаз между векторами  $U_{\text{кан. I}}$  и  $U_{\text{кан. II}}$ .

Таким образом, импульсы на выходе двухчастотного детектора будут иметь неизменяющуюся во времени амплитуду. Сигналы, полученные за счет отражения зондирующих импульсов от движущейся цели, не одинаковы по частоте в I и II частотных каналах из-за влияния эффекта Доплера. Отраженный сигнал от движущейся цели получит изменение несущей частоты в I частотном канале на величину

$$f_{д1} = 2V_r \cdot f_{01} / C$$

где  $V_r$  — радиальная составляющая скорости движения цели;  
 $f_{01}$  — несущая частота зондирующего импульса I частотного канала;  
 $C$  — скорость распространения радиоволн.

Аналогично во II частотном канале произойдет изменение несущей частоты на величину

$$f_{д2} = 2V_r \cdot f_{02} / C$$

где  $f_{02}$  — несущая частота зондирующего импульса II частотного канала.

Частоты  $f_{д1}$  и  $f_{д2}$  носят название частот Доплера. После двух преобразований частоты принятых сигналов напряжения вторых промежуточных частот в каждом из каналов будут соответственно равны:

$$(f_{пр.2})_{I кан} = 2f_1 + f_{д1}$$

$$(f_{пр.2})_{II кан} = 2f_1 + f_{д2}$$

Тогда после суммирования в сумматоре промежуточных частот и последующего детектирования образующиеся на выходе видеоимпульсы будут иметь амплитуду, изменяющуюся во времени по величине с частотой биений, равной разности между значениями частот  $(f_{пр.2})_{I кан}$  и  $(f_{пр.2})_{II кан}$ . Если представить, что векторы  $U_{кан.I}$  и  $U_{кан.II}$  (рис. 162) вращаются в плоскости рисунка с угловой частотой, соответствующей несущей частоте эхо-сигнала в данном канале, то окажется, что вектор  $U_{кан.II}$  будет вращаться относительно вектора  $U_{кан.I}$  с угловой частотой  $\omega_p$ , равной  $2\pi(f_{д1} - f_{д2})$ . При этом угол сдвига фаз между векторами  $U_{кан.I}$  и  $U_{кан.II}$  будет непрерывно изменяться во времени по закону  $\varphi = \omega \cdot t$ , в соответствии с чем длина результирующего вектора  $U_{сум}$  также будет изменяться с разностной частотой биений  $f_p = \omega_p / 2\pi$  по закону

$$U_{сум} = \sqrt{U_{кан.I}^2 + U_{кан.II}^2 + 2U_{кан.I} \cdot U_{кан.II} \cos [2\pi (2V_r/C)(f_{01} - f_{02}) \cdot t]}$$

$$f_{д1} \quad f_{д1} \quad f_{д1}$$

где  $(2V_r/C)(f_{01} - f_{02}) = f_p$  — разностная частота биений.

Как видно из формулы, при достаточно больших радиальных скоростях движения цели результирующее напряжение будет быстро меняться от периода к периоду следования импульсов. Такой режим работы приемной системы двумя частотными каналами, позволяющий различать сигналы, отраженные от движущихся целей и неподвижных объектов, называется двухчастотным когерентно-импульсным режимом. Он используется для борьбы с отражениями от местных предметов и пассивными помехами в системе помехозащиты станции. В двухканальном амплитудно-импульсном режиме суммирование сигналов I и II частотных сигналов, совмещенных во времени, производится после их предварительного детектирования в амплитудном детекторе в каждом из каналов. При этом, естественно, частотные и фазовые различия выходных сигналов I и II каналов утрачиваются, и выходные сигналы сумматора по видеочастоте будут иметь неизменяющуюся во времени амплитуду как от неподвижных объектов, так и от движущихся целей. Как указано выше, приемная система обеспечивает работу станции в одночастотном (одноканальном) режиме. Одноканальный амплитудно-импульсный режим осуществляется аналогично двухканальному амплитудно-импульсному режиму и отличается от него тем,

что детектируются сигналы только одного (работающего) частотного канала. В одночастотном когерентно-импульсном режиме при суммировании двух напряжений второй промежуточной частоты в качестве одного из напряжений используется напряжение эхо-сигнала одного (работающего) частотного канала. В качестве второго напряжения используется напряжение специального местного когерентного гетеродина, генерирующего напряжение второй промежуточной частоты. Это напряжение фазировано эхо-сигналом того же частотного канала, но дополнительно задержанного линией задержки ЛЗ-2 на время  $t$ , равное длительности зондирующего импульса. Таким образом, на сумматоре промежуточной частоты сравнивается фазочастотная структура сигналов от двух соседних импульсных объемов (под импульсным объемом здесь понимается объем протяженностью, ограниченный в пространстве диаграммой направленности антенны).

Если разность доплеровских частот сигналов, отраженных от двух соседних импульсных объемов, мала (например, в облаке пассивных отражателей), то сдвиг фазы между напряжениями, поступившими на сумматор, будет мало изменяться за время между двумя излучениями зондирующих импульсов. Таким образом, в этом случае на выходе фазового детектора получается последовательность импульсов, амплитуда которых мало изменяется во времени. Если же разность доплеровских частот сигналов, отраженных от двух соседних импульсных объемов, велика (что соответствует перемещению цели в облаке пассивных отражателей), то последовательность импульсов на выходе фазового детектора будет промодулирована по амплитуде с частотой, равной разности доплеровских частот в двух соседних импульсных объемах (предполагается, что в одном импульсном объеме находится быстро движущаяся цель, в другом — облако пассивных отражателей). Так в одночастотном когерентно-импульсном режиме осуществляется селекция движущихся целей. Одночастотный когерентно-импульсный и одноканальный амплитудно-импульсный режимы являются вспомогательными и используются либо в случае нарушений в работе одного из частотных каналов, либо в случае поражения его активной помехой во всем диапазоне частот перестройки данного частотного канала станции. К элементам управления приемной системой относится переключатель РОД РАБОТЫ, с помощью которого переключаются режимы работы станции: работа одним из частотных каналов или I и II каналами одновременно. Частотные каналы приемной системы включаются путем запирающего одного из каналов усиления в блок усиления промежуточных частот (П5). Контроль приемной системы построен по принципу предварительного контролирования параметров каждого входящего в нее блока с последующим контролем наиболее важных параметров приемной системы в целом.

По приемной системе в целом контролируются:

- коэффициент шума;
- коэффициент усиления.

Коэффициент шума контролируется с помощью ввода в канал высокочастотного усиления калиброванной мощности шума от шумового генератора, смонтированного в блоке П1. Коэффициент шума вычисляется по формуле

$$K = \frac{(0,91PKT_0)}{(U_{шг}/U_{шп})^2 - 1}$$

где  $PKT_0$  — относительная спектральная мощность шума, взятая из паспорта лампы ГШ-1;

$U_{шп}$  — отсчет уровня собственных шумов приемной системы на выходе блока П5;  $U_{шг}$  — отсчет уровня шумов на выходе блока П5 при включенном генераторе шума.

Точное измерение коэффициента шума производится с учетом нелинейности амплитудной характеристики усилителей промежуточной частоты блока П5 по методике, описанной в гл. 11 (см. кн. 2 настоящего ТО). Коэффициент усиления приемной системы контролируется по каждому частотному каналу путем контролирования постоянной составляющей собственных шумов на выходе блока П5. Для контроля используются измерительные приборы, встроенные в станцию: микроамперметр постоянного тока типа М-265 и электронный осциллограф, смонтированный в блоке К2.

### 3. УСИЛИТЕЛЬ ВЫСОКОЙ ЧАСТОТЫ (П2)

**Назначение.** Усилитель высокой частоты (рис. 163) предназначен для обеспечения заданной чувствительности приемной системы и предохранения смесителя от перегрузки мощными импульсами высокочастотной энергии. Применение усилителя высокой частоты снижает требования к качеству кристаллического смесителя и к схеме входных каскадов усилителя промежуточной частоты.

**Состав.** Блок П2 состоит из малошумящей лампы бегущей волны типа УВ-10 и арматуры, которая включает:

- фокусирующую систему (соленоид), создающую продольное магнитное поле;
- согласующие устройства для согласования входа и выхода блока;
- систему центровки лампы типа УВ-10.

Схематический разрез арматуры блока показан на рис. 164. Конструктивные особенности и основные размеры блока определяются местом, которое занимает блок в высокочастотном тракте приемного устройства, и габаритами лампы и соленоида.

**Принцип работы.** Фокусирующие катушки 4 (соленоид) намотаны проводом ПЭВ-1 диаметром 0,74 мм. Общее сопротивление соленоида 112—125 ом. Катушки расположены на трубе арматуры 2. Торцы крайних катушек закрыты металлическими платами, на которых крепятся лампа и устройства центровки ее в магнитном поле. Лампа крепится с помощью обычной восьмиштырьковой ламповой панели 7 и колпачкового держателя с разрезными лепестками—коллекторного контакта 1. Каждое центрирующее устройство состоит из двух эксцентриков 5, 6. Одним эксцентриком служит ламповая панель (или колпачковый держатель), укрепленная в металлическом круговом цилиндре с эксцентриситетом 0,4 мм относительно оси внешней поверхности цилиндра. Другим эксцентриком является круговой цилиндр, ось внешней поверхности которого смещена относительно оси внутренней поверхности также на 0,4 мм. С помощью центрирующих устройств ось лампы может занять любое положение относительно оси фокусирующей системы в пространстве, ограниченном цилиндром диаметром 1,6 мм. С одной стороны на волноводах насажены плоские фланцы, позволяющие на входном конце сочленять блок с волноводным переключением сигналов, а на выходном—с коаксиально-волноводным переходом. С другой стороны каждый волновод замкнут поршнем 5. Короткозамыкающие поршни 8 установлены так, чтобы согласование входа и выхода блока на частотах эхо-сигнала было максимально. Арматура блока помещена в цилиндрический кожух 9 из мягкой стали, экранирующей лампу от воздействия внешних полей. При работе соленоид нагревается и при высокой температуре внутри кузова автомобиля может перегреться. Поэтому соленоид обдувается через окно кожуха вентилятором стойки 021.

**Питание блока П2.** Блок питается от блока В7. Для питания ЛБВ нужны следующие напряжения:

- по цепи накала 1,9—2,7 в
- по управляющему электроду +5 — +20 в
- по первому аноду + 20 — +50 в
- по второму аноду +320 — +420 в
- по коллектору +450 в.

Эти напряжения являются регулируемыми, так как напряжение устанавливается для

каждой лампы по ее паспорту. Все напряжения стабилизированные. Особенно важна стабильность напряжения второго анода (спирали), которым подбирается взаимодействие электронов с электромагнитной волной, так как усиление лампы зависит от величины этого напряжения. Для питания соленоида подается постоянное напряжение 148 в, обеспечивающее необходимую напряженность магнитного поля. Токи и напряжения блока П2 контролируются и устанавливаются путем проверки и установки токов и напряжений блока П2 согласно паспорту лампы типа УВ-10. Подробно система контроля блока описана совместно с блоком В7 в гл. 14 (см. Техническое описание книга 2 часть I). Работоспособность блока П2 проверяется вместе с приемной системой путем измерения коэффициента шума системы.

#### 4. БЛОК ФОРМИРОВАНИЯ ЗАДАЮЩИХ ЧАСТОТ (П6)

**Назначение.** Блок П6 предназначен для формирования задающих частот множительных цепочек передающей системы и гетеродинных частот приемной системы.

**Состав.** В состав блока входят субблоки:

П6А—кварцевый генератор и умножители 1х3 и 1х2;

П6Б—смеситель, усилитель мощности;

П6В — умножитель 1 X 10;

П6Г—смесители;

П6Д — усилитель;

П6Е—кварцевый генератор и умножитель 1х9;

П6Ж—смеситель, усилитель мощности;

П6И — смеситель;

П6К—усилитель мощности;

П6Л — смеситель.

##### Принцип работы

Принцип работы кратко рассматривается по упрощенной функциональной схеме блока (рис. 165). Выходные частоты блока образуются в результате преобразования трех основных частот  $f_1$ ,  $3f_2$  и  $9f_3$ , две из которых ( $f_1$  и  $3f_2$ ) формируются кварцевыми генераторами в самом блоке, а третья ( $9f_3$ ) поступает с блока перестройки частот станции (П10). Для преобразования используется умножение и смешивание частот.

Блок состоит из следующих функциональных каналов:

— канал формирования напряжения возбуждения I канала передающей системы;

— канал формирования напряжения возбуждения II канала передающей системы;

— канал формирования первой гетеродинной частоты;

— канал формирования второй гетеродинной частоты I частотного канала;

— канал формирования второй гетеродинной частоты II частотного канала.

Выходными частотами блока являются:

$9f_3—9f_1$  и  $9f_3—9f_2$ , напряжения которых используются соответственно для возбуждения множительных цепочек I и II каналов передающей системы;  $9f_3$ , напряжение которой используется для возбуждения множительной цепочки первой гетеродинной частоты;  $19f_1$  и  $f_1 + 18f_2$ , напряжения которых используются соответственно для возбуждения множительных цепочек вторых гетеродинных частот I и II частотных каналов. Более подробно принцип работы блока П6 рассматривается по каналам. Принципиальная схема блока помещена на рис. 500 (см. Альбом схем).

**Канал формирования напряжения возбуждения I канала передающей системы.** В состав канала входят субблоки П6Е, П6Д, один каскад субблока П6К и субблок П6Ж. Функциональная схема канала приведена на рис. 166. Для формирования напряжения возбуждения I канала напряжение частоты  $9f_1$  с умножителя 1х9 (П6Е), усиленное в субблоке П6Д, и напряжение частоты  $9f_3$  с канала формирования первой гетеродинной частоты подаются на смеситель I. Напряжение разностной частоты ( $9f_3—9f_1$ ) после

усиления подается в блок И91. Напряжение частоты  $f_1$  подается с кварцевого генератора в канал формирования второй гетеродинной частоты II частотного канала, напряжение частоты  $9f_1$  — в канал формирования вторых гетеродинных частот I и II частотных каналов. Принципиальная схема канала выделена на принципиальной схеме блока Пб. Кварцевый генератор (ПбЕ1) собран по схеме с электронной связью. Напряжение первой гармоники  $f_1$  катода лампы кварцевого генератора через разъем Ф1 подается в канал формирования второй гетеродинной частоты II частотного канала (ПбВ, Ф1). Сопротивление R5 в катодной цепи кварцевого генератора предохраняет лампу от перегрузки, если по каким-нибудь причинам будет отсутствовать генерация. Большое сопротивление в цепи экранирующей сетки ( $R_1 = 100 \text{ ком}$ ) обеспечивает малую мощность рассеивания на экранирующей сетке лампы. Связанные контуры в анодных цепях всех усилителей блока Пб обеспечивают выделение нужной частоты колебаний при достаточном подавлении других гармоник. Для лучшего подавления связь между контурами выбрана критической. Напряжение с анодного контура кварцевого генератора подается на усилитель ПбЕ2. Усиленное напряжение третьей гармоники кварцевого генератора подается на умножитель 1 X 3 (ПбЕ3), который одновременно является выходным каскадом субблока ПбЕ. Лампа умножителя работает с отсечкой анодного тока и с сеточными токами. Положение рабочей точки определяется суммарным катодным и сеточным автосмещением. Сеточное автоматическое смещение C2, R3 создает облегченный по постоянному току режим, благоприятный для выделения третьей гармоники входного напряжения. Анодный контур умножителя 1x3 настроен на частоту  $f_1$

Для того чтобы внешняя цепь не влияла на настройку анодного контура, связь с выходным разъемом Ф2 осуществляется через конденсатор малой емкости ( $C_{11} = 3,3 \text{ нф}$ ). Выходное напряжение умножителя 1x3 контролируется с помощью детектора, собранного на диоде Д1 (Д105А). С умножителя 1X3 напряжение частоты  $9f_1$  подается на двухкаскадный усилитель (ПбД1 и ПбД2). Анодная цепь каждого каскада представляет систему двух связанных контуров, настроенных на частоту  $9f_1$ . Усиленное напряжение подается на буферный каскад ПбД3, который устраняет влияние согласующего каскада ПбД4 на двухкаскадный усилитель (ПбД1, ПбД2). Анодный контур буферного каскада настроен на частоту  $9f_1$ . Шунтирующее сопротивление R2 расширяет полосу пропускания и обеспечивает устойчивый коэффициент усиления каскада. С буферного каскада напряжение частоты  $9f_1$  подается на управляющую сетку согласующего каскада ПбД4 и через согласующий каскад ПбД5 в каналы формирования вторых гетеродинных частот I и II частотных каналов (СМЕСИТЕЛЬ III и СМЕСИТЕЛЬ VI).

С согласующего каскада ПбД4 напряжение частоты  $9f_1$  поступает на пентодную сетку смесителя I (ПбЖ1). На управляющую сетку смесителя подается сигнал частоты  $9f_3$  с канала формирования первой гетеродинной частоты ПбК2 через согласующий каскад ПбК4, анодный контур которого настроен на частоту  $9f_3$ , а связь с нагрузкой автотрансформаторная. Согласующий каскад ПбК4 ослабляет паразитную связь данного канала с каналом формирования напряжения возбуждения II канала передающей системы через смеситель II, расположенный в субблоке ПбБ. Смеситель I (ПбЖ1) собран по схеме двухсеточного преобразования: напряжение частоты  $9f_1$  с согласующего каскада ПбД4 через разъем Ф2 подается на пентодную сетку смесителя, а напряжение частоты  $9f_3$  согласующего каскада ПбК4 — на управляющую сетку через разъем Ф1. В анодной нагрузке смесителя применены связанные контуры, настроенные на резонансную частоту  $9f_3 - 9f_1$ . Выделенное напряжение подается на широкополосный двухкаскадный усилитель ПбЖ2 и ПбЖ3 с нагрузкой в виде двух связанных контуров в каждом каскаде.

С выхода двухкаскадного усилителя напряжение поступает на усилитель мощности ПбЖ4, работающий на согласованный кабель. Выходная мощность этого каскада используется для возбуждения умножительной цепочки I канала передающей системы (блок И91). Усилитель мощности выполнен по схеме согласующего каскада с резонансным последовательным контуром. Для уменьшения падения постоянного напряжения на

анодном сопротивлении последнее заменено высокочастотным дросселем (ДрЗ), представляющим большое сопротивление для высокой частоты. Для стабилизации выходной мощности субблока применена усиленная автоматическая регулировка усиления АРУ (П6Ж5). Каскад АРУ состоит из детектора (лампа Л1А) и усилителя постоянного тока УПТ (лампа Л1Б). Регулирующее напряжение поступает на управляющие сетки ламп каскадов П6Ж2 и П6Ж3. Уровень выходной мощности регулируется потенциометром 1К ПЕРЕД-Ж (К2) путем изменения усиления УПТ. Выходная мощность контролируется с помощью детектора, собранного на диоде Д1 (Д105А).

**Канал формирования напряжения возбуждения II канала передающей системы.** В состав канала входят часть субблока П6А, один каскад субблока П6К и субблок П6Б. Функциональная схема канала приведена на рис. 167. Для формирования напряжения возбуждения II канала передающей системы напряжения частоты  $9f_2$  с кварцевого генератора и умножителя 1 X 3 и напряжение частоты  $f_3$  с канала формирования первой гетеродинной частоты подаются на смеситель II. Напряжение разностной частоты  $9f_3 - 9f_2$  является выходным для канала формирования напряжения возбуждения II канала передающей системы. Напряжение частоты  $9f_2$  с кварцевого генератора подается в канал формирования второй гетеродинной частоты I частотного канала. Принципиальная схема канала формирования напряжения возбуждения II канала передающей системы отличается от принципиальной схемы канала формирования напряжения возбуждения I канала передающей системы более упрощенной схемой формирования частоты  $9f_2$ . Так как частота кварцевого резонатора в кварцевом генераторе взята  $3f_2$ , то достаточно одного фильтра на связанных контурах, чтобы подавить мешающие вторые и четвертые гармоники кварцевого генератора. В остальном схема формирования напряжения возбуждения II канала передающей системы не отличается от схемы формирования напряжения возбуждения I канала. Уровень выходной мощности регулируется потенциометром ПК ПЕРЕД.-Б (R1). Выходная мощность контролируется с помощью детектора, собранного на диоде Д105А.

**Канал формирования первой гетеродинной частоты.** В состав канала входит часть субблока П6К. Функциональная схема канала формирования первой гетеродинной частоты приведена на рис. 168. На вход канала поступает сигнал частоты  $9f_3$  с блока перестройки частоты станции П10. Выходная мощность канала на частоте  $9f_3$  служит для возбуждения умножительной цепочки первого гетеродина (в блоке П4). С выхода усилителя мощности напряжение частоты  $9f_3$  подается также в каналы формирования напряжения возбуждения I и II каналов передающей системы. На усилитель П6К1 входное напряжение частоты  $9f_3$  поступает через разъем Ф3 блока П6 с блока П10. Усилитель напряжения (П6К1) усиливает входное напряжение до величины, необходимой для возбуждения усилителя мощности. Анодный контур усилителя представляет собой систему связанных контуров, настроенных на частоту  $9f_3$ . Усиленное напряжение поступает на усилитель мощности (П6К2). Этот каскад работает на согласованный кабель, по которому сигнал подается в блок П4. Анодной нагрузкой каскада П6К2 служит контур, настроенный на частоту  $9f_3$ , связь с нагрузкой автотрансформаторная. Для обеспечения режима лампы в динамическом режиме применено сеточное автоматическое смещение (КЗ, С1). Общая полоса пропускания усилителей обеспечивает нормальное усиление девятых гармоник восьми фиксированных частот задающих генераторов. В усилителях применены лампы с повышенной крутизной (6Ж5Б), создающие необходимое усиление и выходную мощность.

Для поддержания постоянного уровня выходной мощности применена усиленная АРУ (П6К3), такая же, как и в каналах формирования напряжения возбуждения I и II каналов передающей системы. Регулирующее напряжение подается на управляющую сетку усилителя П6К1. Уровень выходной мощности регулируется потенциометром I ГЕТЕР. К (R7), а контроль выходной мощности осуществляется детектором, собранным на диоде Д1 (Д105А).

**Канал формирования второй гетеродинной частоты I частотного канала.** В состав канала входят один каскад субблока П6Д, субблок П6Л, часть субблока П6А и субблок

ПБИ. Функциональная схема канала приведена на рис. 169. Для формирования второй гетеродинной частоты I частотного канала напряжение частоты  $10f_1 + 18f_2$  с канала формирования второй гетеродинной частоты II частотного канала и напряжение частоты  $9f_1$  с согласующего каскада (П6Д5) подаются на смеситель III. Полученное на выходе смесителя напряжение суммарной частоты  $19f_1 + 18f_2$  подается на смеситель IV, на который подводится также напряжение частоты  $18f_2$ , полученное в умножителе 1x2. На выходе смесителя IV выделяется напряжение частоты  $19f_1$ . Это напряжение является выходным для канала формирования второй гетеродинной частоты I частотного канала и используется для возбуждения умножительной цепочки второй гетеродинной частоты I частотного канала в блоке П4. На вход согласующего каскада П6Д5 напряжение частоты  $9f_1$  поступает с канала формирования напряжения возбуждения I канала передатчика. Выходное напряжение каскада контролируется с помощью детектора, собранного на диоде Д1 (Д105А). На вход смесителя III (П6Л1) подаются два сигнала: один — с согласующего каскада П6Д5, второй — с канала формирования второй гетеродинной частоты II частотного канала (П6Г2). Смеситель III выполнен по схеме двухсеточного преобразования. В его анодной цепи выделяется напряжение суммарной частоты  $19f_1 + 18f_2$ . Выделенное напряжение подается на усилитель П6Л2, связанные контуры в аноде которого настроены на частоту  $19f_1 + 18f_2$ . С выхода усилителя напряжение поступает на согласующий каскад П6Л3, а с него — на смеситель IV (ПБИ1). Выходное напряжение согласующего каскада П6Л3 контролируется с помощью детектора, собранного на диоде Д1 (Д105А). На вход умножителя 1 X 2 (П6А3) напряжение частоты  $9f_2$  подается с канала формирования напряжения возбуждения II канала передатчика П6А1. Связанные контуры в анодной цепи умножителя настроены на вторую гармонику входного напряжения. С выхода умножителя напряжение подается на согласующие каскады П6А4, П6А5. С выхода согласующего каскада П6А4 напряжение частоты  $18f_2$  поступает на смеситель IV.

Смеситель IV (ПБИ1) собран по схеме двухсеточного преобразования. На управляющую сетку смесителя подается напряжение частоты  $18f_2$  с согласующего каскада П6А4, на пентодную сетку смесителя через разъем Ф2 — напряжение частоты  $19f_1 + 18f_2$  с согласующего каскада П6Л3. Связанные контуры в анодной цепи смесителя выделяют напряжение разностной частоты  $19f_1$ . Полученное напряжение подается на управляющую сетку усилителя (ПБИ2). Связанные контуры в анодной цепи усилителя настроены на частоту  $19f_1$ . Усиленное напряжение подается на согласующий каскад (ПБИ3), работающий на согласованный кабель, по которому сигнал поступает в блок П4. Выходное напряжение контролируется с помощью детектора, собранного на диоде Д1 (Д105А).

**Канал формирования второй гетеродинной частоты II частотного канала.** В состав канала входят субблок П6В, один каскад субблока П6А и субблок П6Г. Функциональная схема канала приведена на рис. 170. Напряжение частоты  $f_1$  с канала формирования напряжения возбуждения I канала передающей системы подается на умножитель П6В, выделяющий напряжение частоты  $10f_1$ , который состоит из умножителей 1 X 5 и 1 X 2. Выходное напряжение умножителя подается на смеситель V, куда подается и напряжение шестой гармоники второго кварцевого генератора ( $18f_2$ ). На выходе смесителя выделяется напряжение суммарной частоты  $10f_1 + 18f_2$ . Это напряжение и напряжение частоты  $9f_1$  с канала формирования напряжения возбуждения I канала передающей системы подается на смеситель VI. На выходе смесителя VI выделяется напряжение разностной частоты  $f_1 + 18f_2$ . Это напряжение является выходным для канала формирования второй гетеродинной частоты II частотного канала и используется для возбуждения умножительной цепочки второй гетеродинной частоты II частотного канала в блоке П4. На вход умножителя 1 X 5 П6В1 через разъем Ф1 с канала формирования напряжения возбуждения I канала передающей системы П6Е1 подается напряжение частоты  $f_1$ . Связанные контуры в анодной цепи умножителя настроены на пятую гармонику входного напряжения.

С выхода умножителя 1 X 5 напряжение частоты  $5f_1$  поступает на усилитель П6В2, связанные контуры в аноде которого настроены на частоту  $5f_1$ , и далее на умножитель 1 X

2 П6В3, связанные контуры в анодной цепи которого выделяют напряжение частоты  $10 f_1$ . С выхода умножителя это напряжение подается на усилитель П6В4. Анодная нагрузка усилителя представляет собой систему двух связанных контуров, настроенных на частоту  $10 f_1$ . Усиленное напряжение подается на управляющую сетку согласующего каскада П6В5, а с выхода его — на смеситель V П6Г1. Контроль выходного напряжения согласующего каскада осуществляется с помощью детектора, собранного на диоде Д1 (Д105А). На вход согласующего каскада П6А5 напряжение частоты  $18f_2$  поступает с канала формирования второй гетеродинной частоты I частотного канала, а с выхода каскада П6А5 — на смеситель V. Выходное напряжение каскада контролируется с помощью детектора, собранного на диоде Д1 (Д105А).

Смеситель V собран по схеме двухсеточного преобразования. На управляющую сетку смесителя через разъем Ф1 подается напряжение частоты  $18f_2$  с согласующего каскада П6А5. На пентодную сетку смесителя через разъем Ф2 подается напряжение частоты  $10f_1$  с согласующего каскада П6В5. Связанные контуры в анодной цепи смесителя выделяют напряжение суммарной частоты  $10f_1 + 18f_2$ , далее поступающее на управляющую сетку согласующего каскада П6Г2. С выхода согласующего каскада напряжение частоты  $10 f_1 + 18f_2$  через разъем Ф3 поступает в канал формирования второй гетеродинной частоты I частотного канала П6Л1 и на управляющую сетку смесителя VI П6Г3, выполненного по схеме двухсеточного преобразования. На пентодную сетку смесителя через разъем Ф4 подается напряжение частоты  $9f_1$  с канала формирования напряжения возбуждения I частотного канала П6Д5. Связанные контуры в анодной цепи смесителя выделяют напряжение разностной частоты  $f_1 + 18f_2$ , поступающее далее на управляющую сетку согласующего каскада П6Г5.

Каскад П6Г5 работает на согласованный кабель, по которому сигнал поступает в блок П4. Выходное напряжение контролируется с помощью детектора, собранного на диоде Д1 (Д105А). Контроль блока построен по принципу контроля прохождения сигналов через субблоки. Выходные напряжения субблоков контролируются путем их детектирования. Выходные напряжения субблоков однозначно связаны с коэффициентом передачи субблоков при условии, что их входные напряжения постоянны. Чтобы судить о величине входных сигналов, субблоки контролируются в направлении прохождения сигнала (от источника сигнала к выходу канала). Например, в канале формирования напряжения возбуждения I канала передающей системы сначала контролируется выходное напряжение субблока П6Е (оно же входное напряжение субблока П6Д), далее — выходное напряжение субблока П6Д (оно же входное напряжение субблока П6Ж) и затем — выходное напряжение субблока П6Ж. Для детектирования выходных напряжений используются кремниевые диоды Д105А. Для уменьшения влияния изменения прямого сопротивления диодов от изменения температуры на коэффициент передачи детекторов сопротивления нагрузок имеют большие величины. Схема контроля блока П6 приведена на рис. 171. Контрольные напряжения субблоков подаются с контактов 2а колодки П1 на переключатель В1, расположенный на передней панели блока. С переключателя через контакт 8а переходной колодки субблока П6Л контрольные напряжения подаются на усилитель постоянного тока П6Л4, выполненный по схеме сбалансированного моста на двойном триоде 6Н16Б. Параметры усилителя подобраны так, чтобы при напряжении —0,5 в на управляющей сетке левой половины лампы ток прибора, подключенного к штекерному гнезду Ш1, составлял 75 мкА. Нулевой ток контроля устанавливается потенциометром УСТ. НУЛЯ (R8), при этом управляющая сетка левой половины триода заземляется нажатием на кнопку НУЛЬ ПРИБОРА (КП1). При настройке субблоков их контрольные напряжения с детекторов устанавливаются в соответствии с выходными напряжениями путем подбора сопротивления в цепи нагрузки контрольного детектора.

Питание блока осуществляется стабилизированными напряжениями +125, —27 и —125 в от блоков В4-1 и В11. Напряжение для цепей накала ламп блока снимается с трансформатора Тр1, расположенного на шасси блока. На первичную обмотку трансформатора

подается переменное напряжение 220 в 400 гц. Для уменьшения влияния внешних помех в цепь постоянного напряжения +125 в включен высокочастотный П-образный фильтр С1, Др1, С2, Др2, С3, С4, Др3, С5, Др4, С6, Др5, С7. Для установки начальных токов кристаллов в блоке ПЗ гетеродинные частоты выключаются с помощью реле Р1, которое снимает питающее напряжение +125 в с согласующих каскадов П6Г5, П6ИЗ и с усилителя мощности П6К2. При отсутствии напряжения—125 в реле Р2 снимает питающее напряжение +125 в с усилителей П6ЖЗ и П6БЗ, предотвращая перегрузку усилителей мощности П6Ж4 и П6Б4.

**Конструкция блока.** Блок (рис. 172 и 173) конструктивно оформлен в виде полублока.

На правом шасси полублока размещены: субблоки П6Г, П6Л, П6В, П6Д и П6Е; реле Р1 и Р2; накальный трансформатор; переходная колодка питания блока П1; высокочастотный разъем Ф5. На левом шасси полублока размещены: субблоки П6К, П6И, П6Ж, П6Б, П6А; кварцевый прибор (КВ1); высокочастотные разъемы Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф6.

## 5. БЛОК УМНОЖЕНИЯ ГЕТЕРОДИННЫХ ЧАСТОТ (П4)

**Назначение.** Блок П4 предназначен для окончательного умножения гетеродинных частот приемной системы.

**Состав.** Блок П4 состоит из следующих субблоков:

- П4Е — умножитель на 2;
- П4Г — умножитель на 3;
- П4В — умножитель на 2;
- П4Б — умножитель на 2;
- П4А — умножитель на 6;
- П4К1 — умножитель на 2 и усилитель;
- П4КП — умножитель на 2 и усилитель.

### Принцип работы

Принцип работы кратко рассматривается по упрощенной функциональной схеме блока (рис. 174). Функционально блок состоит из следующих каналов:

- канала формирования первой гетеродинной частоты;
- канала формирования второй гетеродинной частоты I частотного канала;
- канала формирования второй гетеродинной частоты II частотного канала.

Канал формирования первой гетеродинной частоты представляет собой цепочку широкополосного умножения частоты, выполненную по схеме: умножитель на 2 — умножитель на 3 — умножитель на 2 — умножитель на 2. Общий коэффициент умножения частоты  $9f_3$  входного сигнала, поступающего с блока П6, равен 24. Выходное напряжение канала формирования первой гетеродинной частоты  $216f_3$  подается на смесители первых промежуточных частот блока ПЗ. Каналы формирования второй гетеродинной частоты I и II частотных каналов представляют собой цепочки узкополосного умножения частоты, отличающиеся только рабочими частотами и выполненные по схеме: умножитель на 2 — усилитель — умножитель на 6. Коэффициент умножения частоты входных напряжений  $19f_1$  I канала и  $f_1 + 18f_2$  II канала, поступающих с блока П6, в каждом из каналов равен 12.

Выходные напряжения каналов с частотами  $228f_1$  и  $12f_1 + 216f_2$  подаются на смесители вторых промежуточных частот блока. Более подробно принцип работы блока П4 рассматривается поканально по принципиальной схеме блока (см. рис. 501 в Альбоме схем).

В субблоках П4Е, П4Г, П4В, П4Б и П4А используются триоды типа ГС-4В титано-керамической серии, имеющие высокую крутизну ( $15—20$  ма/в) и приспособленные для работы в коаксиальных контурах по схеме с общей сеткой. Отличительной особенностью усилителей и умножителей частоты по схеме с общей сеткой является сравнительно низкое входное сопротивление, что облегчает согласование каскадов с используемыми низкоомными коаксиальными кабелями в широкой полосе частот. Широкополосность

каскадов с общей сеткой определяется главным образом величинами крутизны, емкости сетка — анод лампы и схемой анодной нагрузки. Для получения необходимой полосы частот канала формирования первой гетеродинной частоты анодные нагрузки субблоков П4Г, П4В, П4Б выполнены в виде двух связанных контуров, что обеспечивает лучшую фильтрацию паразитных гармоник и большую широкополосность по сравнению с одноконтурной схемой. Работа широкополосных умножителей частоты по схеме с общей сеткой, как и обычно применяемых умножителей по схеме с общим катодом, основана на выделении нужной гармоники анодного тока лампы, работающей в режиме с отсечкой тока. Необходимый угол отсечки анодного тока определяется подбором величины напряжения смещения на сетке лампы.

В умножителях блока П4 используется катодное автосмещение, которое регулируется сопротивлениями, включенными в цепь катодов ламп. Катодное автосмещение обеспечивает практическое постоянство угла отсечки умножителей при изменении напряжения возбуждения каскадов и способствует получению необходимой полосы частот в широкополосном канале формирования первой гетеродинной частоты.

**Канал формирования первой гетеродинной частоты.** Принципиальная схема канала выделена на принципиальной схеме блока. В состав канала входят субблоки П4Е, П4Г, П4В, П4Б. С блока П6 напряжение частоты  $9f_3$  поступает на входной разъем Ф1 умножителя 1 X 2—субблок П4Е (рис. 175) и через емкость С1 на катод лампы ГС-4-В. Входной контур субблока образован индуктивностью катушки L1, емкостью сетка—катод лампы 3 и емкостью монтажа. Контур подстраивают путем изменения индуктивности катушки L1 латунным сердечником (винт 5 настройки входного контура). Анодный контур субблока образован индуктивностью катушки L2, емкостью сетка—анод лампы, емкостью монтажа и настроен на удвоенную входную частоту. Контур подстраивают в резонанс емкостным диском С7 (винт 2 настройки анодного контура). Необходимый угол отсечки анодного тока лампы субблока П4Е устанавливается сопротивлением катодного автосмещения R1, величина которого подобрана по максимуму выходной мощности субблока по второй гармонике. Для устранения паразитных связей по цепям питания между отдельными субблоками и внешними цепями блока питающие напряжения +250 и ~6,3 в вводятся в субблок через заградительные фильтры, состоящие из дросселя Др1 и проходных конденсаторов С3, С4, С6. В последующих субблоках некоторые конденсаторы выполнены в виде диэлектрических втулок из материала с большой диэлектрической проницаемостью.

Анодную нагрузку с выходным 75-омным кабелем согласуют путем автотрансформаторного подключения кабеля к анодной катушке индуктивности L2 через разделительную емкость С5. Напряжение выходного сигнала субблока П4Е с частотой  $18 f_3$  по кабелю поступает на входной разъем Ф3 субблока П4Г—умножителя на 1x3 (рис. 176). Входной контур субблока П4Г выполнен аналогично входному контуру субблока П4Е, согласование с входным 75-омным кабелем производится путем автотрансформаторного подключения кабеля через разделительную емкость С3 к катушке индуктивности L1 субблока П4Г. Анодная нагрузка субблока П4Г представляет собой систему, выполненную в виде двух связанных контуров, настроенных на третью гармонику входной частоты. Контуры выполнены в виде четвертьволновых коаксиальных резонаторов (анодного и нагрузочного) и связаны емкостным зондом 3 (С5). Связь регулируют путем изменения величины погружения зонда в анодный контур, вращая гайку 1 регулировки связи. Выходной разъем Ф4 субблока конструктивно объединен с емкостным зондом связи в одно целое. Резонаторы настраивают, перемещая короткозамыкающие поршни 2 настройки анодной системы, которые изменяют эквивалентную индуктивность резонаторов. Как и все остальные, субблок П4Г работает по схеме параллельного анодного питания. Разделительный конденсатор С4 выполнен в виде керамической втулки 4 из материала с высокой диэлектрической проницаемостью Т-80 и представляет для токов высокой частоты сопротивление, близкое к нулю.

Дроссель Др2, блокирующий цепь анодного питания, расположен внутри центрального

проводника анодного контура. Начальный ток лампы субблока при смене ламп и необходимый угол отсечки анодного тока устанавливают переменным сопротивлением катодного автосмещения R3, расположенным на передней панели блока.

С субблока П4Г выходной сигнал частотой  $54/3$  по кабелю поступает на входной разъем Ф5 субблока П4В—умножителя 1 X2 (рис. 177).

Входной контур субблока П4В представляет собой коаксиальный резонатор, настраиваемый короткозамыкающим поршнем 6. Согласование с входным кабелем достигается путем автотрансформаторного включения кабеля в коаксиальный резонатор.

Анодная система субблока П4В конструктивно аналогична анодной системе субблока П4Г и отличается лишь волновым сопротивлением и длинами резонаторов. Установка начального тока лампы и регулировка угла отсечки, как и в субблоке П4Г, производится переменным сопротивлением R5, расположенным на передней панели блока.

С выходного разъема Ф6 субблока П4В напряжение частоты  $108/3$  поступает по кабелю на входной разъем Ф7 умножителя на 2—субблок П4Б (рис. 178). Входной контур субблока П4Б отличается от входного контура субблока П4В только геометрическими размерами. Установка начального тока лампы и регулировка угла отсечки производится сопротивлением R7, расположенным на передней панели блока. На выходной частоте субблока невозможно выполнить анодный контур в виде укороченного четвертьволнового коаксиального резонатора. Применение же коаксиального трехчетвертьволнового контура не позволяет обеспечить требуемую полосу частот. Поэтому анодная система субблока П4Б отличается от анодных систем субблоков П4Г и П4В.

На рис. 178 приведены упрощенное изображение анодной системы субблока П4Б (рис. 178, а) и соответствующие ей эквивалентные схемы (рис. 178, б).

Анодная система состоит из двух связанных контуров. Резонансная частота первого (анодного) контура определяется емкостью сетка — анод лампы 1 и расстоянием  $l1$  между сеткой лампы и нижней плоскостью бесконтактного поршня 2. Второй контур (нагрузочный) расположен в волноводе 5 и выполнен в виде индуктивной диафрагмы 9 (L1), настраиваемой емкостным настроечным винтом 7 (C5) на центральную частоту субблока П4Б. Связь между анодным и нагрузочным контурами осуществляется четвертьволновым бесконтактным поршнем 2, зазоры которого заполнены диэлектриком (тефлоном), и отрезком коаксиальной линии (3, оканчивающейся конусным излучателем 4. Излучатель расположен в волноводе перпендикулярно его широкой стенке. Расстояние  $l4$  нагрузочного контура от центра излучателя равно четверти длины волны в волноводе на центральной частоте.

Расстояние  $l2$  от центра излучателя до задней короткозамыкающей стенки волновода, размеры и форма излучателя подобраны по наилучшему согласованию коаксиальной линии 3 с волноводом. Бесконтактный поршень 2 осуществляет трансформацию волнового сопротивления линии 3 в необходимое эквивалентное сопротивление нагрузки анодного контура, обеспечивающее требуемый уровень выходной мощности и полосу частот субблока П4Б. Величина  $n$  коэффициента трансформации поршня, представленного на эквивалентной схеме (рис. 178, б) в виде идеального трансформатора ИТ, определяет величину связи между анодным и нагрузочными контурами, форму частотной характеристики и уровень выходной мощности субблока П4Б. Форма частотной характеристики субблока регулируется перемещением бесконтактного поршня 2 (рис. 178, а) и изменением глубины погружения винта 7 подстройки диафрагмы. Винт регулировки связи 6 (C4) расположен на широкой стенке волновода на расстоянии  $l3$  от излучателя, равном одной восьмой длины волны в волноводе.

Анодное напряжение подается через проходной конденсатор C1, расположенный на узкой стенке волновода. Внутренний вывод конденсатора соединен внутри волновода с излучателем проводом диаметром 0,5 мм, расположенным параллельно широкой стенке волновода. Из волновода через коаксиально-волноводный переход 8 (выходной разъем Ф8) по 50-омному кабелю напряжение первой гетеродинной частоты величиной  $216/3$  поступает

на смесители первых гетеродинных частот блока ПЗ. Каналы формирования второй гетеродинной частоты I и II частотных каналов отличаются только рабочими частотами, поэтому в дальнейшем рассматривается только канал формирования второй гетеродинной частоты I частотного канала. Принципиальные схемы каналов выделены на принципиальной схеме блока.

В состав каналов входят следующие субблоки:

П4К1, П4А1 — I канал;

П4К2, П4А2 — II канал.

Напряжение возбуждения канала формирования второй гетеродинной частоты I частотного канала с частотой  $19f_1$  ( $f_1 + 18 f_2$  — для II канала) поступает с блока П6 через входной разъем Ф15 на умножитель 1x2 (П4К1-1), расположенный в субблоке П4К1. Все каскады субблока П4К1 работают на лампах типа 6Ж1Б. Входная цепь умножителя 1x2 выполнена в виде последовательного контура L2C1, настроенного на частоту входного сигнала; сопротивление Кб обеспечивает согласование с входным кабелем. В качестве анодной нагрузки умножителя служит система двух связанных контуров с критической связью. Выходное напряжение умножителя 1 X 2 с частотой  $38 f_1$  поступает на усилитель, выполненный на двух каскадах: П4К1-2 и П4К1-3, анодные нагрузки которых аналогичны умножителю 1 X 2 (П4К1-1). С выхода усилителя сигнал поступает на согласующий каскад П4К1-4, который собран по схеме с анодной нагрузкой в виде последовательного резонансного контура и работает на согласованный 50-омный кабель. Каскады П4К1-3 и П4К1-4 работают в режиме ограничения, обусловленном большой амплитудой сигнала. Выходная мощность согласующего каскада регулируется изменением напряжения на экранирующей сетке его лампы с помощью сопротивления R18 (R19 — для II канала), расположенного на передней панели блока. Выходное напряжение согласующего каскада (оно же является выходным напряжением субблока П4К1) контролируется с помощью детектора, собранного на диоде Д1. С выходного разъема Ф17 субблока П4К1 сигнал частотой  $38 f_1$  по кабелю поступает на входной разъем Ф10 умножителя 1X6 (П4А1) на лампе ГС-4-В, расположенного в субблоке П4А (рис. 179). Входной контур умножителя 1 X 6 подключен к входному разъему через емкость связи С6. Контур образован катушкой индуктивности L2 и емкостью сетка — катод лампы.

Анодный контур представляет собой укороченный четвертьволновый резонатор, настроенный на шестую гармонику входной частоты. Подстройка производится емкостным диском С12. Съем высокочастотной энергии сигнала из анодного контура производится петлей, расположенной у короткозамкнутого конца резонатора, т.е. в максимуме магнитного поля. Поворотом петли можно изменять степень связи резонатора с нагрузкой. С петли выходной сигнал частотой  $228f_1$ , ( $12f_1 + 216 f_2$  — для II канала) через выходной разъем Ф12 (Ф11) подается на смеситель второй промежуточной частоты блока ПЗ. Мощность выходного сигнала регулируется потенциометром R4(R2) в цепи катодного смещения, расположенным на шасси субблока П4А. Схема питания анода лампы параллельная, аналогичная схеме питания субблока П4Г.

**Контроль блока.** Схема контроля блока П4 служит для проверки анодных токов ламп в субблоках П4Е, П4Г, П4В, П4Б, П4А1, П4А2, что позволяет судить об их работоспособности. Для контроля анодных токов в катодные цепи субблоков П4Г, П4В и П4Б последовательно с катодными сопротивлениями R3, R5 и R7 включены сопротивления R8, R10, R12, напряжения с которых через дополнительные сопротивления R9, R11, R13 подключаются к гнезду Г1 контрольного прибора с помощью переключателя В1. У субблоков П4Е и П4А контрольные напряжения снимаются непосредственно с катода лампы и через дополнительные сопротивления R23, R14, R15 подключаются через переключатель В1 к гнезду Г1 контрольного прибора.

Величины сопротивлений схемы выбраны такими, чтобы нормальные токи покоя ламп, т.е. начальные токи, соответствовали показаниям  $20 \pm 3$  дел. у субблоков П4Г, П4В, П4Г и  $20 \pm 10$  дел. у субблоков П4Е, П4А. Для контроля выходных напряжений субблоков П4К1,

П4К11 в анодную цепь выходного каскада каждого из них включен детектор на диоде Д1, ток которого через масштабные сопротивления R1,R10 (П4К1) и R1, R10 (П4К2) и переключатель В1 подается на гнездо Г1 контрольного прибора. При подаче входных сигналов анодные токи увеличиваются до значений, указанных против каждого из положений переключателя.

Кроме того, схема контроля позволяет производить настройку частотной характеристики цепочки широкополосного умножения (канала формирования первой гетеродинной частоты) после смены любой из ламп этой цепочки. Для настройки частотной характеристики к гнезду ОСЦИЛЛОГРАФ специальным кабелем подключается вход центрального осциллографа блока К2. Напряжение на гнездо ОСЦИЛЛОГРАФ снимается с потенциометров МАСШТАБ R1, R2, R4, R6, каждый из которых подключен к соответствующему сопротивлению катодного автосмещения субблоков канала. При настройке тумблер КОНТРОЛЬ ЧАСТОТНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ на блоке П10 ставится в положение ВКЛ. При этом с блока П10 на блок П4 подается периодическая последовательность из восьми высокочастотных импульсов, частоты заполнения которых являются задающими частотами возбуждения канала первой гетеродинной частоты и расположены в порядке возрастания от импульсов к импульсу. При подаче высокочастотных импульсов на вход того или иного субблока анодный ток его увеличивается на величину, приблизительно пропорциональную мощности поданного высокочастотного импульса. Это приращение в свою очередь вызывает увеличение напряжения на сопротивлении катодного автосмещения субблока, по форме соответствующее огибающей поданного на субблок импульса.

Таким образом, при равенстве амплитуд восьми входных высокочастотных импульсов огибающая всей серии видеоимпульсов на экране осциллографа будет совпадать с частотной характеристикой всей цепочки широкополосного умножения от входного разъема Ф1 до входа данного субблока. Контроль частотной характеристики всего канала формирования первой гетеродинной частоты производится путем просмотра серии протектированных импульсов, выделяемых на сопротивлении смещения детектора смесителя первой гетеродинной частоты блока П3. При этом вход контрольного осциллографа блока К2 подключается кабелем к гнезду ОСЦИЛЛОГРАФ блока П3.

**Питание блока.** Блок П4 питается от стабилизированных источников. Анодные цепи питаются напряжениями +250 и +125 в от блока В4, находящегося в стойке 09-111; на накальные трансформаторы подается напряжение — 220 в 400 гц с блока У5. Все питающие напряжения заводятся в блок через колодку П1 блока П4. В цепи анодного питания субблоков П4Е и П4Б, П4Г и П4В поставлены предохранители Пр2 и Пр3, которые обеспечивают сохранность катодных сопротивлений в случае короткого замыкания внутри лампы.

**Конструкция блока.** Субблоки блока П4 расположены на специальном уголковом шасси: субблоки П4А и П4К2—на его вертикальной стенке, субблоки П4Е, П4Г, П4В, П4Б и П4К1—на нижней горизонтальной стенке. Общее расположение субблоков внутри блока показано на рис. 180. На передней панели блока расположены: предохранители Пр1, Пр2 и Пр3; индикаторные лампочки, сигнализирующие о перегорании соответствующего предохранителя; потенциометры регулировки смещения субблоков П4Г, П4В, П4Б; потенциометры регулировки мощности субблоков П4КГ и П4КП; гнездо Г1 контрольного прибора; разъем Ф13 для подключения осциллографа и ручка переключателя В1 контроля блока П4.

## 6. БЛОК РАЗДЕЛЕНИЯ И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ (П3)

**Назначение.** Блок П3 служит для разделения сигналов по двум частотным каналам,

двойного преобразования их в сигналы более низкой промежуточной частоты и подавления зеркальных и комбинационных частот.

**Состав.** Блок ПЗ состоит из следующих субблоков:

- ПЗА — разветвитель частотных каналов;
- ПЗГ1 и ПЗГ2 — первые смесители;
- ПЗВ1 и ПЗВ2 — усилители первой промежуточной частоты;
- ПЗБ1 и ПЗБ2 — вторые смесители;
- ПЗЛ — усилитель видеоимпульсов.

Принцип работы рассматривается по функциональной схеме блока (рис. 181).

Сигнал, поступивший с блока П2, делится в разветвителе частотных каналов на два частотных канала так, что сигналы с частотой  $216f_3 - 216f_1$  проходят через полосовой фильтр ПФ1 в I канал, а с частотой  $216f_3 - 216f_1$  — через другой полосовой фильтр ПФ2 во II канал.

В I частотном канале сигнал с частотой  $216f_3 - 216f_1$  поступает на первый смеситель ПЗГ1, на который подводятся колебания первого гетеродина с частотой  $216f_3$ . В результате преобразования получается сигнал первой промежуточной частоты  $216f_1$ , выделяемый во входном контуре усилителя первой промежуточной частоты ПЗВ1. Усиленный сигнал поступает на второй смеситель ПЗБ1, где в результате преобразования с колебаниями второго гетеродина частоты  $216f_1$  образуется вторая промежуточная частота, равная  $12f_1$ .

Сигнал частоты  $(216f_3 - 216f_2)$ , поступивший во II частотный канал, преобразуется в первом смесителе ПЗГ2 в сигнал первой промежуточной частоты II канала  $216f_2$ . Полученный сигнал усиливается в усилителе промежуточной частоты ПЗВ2 и преобразуется во втором смесителе ПЗБ2 совместно с колебаниями второго гетеродина частоты  $(12f_1 + 216f_2)$  в сигнал второй промежуточной частоты  $12f_1$ . Таким образом, выходные сигналы I и II частотных каналов имеют одинаковую частоту  $12f_1$ .

Подробнее работу блока можно проследить по принципиальной схеме, помещенной на рис. 502. (см. Альбом.схем).

Разветвитель частотных каналов (субблок ПЗА) служит для разделения сигналов по двум частотным каналам и подавления зеркальных и комбинационных частот, возникающих при первом преобразовании частот. Разветвитель частотных каналов (рис. 182) представляет собой коаксиально-волноводный тройник 3, к боковым плечам которого присоединены полосовые фильтры ПФ1 и ПФ2. Схема разветвителя частотных каналов приведена на рис. 183, а частотная характеристика фильтров — на рис. 184.

В связи с тем что частота  $f_3$  в блоке П10 изменяется в определенном диапазоне, фильтры должны быть широкополосными. Сигналы с частотами  $216f_3 - 216f_1$  проходят через фильтр ПФ1, настроенный на эти частоты, и поступают в I канал (рис. 183). При этом сопротивление в плоскости разветвления  $aa$  в сторону фильтра ПФ2 будет равно бесконечности, так как входное сопротивление фильтра ПФ2 на этих частотах в сечении  $ee$  близко к нулю и пересчитывается в сечение  $aa$  как бесконечно большое. Подобным же образом сигналы с частотой  $216f_3 - 216f_2$  попадают во II канал.

Конструктивно (рис. 132) разветвитель каналов состоит из коаксиально-волноводного тройника 3 с коаксиальным входом 2 и двух волноводных полосовых фильтров.

Связь волновода с коаксиальной линией в тройнике осуществляется с помощью фигурного зонда 5. Тройник настраивается с помощью винта 6 на максимально возможный коэффициент бегущей волны в общем диапазоне частот станции.

Каждый фильтр состоит из четырех звеньев 8, соединенных четвертьволновыми линиями. Звеном фильтра является резонансная диафрагма 9. Настройка звена на нужную частоту осуществляется с помощью винта 10. Ширина полосы пропускания фильтров достигнута выбором надлежащей величины окон 12 диафрагмы. С выходов разветвителя частотных каналов сигналы поступают на первые смесители.

Первые смесители (ПЗГ1 и ПЗГ2) преобразуют высокочастотные сигналы в сигналы первой промежуточной частоты.

Эквивалентная схема первого смесителя приведена на рис. 185. Вследствие нелинейной характеристики детектора при воздействии на него колебаний сигнала и гетеродина образуются сигналы с частотами  $216f_1$  и  $216f_2$ , на которые настроены усилители первых промежуточных частот.

Для получения минимальных потерь преобразования смеситель должен работать в следующем режиме:

— ток постоянного продолжительного смещения  $I_0 = 0,3$  ма (20 делений по индикаторному прибору);

— общий ток смесителя, обусловленный смещением и мощностью гетеродина,  $I_{06} = 0,5 \div 1,5$  ма (35—100 делений по контрольному прибору станции).

Конструктивно смеситель (рис. 186) состоит из широкополосного плеча сигнала 2, широкополосного плеча гетеродина 5, плеча промежуточной частоты 14 и кристаллодержателя 1 с выводом для подачи смещения. Плечо сигнала 2 представляет собой отрезок волновода, с одной стороны короткозамкнутый, а с другой имеющий фланец 4 для соединения с фильтрами. Внутри волновода посередине широкой стенки помещен кристаллический детектор 13 типа Д405Б. Согласование детектора с волноводом получено подбором расстояния до короткозамкнутого конца и глубиной погружения детектора в волновод.

Плечом гетеродина является отрезок 50-омной коаксиальной линии, расположенный поперек волновода и имеющий с ним по широкой стороне общую стенку. Волновод с коаксиальной линией соединен небольшим отверстием 9, через которое проходит штырь связи 3. Величина связи выбирается достаточно малой, чтобы избежать потерь сигнала в цепях гетеродина и уменьшить влияние смесителя на гетеродин. Для компенсации рассогласования, вносимого элементом связи в плечо гетеродина, применен параллельный шлейф 6. Связь регулируется изменением погружения штыря 3 путем вращения ручки настройки 8 (РЕГ. СВЯЗИ).

В плече промежуточной частоты 14 установлен фильтр нижних частот 15, который пропускает сигнал промежуточной частоты и отражает принимаемый сигнал и сигнал гетеродина. Параллельный шлейф 16 с отрезком кабеля согласовывает смесители со входом усилителей первых промежуточных частот.

Напряжение смещения на детектор подается посредством схемы, расположенной на передней стенке блока. Сопротивления R21 (Г1) и R23 (Г2) выведены на переднюю панель блока под шлиц и служат для регулировки токов смещения при отклонении их от нормы, термосопротивление R12 (R14) служит для уменьшения колебания тока смещения на детекторе при изменении температуры в блоке. Сопротивление R5 (R6) вместе с сопротивлениями R11, R12 и R13 (R15, R14, R16) является нагрузкой детектора по постоянному току.

В кристаллодержателе 1 помещены фильтр-ловушка 12 и дроссель 10 (Др1), которые препятствуют попаданию высокочастотных сигналов в цепь смещения и предохраняют смеситель от низкочастотных наводок по цепям питания. Пружина 11 создает надежный контакт детектора с кристаллодержателем. С выхода первых смесителей сигналы поступают на усилители первых промежуточных частот.

Усилители первых промежуточных частот (ПЗВ1 и ПЗВ2) служат для усиления первых промежуточных частот соответствующих частотных каналов и подавления частот зеркальных каналов второго преобразования.

Усилители выполнены на лампах типа ГС-4-В по схеме с заземленной сеткой и автоматическим смещением на катоде. Эквивалентная схема усилителя приведена на рис. 187.

Конструктивно усилитель (рис. 188) состоит из входного 1 (катодного) и выходного 6 (анодного) контуров, между которыми включена лампа 8 типа ГС-4-В. Контур образован емкостью лампы с индуктивностью коаксиальных контуров. Связь усилителя со входом 2 кондуктивная, с выходом 5 — емкостная и регулируется вращением регулировочной гайки

4.

Катодный контур имеет широкую полосу пропускания резонансной характеристики вследствие шунтирования его малым входным сопротивлением лампы. Величина связи с анодным контуром выбрана из условия получения результирующей полосы пропускания усилителя, обеспечивающей подавление частот зеркальных каналов не менее чем в 100 раз по мощности.

Для компенсации расстройки при смене ламп используется емкостный винт настройки 7 (настройка). Дроссели Др1, Др2, Др3, Др4 (рис. 502, ПЗВ1, ПЗВ2) совместно с конденсаторами С1, С3, С7 образуют цепочки фильтров, предохраняющих усилители от наводок по цепям питания и устраняющих паразитные излучения усилителей.

Конструктивные керамические конденсаторы С5, С6, С9, С10 являются разделительными емкостями по цепям питания. С выхода усилителей первых промежуточных частот сигналы поступают на вторые смесители.

Вторые смесители (ПЗБ1 и ПЗБ2) служат для преобразования сигналов первой промежуточной частоты в сигналы второй промежуточной частоты.

Эквивалентная схема вторых смесителей приведена на рис. 189.

На вторые смесители поступают сигналы с выхода усилителей ПЗВ1 и ПЗВ2 с частотой  $216 f_1, 216 f_2$  и колебания гетеродинов с частотой  $228 f_1$  и  $12 f_1 + 216 f_2$  из блока П4. Частоты гетеродинов выбраны таким образом, что в обоих каналах значения вторых промежуточных частот одинаковы и равны  $12 f_1$

Тип детекторов и режим их работы такие же, как и для первых смесителей.

Конструктивно смеситель (рис. 190) выполнен на 75-омной коаксиальной линии с кондуктивной связью с гетеродином и состоит из плеча сигнала 1, плеча гетеродина 2 и плеча промежуточной частоты 8.

В плече сигнала расположены трансформатор 11, служащий для согласования кристаллических детекторов; параллельный четвертьволновый шлейф 3, обеспечивающий замыкание в цепи детектора по постоянному току (для уменьшения геометрических размеров шлейф заполнен диэлектриком); кристаллический детектор 10 типа Д405Б.

Плечо промежуточной частоты 8 соединяется с плечом сигнала гайкой 4. В нем установлен фильтр промежуточной частоты 9 с пружиной 5 (для надежного контакта детектора со смесителем) и фильтр 6, предохраняющий приемник от наводок по цепям смещения (7 — вход напряжения смещения).

Для максимальной передачи мощности сигнала на кристаллический детектор длины плеч и соединительных кабелей подобраны равными нечетному числу четвертей соответствующих длин волн, а для максимальной передачи мощности гетеродина — кратной половине соответствующих длин волн.

С выхода вторых смесителей сигналы поступают на соответствующие каналы блока П5 (разъемы Ф1 и Ф2).

Контроль блока обеспечивает проверку токов кристаллических детекторов и анодных токов усилителей. Если разброс токов кристаллических детекторов не превышает допустимых норм, блок ПЗ и все умножительные цепочки гетеродинов, находящихся в блоках П4 и П6, исправны.

В схему контроля входят следующие элементы:

- двухплатный переключатель (В1) на 11 положений; установлен на передней панели блока, служит для включения контрольного прибора в цепь соответствующего субблока;
- штекерное гнездо ПРИБОР для подключения контрольного прибора к блоку;
- набор сопротивлений R5, R6, R7, R8, включенных в контролируемые цепи, параллельно которым подключается контрольный прибор;
- потенциометры Г1, Г2, Б1, Б2 (сопротивления R21, R23, R25, R27) для установки токов смещения при смене детекторов.

Кроме того, для настройки блока П4 на реальную нагрузку, которой являются первые смесители ПЗГ1 и ПЗГ2, в блоке установлен усилитель видеопульсов (ПЗЛ).

Усилитель ПЗЛ собран на лампе типа 6Н16Б по схеме двухкаскадного видеоусилителя.

Усилитель включен параллельно цепочке сопротивлений R11, R12, R13. Выход усилителя выведен на переднюю панель для подключения осциллографа и имеет наименование ОСЦИЛЛОГРАФ.

При контроле токов смещения блоков ПЗ и П4 необходимо снять высокочастотную мощность, поступающую из блока Пб. Это достигается снятием анодного напряжения с последних каскадов блока Пб с помощью реле Р1, расположенного в блоке Пб, для включения которого возвратный тумблер следует перевести в положение КОНТРОЛЬ  $I_0$  ПЗ, П4.

**Питание.** Блок ПЗ питается стабилизированным напряжением + 125 в, поступающим из блока В4-1 шкафа 09-III, и напряжением ~ 220 в, поступающим из шкафа У5.

Величина мощности, потребляемая блоком по обоим цепям, не превышает 30 вт.

**Конструкция.** Конструктивно блок ПЗ (рис. 191 и 192) смонтирован на нестандартном шасси. В рабочем положении блок скрепляется с блоком П4 на передней панели и нижней стенке. Для большей жесткости боковые стенки блоков скрепляются с помощью специальных штанг.

На передней панели установлены потенциометры Г1, Г2, Б1, Б2 (R21, R23, R25 и R27), переключатель КОНТРОЛЬ, разъемы для подключения контрольного прибора и осциллографа и тумблер для выключения блоков Пб (КОНТРОЛЬ  $I_0$  ПЗ, П4) предохранитель (Пр1) и сигнальная лампочка (НЛ1).

На задней стенке передней панели смонтированы все сопротивления цепей смещения и контроля (рис. 192).

На боковой стенке расположены усилитель  $I$  (ПЗВ2), трансформатор Тр1, колодка П2 и переходная колодка П1.

На нижней стенке на специальных кронштейнах смонтированы разветвитель с фильтрами ПЗА и жестко скрепленные с ним смесители ПЗГ1 и ПЗГ2, усилитель ПЗВ1, вторые смесители ПЗБ1 и ПЗБ2, шлейфы первых смесителей и видеоусилитель ПЗЛ.

## 7. БЛОК УСИЛИТЕЛЕЙ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЧАСТОТЫ И ДЕТЕКТОРОВ (П5)

**Назначение.** Блок усилителей промежуточной частоты и детекторов (П5) предназначен для усиления принятых отраженных сигналов на второй промежуточной частоте по обоим частотным каналам и преобразовании их в видеосигналы как для когерентно-импульсного, так и для амплитудно-импульсного режимов работы, станции.

**Состав.** В состав блока П5 входят субблоки:

- П5А1 — усилитель промежуточной частоты I канала усиления эхо-сигналов;
- П5АII — усилитель промежуточной частоты II канала усиления эхо-сигналов;
- П5Б — усилитель фазирующего импульса;
- П5В — сумматор по видеочастоте;
- П5Г — компенсирующий усилитель;
- П5Д — сумматор по промежуточной частоте;
- П5Ж — когерентный гетеродин и фазовый детектор;
- П5ИИ — автоматическая регулировка уровня шумов (ШАРУ) I канала усиления эхо-сигналов;
- П5ИИИ — автоматическая регулировка уровня шумов (ШАРУ) II канала усиления эхо-сигналов;
- П5К — резервный видеоусилитель.

Принцип работы блока П5 кратко рассматривается по упрощенной функциональной схеме блока П5 (рис. 193).

Блок обеспечивает работу приемного устройства в следующих режимах:

- двухчастотном когерентно-импульсном;
- двухканальном амплитудно-импульсном;

— одночастотном когерентно-импульсном с использованием метода внешнего фазирования;

— одноканальном амплитудно-импульсном.

Установка режима работы блока осуществляется с пульта управления У4-Г переключателем РЕЖИМ РАБОТЫ.

При работе в двухканальном амплитудно-импульсном и двухчастотном когерентно-импульсном режимах сигналы с выхода блока ПЗ (через разъемы Ф11 и Ф16) по кабелям подаются на входные разъемы (Ф1 и Ф2) обоих каналов усиления эхо-сигналов блока П5.

Сигнал, проходящий по I каналу, задерживается ультразвуковой линией задержки (ЛЗ-1) для совмещения во времени с сигналом второго канала.

После суммирования в сумматоре по промежуточной частоте и последующего детектирования видеопульс, промодулированный по амплитуде разностной частотой Доплера (см. разд. 1 настоящей главы), поступает через разъем Ф4 блока П5 на систему помехозащиты.

На амплитудный выход блока (разъем Ф3) поступают видеопульсы, образованные суммированием сигналов I и II каналов после их предварительного детектирования в каждом из каналов.

При работе в одноканальном амплитудно-импульсном и одночастотном когерентно-импульсном режимах на амплитудный выход блока подается видеопульс только одного (работающего) канала, на когерентный выход блока подается видеопульс, образованный суммированием по промежуточной частоте сигнала одного (работающего) канала и напряжения местного когерентного гетеродина. Это напряжение фазировано сигналом того же канала, но задержанного на величину, равную длительности зондирующего импульса.

Сигналы с амплитудного и когерентного выходов блоков П5 по кабелям поступают на вход системы помехозащиты (блок П8).

Функционально блок состоит из пяти каналов:

- I канал усиления эхо-сигналов;
- II канал усиления эхо-сигналов;
- канал сложения сигналов по видеочастоте;
- канал слежения сигналов по промежуточной частоте;
- канал обработки сигнала методом внешнего фазирования.

Более подробно работа блока П5 рассматривается по каналам и принципиальной схеме (см. рис. 503 в Альбоме схем).

**I канал усиления эхо-сигналов** состоит из субблоков П5А1, П5Г, выходного каскада УПЧ (П5В4) субблока П5В, выходного каскада УПЧ (П5Д4) субблока П5Д, субблока П5ИИ.

Функциональная схема I канала усиления эхо-сигналов приведена на рис. 194.

Сигнал с блока разделения и преобразования сигналов (ПЗ) подается по кабелю через входной разъем Ф1 блока П5 на входной разъем Ф1 субблока П5А1, который является основным усилителем эхо-сигналов на второй промежуточной частоте. Чтобы исключить влияние емкости кабеля, его геометрическая длина выбрана равной половине длины волны, соответствующей второй промежуточной частоте.

Усиленный сигнал подается на субблок П5Г, где задерживается линией задержки (УЗЛЗ) для совмещения во времени с сигналом, проходящим по II каналу усиления эхо-сигналов, и затем усиливается усилителем, компенсирующим затухание в линии задержки. С субблока П5Г сигнал поступает на вход выходного каскада УПЧ (П5В4), далее на вход канала сложения по видеочастоте, а также на выходной каскад УПЧ (П5Д4) и на схему ШАРУ (субблок П5ИИ). С выходного каскада УПЧ (П5Д4) сигнал поступает на вход канала сложения по промежуточной частоте.

Принципиальная схема канала выделена на схеме блока П5.

Сигнал со смесителя блока ПЗ (ФП) поступает на входной каскад пятикаскадного усилителя промежуточной частоты, собранного в субблоке П5А1. Согласование выхода смесителя со входом УПЧ выполнено с помощью системы двух связанных контуров. Напряжение второй

промежуточной частоты, выделяющееся на входном контуре, усиливается первым и последующими каскадами УПЧ. 1, 2, 3 и 5-й каскады построены на одиночных контурах, включенных в сеточные цепи последующих ламп и настроенных на вторую промежуточную частоту. Контур образован катушкой индуктивности L1 (L2 для 5-го каскада) и параллельно включенными им емкостями лампы и монтажа. Полоса пропускания каждого из каскадов определяется суммарной емкостью контура и шунтирующим сопротивлением R3, включенным в анодную цепь предыдущей лампы. Все каскады выполнены на лампах 6Ж1Б.

В качестве нагрузки 4-го каскада применена двухконтурная система с индуктивной связью между контурами. Каждый из связанных, контуров образован катушкой индуктивности (L2, L3) и параллельно включенным ей конденсатором (C7, C2), имеющим специально подобранный температурный коэффициент емкости. Благодаря этому каскад создает стабильную частотную характеристику всего приемного тракта. Полосы пропускания остальных каскадов усилителей значительно больше полосы пропускания 4-го каскада, поэтому они не оказывают влияния на стабильность общей полосы пропускания приемного тракта.

Местная регулировка усиления УПЧ осуществляется изменением усиления ламп 2-го и 3-го каскадов путем подачи отрицательного напряжения на их управляющие сетки с потенциометра РРУ-1 (R13), установленного на шасси блока.

Для поддержания постоянства уровня шумов на выходе блока П5 в режиме перестройки рабочей частоты станции введена дистанционная регулировка усиления, осуществляемая путем подачи фиксированных напряжений смещения (соответствующих каждой фиксированной частоте) с блока П10 на управляющую сетку лампы Л1 4-го каскада субблока П5А1.

В анодную нагрузку 5-го каскада включен контрольный детектор (Д1, С8, R4), с помощью которого контролируется работа субблока П5А1.

С выходного разъема Ф2 субблока П5А1 эхо-сигнал по кабелю поступает на входной разъем Ф1 субблока П5Г. Субблок П5Г включает в себя ультразвуковую линию задержки ЛЗ-1 (УЗЛЗ) и усилитель, компенсирующий затухание в линии задержки.

Устройство УЗЛЗ показано на рис. 195.

Электрические колебания, поданные на вход линии, преобразуются в механические с помощью кварцевого преобразователя. Механические колебания в виде ультразвуковых волн распространяются в звукопроводе по направлению к приемному преобразователю, который преобразует их снова в электрические. Сигнал задерживается из-за малой скорости распространения ультразвуковых колебаний в звукопроводе ( $v = 6000$  м/сек).

С выхода линии задержки сигнал поступает на вход усилителя, компенсирующего затухание сигнала в линии задержки (УЗЛЗ). Усилитель П5Г представляет собой четырехкаскадный УПЧ с одиночными контурами, выполненный на лампах 6Ж1Б. Для получения широкой полосы пропускания выходной контур настроен на вторую промежуточную частоту и одиночные контуры 1, 2, 3, 4-го каскадов попарно расстроены. В анодную нагрузку выходного каскада включен контрольный детектор (Д1, С8, R4), с помощью которого контролируется работа субблока П5Г.

Ручная регулировка усиления, а также ШАРУ всего I канала усиления эхо-сигнала осуществляется изменением усиления ламп 1-го и 2-го каскадов усилителя П5Г путем подачи отрицательного напряжения на их управляющие сетки. Отрицательное напряжение снимается: при ручной регулировке — с потенциометра УСИЛ. 1К (R18), установленного на передней панели блока, при ШАРУ — с субблока П5И1.

С выходного разъема Ф2 субблока П5Г сигнал поступает по кабелю через разъем Ф4 субблока П5В на вход выходного каскада УПЧ (каскад П5В4), а также на вход коммутируемого каскада П5В3, собранного на лампе 6Ж5Б. Каскад усилителя построен на одиночном контуре, настроенном на вторую промежуточную частоту. Напряжение второй промежуточной частоты, выделяемое на контуре, состоящем из индуктивности L1, емкости лампы и монтажа, поступает в канал сложения по видеочастоте и на диод Д2 типа Д106,

расположенный в субблоке П5В (П5В4). С нагрузки диода Д2 через параллельно соединенные диод Д5 и сопротивление R61, расположенные в блоке П5, постоянная составляющая шума подается на схему анализа активной помехи блока П10. Полоса пропускания контура каскада П5В4 определяется сопротивлением R4, включенным последовательно с индуктивностью L1.

Высокочастотный сигнал, снимаемый с сопротивления R4, через разъем Ф5 подается на разъем Ф4 субблока П5Д, отсюда на разъем Ф3 субблока П5Д и на выходной каскад УПЧ (каскад П5Д4), который представляет собой обычный одноконтурный УПЧ с ограничительной RC-цепочкой (R4, C5) в цепи управляющей сетки лампы (Л1). Усиление регулируется отрицательным напряжением, которое подают на управляющую сетку с потенциометра УР. ШУМА 1К. 2ч (R25), установленного на шасси блока. С анодной нагрузки каскада сигнал поступает в канал сложения по промежуточной частоте (П5Д3).

С разъема Ф3 субблока П5Д эхо-сигнал подается на разъем Ф1 субблока П5И1 (ШАРУ), который служит для обеспечения необходимой стабильности уровня шумов на выходе блока П5 и представляет собой схему автоматической регулировки усиления, использующую в качестве сигнала собственные шумы приемной системы. С разъема Ф1 сигналы поступают на вход стробируемого каскада УПЧ (П5И2), который в нормальном состоянии заперт отрицательным смещением по третьей сетке лампы Л1. Отрицательное напряжение берется от источника —125 в. Отпирание каскада осуществляется подачей на третью сетку лампы Л1 положительных импульсов с каскада формирования стробирующих импульсов.

Каскад формирования стробирующих импульсов выполнен на лампе Л1 типа 6Н16Б (П5И1) по схеме генератора релаксационных колебаний с катодной связью и одним устойчивым состоянием. Запуск кipp-реле осуществляется импульсом СРЫВ I с блока Ц1. С выхода кipp-реле R4 (П5И2) снимается импульс длительностью 170 мксек, предназначенный для отпирания лампы Л1 стробируемого каскада УПЧ (П5И2).

Таким образом, шумовые сигналы могут поступать на вход схемы ШАРУ в интервале между концом рабочей дистанции, соответствующей максимальной дальности обнаружения станции, и началом следующего периода. Сигналы от целей, расположенные в этом интервале, имеют на входе приемника весьма малую интенсивность, благодаря чему можно считать, что схема ШАРУ работает лишь по собственным шумам приемной системы. Кроме того, время исследования выходных шумов приемника схемой ШАРУ сделано равным нескольким сотням периодов повторения станции, что предотвращает срабатывание схемы ШАРУ от отдельных сигналов, уровень которых превышает уровень собственных шумов приемной системы.

В анодную цепь лампы Л1 (П5И2) включен одиночный контур L2, настроенный на вторую промежуточную частоту. С анода лампы Л1 (П5И2) сигналы поступают на детектор Л1А (П5И3), собранный на левой половине двойного диода 6Х7Б.

Продетектированное напряжение снимается с нагрузки R1, C1 детектора и через переходную емкость C2 подается на анод диода сравнения, собранного на правой половине того же двойного диода 6Х7Б. На анод диода сравнения подается также постоянное отрицательное напряжение задержки, снимаемое с движка потенциометра УР. ШАРУ I (R14), расположенного на шасси блока.

Шумовые сигналы, превышающие напряжение задержки (сигналы ошибки), проходят через диод Л1Б (П5И3) и подаются на сетку двухкаскадного видеоусилителя (П5И4), собранного на двойном триоде Л1 (6Н16Б). Усиленные сигналы ошибки снимаются с анода лампы Л1Б (П5И4) и поступают на пиковый детектор, собранный на левой половине двойного триода Л1А типа 6Н16Б (П5И5), включенного диодом.

Положительные импульсы сигналов ошибки, снимаемые со второго анода лампы Л1 (П5И4), быстро заряжают емкость C2 через зарядную цепь «C2 — прямое сопротивление диода». После окончания импульсов диод перестает проводить в прямом направлении и напряжение заряда конденсатора C2 прикладывается к цепи C1, R2, R6, имеющей большую

постоянную времени. Напряжение, выделяющееся на конденсаторе С1, поступает на сетку лампы Л1Б (П5И5), являющейся выходным согласующим каскадом схемы ШАРУ с регулируемыми каскадами усилителя эхо-сигналов. Выходное напряжение снимается с катодной нагрузкой R1, R5 лампы Л1Б (П5И5).

Установка нуля ШАРУ при отсутствии напряжения сигнала на управляющей сетке лампы Л1 (П5И2) субблока производится с помощью потенциометра НУЛЬ ШАРУ (R1), включенного в цепь—27 в.

**II канал усиления эхо-сигналов** предназначен для усиления принятых сигналов по II частотному каналу и отличается от I канала усиления отсутствием линии задержки и компенсирующего усилителя.

В состав II канала усиления эхо-сигналов входят: субблок П5АП, выходной каскад УПЧ (П5В1) субблока П5В, выходной каскад УПЧ (П5Д1) субблока П5Д, субблок П5ИИ.

Функциональная схема II канала усиления эхо-сигналов приведена на рис. 196.

Эхо-сигнал поступает по кабелю с блока ПЗ через входной разъем Ф2 блока П5 на разъем Ф1 субблока П5АП, который аналогичен с субблоком П5А1.

Ручная регулировка усиления, а также ШАРУ всего II канала усиления осуществляется изменением усиления ламп 2-го и 3-го каскадов путем подачи отрицательного напряжения на их управляющие сетки. Отрицательное напряжение снимается при ручной регулировке с потенциометра УСИЛ. ПК (R21), установленного на передней панели блока, а при ШАРУ — с субблока П5ИИ.

С субблока П5АП сигнал поступает на выходной каскад УПЧ (П5В1), далее на выходной каскад УПЧ (П5Д1) и на схему ШАРУ (субблок П5ИИ).

**Канал сложения сигналов по видеочастоте** предназначен для суммирования протектированных сигналов I и II каналов усиления эхо-сигналов и их дальнейшего усиления

В состав канала входят: субблок П5К; амплитудный сумматор (П5В1, П5В4), видеоусилитель (П5В5), схема с малой постоянной времени (МПВ).

Функциональная схема канала сложения сигналов по видеочастоте приведена на рис. 197.

Сигналы из I и II каналов усиления эхо-сигналов поступают на вход сумматора. С выхода сумматора результирующий сигнал поступает на вход двухкаскадного видеоусилителя, усиливается и поступает на амплитудный выход блока (разъем Ф3) или усиливается дополнительным видеоусилителем и поступает на резервный амплитудный выход (контакт 3а колодки П1 блока П5).

Принципиальная схема канала выделена на схеме блока. Напряжения второй промежуточной частоты, выделяемые на контурах каскадов П5В4 и П5В1 I и II каналов усиления эхо-сигналов, подаются на амплитудные детекторы Д1 R5, С5 (П5В4) и Д1 R1, С1 (П5В1). С нагрузок детекторов видеосигналы поступают на амплитудный сумматор R1 (П5В5), а с сумматора — на вход видеоусилителя, который служит для получения необходимого уровня сигнала на амплитудном выходе блока П5.

Двухкаскадный видеоусилитель (П5В5) собран на двойном триоде типа 6Н16Б. Частотная характеристика видеоусилителя определяется в основном анодными сопротивлениями R4, R6 и обеспечивает нормальное прохождение видеоимпульсов. Диод Д2, сопротивление R8 и потенциометр R1 служат для уменьшения коэффициента усиления видеоусилителя в двухчастотном режиме по сравнению с одночастотным в два раза, что позволяет поддерживать постоянство уровня шума на выходе блока П5 в обоих режимах. (Уровень шума на входе видеоусилителя в двухчастотном режиме возрастает, так как включаются два канала вместо одного). В одночастотном режиме потенциометр R1 одним концом присоединен к корпусу, диод Д2 открывает и шунтирует сопротивление R8 и потенциометр R1. При этом отрицательная обратная связь видеоусилителя осуществляется через катодное сопротивление R8. В двухчастотном режиме на анод диода Д2 через сопротивление R3 и потенциометр R1 подается напряжение —27 в, диод закрывается и в цепь

обратной связи последовательно с сопротивлением R3 включаются сопротивления R8 и потенциометр R1.

Потенциометром R1, установленным на шасси субблока, можно менять коэффициент усиления видеосуилителя в двухчастотном режиме по сравнению с одночастотным в два раза.

Для защиты амплитудного видеотракта приемной системы от перегрузок сигналами от протяженных целей, например облака, в тракт видеосигнала блока П5 (после 1-го каскада видеосуилителя) можно включить схему МПВ, которая производит операцию укорочения длинных импульсов с помощью дифференцирующей цепочки (R63 и C11). Схема МПВ включается с передней панели блока П5 тумблером МПВ —ВЫКЛ. (B6).

С выхода видеосуилителя выходной сигнал поступает на амплитудный выход блока П5 (разъем Ф3). При работе станции с отключенными блоками системы помехозащиты выходной сигнал через линию задержки ЛЗ1, имитирующую задержку сигнала в блоках П7, П8 поступает на вход резервного видеосуилителя П5К, где усиливается до уровня необходимого для нормальной работы индикаторной системы.

В состав субблока П5К входят видеосуилитель, ограничитель максимальных выходных сигналов и выходной каскад.

Сигнал с выхода основного видеосуилителя (П5В5) поступает на управляющую сетку Л1 (6Н16Б) субблока П5К. На левой половине лампы собран обычный каскад видеосуилителя, в цепь анодной нагрузки которой включена схема диодного ограничителя Д2. Меняя уровень «запирающего» напряжения на диоде Д2 потенциометром МАКС. ВЫХ. (R4), можно изменять максимальную величину выходного сигнала субблока П5К.

С анодной нагрузки видеосуилителя сигнал поступает на выходной каскад, собранный по схеме анодно-катодного повторителя на лампах Л2 и Л3 (типа 6Н16Б). Каскад, собранный на лампе Л2, представляет собой видеосуилитель с анодно-катодной нагрузкой. С анодной нагрузки через переходную цепь R10, C3 сигналы поступают на управляющую сетку видеосуилителя, собранного на лампе Л3.

Постоянная времени переходной цепи R10, C3 выбрана такой, чтобы пропустить только высокочастотную часть спектра импульса. Усиленные в лампе Л3 сигналы подаются на общую катодную нагрузку R7. Таким образом осуществляется «высокочастотная коррекция» частотной характеристики данной схемы, что приводит к лучшему воспроизведению фронтов видеоимпульсов.

Выходной сигнал снимается с общей нагрузки R7 и подается на резервный амплитудный выход (контакт 3а колодки П1 блока П5).

**Канал сложения сигналов по промежуточной частоте** служит для суммирования по промежуточной частоте сигналов I и II каналов усиления эхо-сигналов, детектирования и их дальнейшего усиления.

В состав канала сложения по промежуточной частоте входят: сумматор по промежуточной частоте (П5Д2, П5Д3), двухчастотный детектор Д1 (П5Д3), видеосуилитель и выходной каскад (П5Д5).

Функциональная схема канала сложения сигналов по промежуточной частоте приведена на рис. 198.

Сигналы из I и II каналов усиления эхо-сигналов поступают на вход сумматора. Результирующий сигнал с сумматора поступает на двухчастотный детектор и после детектирования — на вход видеосуилителя. Усиленный видеосуилителем сигнал через выходной каскад подается на когерентный выход блока (разъем Ф4). Принципиальная схема канала выделена на схеме блока.

С анодных нагрузок выходных каскадов П5Д4 и П5Д1 I и II каналов усиления эхо-сигналов напряжения второй промежуточной частоты поступают на управляющие сетки ламп сумматора Л1 (П5Д2) и Л1 (П5Д3).

Сумматор сигналов по промежуточной частоте состоит из двух каскадов, собранных на лампах 6Ж5Б и имеющих общую нагрузку L1, R4. Для нормальной работы системы

помехозащиты в каскадах УПЧ канала сложения по промежуточной частоте применено ограничение сигнала по максимуму, для чего в цепи управляющих сеток включены ограничительные RC-цепочки.

Требуемая величина динамического диапазона выходных сигналов на когерентном выходе блока П5 устанавливается регулировкой уровня ограничения в каскадах сумматора с помощью изменения величины анодного и экранного напряжения на лампах Л1 (П5Д3) и Л1 (П5Д2). Регулирующие напряжения снимаются с движков потенциометров УР. ОГР. ИК (R27) и УР. ОГР. ПК (R33), включенных в цепь +125 в и установленных на шасси блока.

Результирующий сигнал с сумматора поступает на двухчастотный детектор Д1 R2, С6 (П5Д3), который представляет собой обычный амплитудный детектор.

При установке одинаковых уровней ограничения и одинаковых усилений по каналам характеристика фазовой чувствительности А такого детектора в зависимости от изменения разности фазы между сигналами I и II каналов  $\varphi$  будет иметь вид, показанный на рис. 199.

Таким образом, двухчастотный детектор преобразовывает изменение разности фаз между двумя сигналами равной амплитуды (I и II каналов) в соответствующее изменение амплитуды видеосигнала на выходе двухчастотного детектора.

С нагрузки двухчастотного детектора видеосигнал через сопротивление R6 и разделительную емкость С1 подается на сетку видеоусилителя. Каскад видеоусилителя (П5Д5) собран на лампе Л1А типа 6Н16Б.

Выходной каскад выполнен по схеме катодного повторителя на лампе Л1Б (П5Д5). В катодной цепи этой лампы включены сопротивления R6, создающие напряжение автоматического смещения.

Частотная характеристика всего тракта видеоусилителя (с нагрузки детектора до выхода) обеспечивает нормальное прохождение рабочего видеоимпульса.

Сигнал, снимаемый с катодной нагрузки, поступает на когерентный выход блока П5 (разъем Ф4) и далее на систему помехозащиты (блок П8).

**Канал обработки сигнала методом внешнего фазирования** служит для обеспечения работы приемной системы в когерентно-импульсном режиме при работе одним частотным каналом.

В состав канала входят субблоки П5Б и П5Ж, коммутируемые каскады УПЧ (П5В2 и П5В3).

Функциональная схема канала приведена на рис. 200.

Принципиальная схема канала выделена на схеме блока.

Сигнал из I и II канала усиления эхо-сигналов поступает через один из коммутируемых каскадов (П5В2 и П5В3) на вход усилителя фазирующего импульса (субблок П5Б) и через буферный каскад— на фазовый детектор, расположенный в субблоке П5Ж. Задержанный линией задержки ЛЗ-1 сигнал с выхода субблока П5Б поступает на когерентный гетеродин, расположенный в субблоке П5Ж. Напряжение когерентного гетеродина, сфазированное сигналом, поступает через буферный каскад на фазовый детектор. Сигналы с фазового детектора суммируются сумматором и поступают на видеоусилитель, расположенный в канале сложения сигналов по промежуточной частоте.

Сигнал I или II канала усиления эхо-сигналов поступает на управляющую сетку одного из коммутируемых каскадов (П5В2 или П5В3). Коммутируемые каскады собраны на лампах типа 6Ж5Б и представляют собой усилители промежуточной частоты, имеющие общую нагрузку.

Через развязывающие фильтры на управляющие сетки ламп Л1 (П5В3) и Л1 (П5В2) подается регулирующее отрицательное напряжение с потенциометров УР. ШУМА I К 1ч. (R37) и УР. ШУМА II К 1ч. (R22), расположенных на шасси блока. Кроме того, по этой же цепи осуществляется запирающее этих ламп при работе в двухчастотном режиме, когда схема внешнего фазирования отключается. Коммутация каналов усиления эхо-сигналов осуществляется запирающим соответствующего субблока П5А.

Сигнал, снимаемый с общей нагрузки коммутируемых каскадов, через разъем Ф3

субблока П5В подается одновременно на разъем Ф2 субблока П5Ж и через разъем Ф3 субблока П5Ж на разъем Ф1 субблока П5Б.

В состав субблока П5Б входит ультразвуковая линия задержки ЛЗ-1, предназначенная для задержки эхо-сигнала на величину, равную длительности зондирующего импульса, и усилитель фазирующего импульса, предназначенный для усиления задержанного эхо-сигнала, который является фазирующим сигналом когерентного гетеродина. Схема усилителя фазирующего импульса одинакова с описанной выше схемой компенсирующего усилителя, расположенного в субблоке П5Г. Регулировка усиления осуществляется потенциометром УСИЛ. УФИ на шасси блока.

С выхода усилителя фазирующего импульса сигнал поступает через разъем Ф1 субблока П5Ж на выходной каскад усилителя фазирующего импульса (П5Ж1).

Выходной каскад (П5Ж1) усилителя фазирующего импульса (УФИ) выполнен на лампе типа 6Ж1Б по схеме одноконтурного УПЧ. Нагрузкой для данного каскада является параллельный резонансный контур, образованный индуктивностью L1 и емкостью, состоящей из последовательно включенных конденсаторов C4 и C5 (П5Ж2), паразитных емкостей ламп и монтажа, и настроенный в резонанс на вторую промежуточную частоту. Контур входит одновременно и в контурную систему когерентного гетеродина, собранного на лампе Л1 (П5Ж2) по схеме автогенератора с заземленной сеткой и с емкостной обратной связью через емкостный делитель (C4, C5).

Соотношение емкостей C4 и C5 выбрано таким, чтобы обеспечить «мягкий режим» генерации, так как при этом легко осуществить фазирование когерентного гетеродина. Через фильтрующую цепь, состоящую из дросселей Др1, Др2, Др3 и емкостей C1, C3, C2, C6, осуществляется запирающее когерентного гетеродина отрицательным напряжением при работе блока в двухчастотном режиме. Автоматическое смещение на сетку лампы гетеродина подается с катодного сопротивления R1.

Выходное напряжение когерентного гетеродина снимается с дросселя Др4 и подается на управляющую сетку буферного каскада, собранного на лампе Л1 (П5Ж3) типа 6Ж5Б по схеме каскада УПЧ с двухконтурной анодной нагрузкой.

С выхода буферного каскада (П5Ж3) сигнал поступает на фазовый детектор через потенциометр R2 (БАЛАНС-2), установленный на шасси субблока и служащий для балансировки фазового детектора со стороны опорного напряжения.

Сигнал, снимаемый с нагрузки коммутируемых каскадов через разъем Ф2 субблока П5Ж, поступает на управляющую сетку второго буферного каскада, собранного на лампе Л1 (П5Ж5) типа 6Ж5Б по схеме каскада УПЧ с двухконтурной нагрузкой. Контур L2, C9, R9 служит для расширения полосы пропускания каскада П5Ж5. Применение буферных каскадов (П5Ж3 и П5Ж5) вызвано необходимостью устранить вредное взаимовлияние, которое может возникнуть между каскадами автогенератора и каскадами усилителя фазирующих импульсов.

С выхода буферного каскада (П5Ж5) сигнал поступает на фазовый детектор Д1, Д2, R2, R3, L1, L2, C3 (П5Ж5) и R2, C3.

Таким образом, на фазовый детектор одновременно поступают два сигнала: эхо-сигнал, отраженный от цели, и напряжение местного когерентного гетеродина, сфазирурованное эхо-сигналом, задержанным на величину, равную длительности излучаемого импульса. Фазовый детектор собран на кристаллических диодах типа Д106 по схеме балансного детектора с суммированием продетектированных напряжений на двойном триоде Л1 (П5Ж4).

Зависимость выходного напряжения, снимаемого с анода Л1 (П5Ж4) от фазового угла между векторами опорного напряжения  $U_{оп}$  и сигнала  $U_c$  для такой схемы имеет вид, показанный на рис. 201 (при условии  $U_c = U_{оп}$ ). Балансный фазовый детектор имеет примерно равную чувствительность А ко всем фазовым углам  $\varphi$ , что и обуславливает его применение в данном случае.

Продетектированные сигналы снимаются в противофазе с разных плеч фазового

детектора и подаются на управляющие сетки сумматора Л1 (П5Ж4). Балансировка (выравнивание коэффициентов усиления левой и правой половин двойного триода) осуществляется с помощью перемещения движка потенциометра R1 (БАЛАНС-1), установленного на шасси субблока.

Выходной сигнал, снимаемый с нагрузки сумматора, поступает через видеоусилитель когерентного канала Л1 (П5Д5) на когерентный выход блока П5.

**Контроль блока.** Блок П5 контролируется измерением постоянной составляющей тока шума, которая характеризует коэффициент усиления субблоков, на контрольном гнезде Г1 блока П5 прибором постоянного тока М265. К гнезду Г1 через переключатель В5 подводятся выводы контрольных детекторов, включенных на выходе субблоков блока П5. Кроме того, можно контролировать выходные шумы на выходе амплитудного и когерентного каналов блока с помощью осциллографа. Для этого вход осциллографа включают на разъем ОСЦИЛЛОГРАФ, расположенный на передней панели блока.

Для выравнивания уровней шумов блока по каналам в режиме осциллографического контроля на управляющие сетки каскадов П5А2 и П5А3 субблоков П5А (I и II каналов усиления) подаются стробирующие напряжения с блока К3 (рис. 202).

Как видно из рис. 202, каналы усиления эхо-сигналов приемника запираются поочередно, поэтому на одной половине развертки осциллографа наблюдаются шумы I канала, на второй половине — шумы II канала.

Стробирующие напряжения включаются путем подачи питающего напряжения с блока П5 на выходные катоды повторители блока К3 (тумблером ВКЛ. СТРОБ., расположенным на передней панели блока П5).

Импульсы запуска ШАРУ контролируются на разъеме ОСЦИЛЛОГРАФ при установке тумблера переключателя ОСЦИЛЛОГРАФ в среднее положение.

**Питание.** Блок П5 питается стабилизированными напряжениями +125, —125 и —27 в от блоков В4-1 и В11. Напряжение для цепей накала ламп блока снимается с трансформатора Тр1, расположенного на шасси блока.

На первичную обмотку трансформатора подается переменное напряжение 220 в 400 гц.

**Конструкция.** Конструктивно блок П5 выполнен в виде стандартного унифицированного полублока (рис. 204), на котором размещены субблоки: П5К, П5А (2 шт.), П5Г, П5И (2 шт.), П5В, П5Д, П5Ж, П5Б и трансформатор Тр1.

На передней панели блока (рис. 203) расположены: контрольная лампа НЛ1, предохранитель Пр1, гнездо Г1 для включения прибора, переключатель контроля В5, разъем Ф5 для подключения контрольного осциллографа и тумблер-переключатель В2, тумблер включения МПВ В6, тумблер РРУ — ШАРУ В1, два потенциометра, регулирующие усиление I и II каналов усиления эхо-сигналов R18, R21, тумблеры ИК ВЫКЛ.—ПК ВЫКЛ. В3 и ВКЛ. СТРОБ.—К. Г. ВЫКЛ. В4.

Общий вид блока показан на рис. 203 и 204.

## Глава 7

# СИСТЕМА ПОМЕХОЗАЩИТЫ

### 1. НАЗНАЧЕНИЕ И СОСТАВ

**Назначение.** Система защиты от помех служит для устранения мешающего действия на экранах индикаторов станции пассивных и активных сигналов прицельного типа и несинхронных импульсных помех.

Под сигналами пассивных помех понимают сигналы, отраженные от местных предметов (строения, лес, горы и др.) метеообразований (дождь, снег) и специально сбрасываемых с самолетов металлизированных дипольных отражателей.

В качестве активных помех наиболее вероятно применение прицельной помехи, генерируемой специальными передатчиками, установленными на самолетах и излучающими шумоподобный сигнал на несущей частоте, близкой к несущей частоте радиолокационной станции.

Несинхронные импульсные помехи создают, как правило, соседние радиолокационные станции.

**Состав.** В состав системы помехозащиты входят:

- блок череспериодной компенсации (П7);
- блок подавления несинхронных помех (П8);
- блок перестройки частот (П10).

### 2. ПРИНЦИП РАБОТЫ

Упрощенная функциональная схема системы помехозащиты приведена на рис. 205.

Функционально схема помехозащиты разделяется на каналы:

- канал защиты от пассивных и несинхронных помех;
- канал защиты от активных помех.

#### Канал защиты от пассивных и несинхронных помех

Принцип защиты от пассивных помех основан на использовании двухчастотного когерентно-импульсного метода селекции подвижных целей (СГЩ) с применением двукратной череспериодной компенсации. В качестве задерживающих и одновременно компенсирующих устройств применяются вычитающие потенциалоскопы.

В гл. 6 было показано, что сигналы, отраженные от неподвижных или медленно движущихся объектов, на когерентном выходе приемной системы в последовательных периодах повторения постоянны или медленно меняются по амплитуде. Сигналы, отраженные от быстро летящих в радиальном направлении целей, на этом же выходе приемной системы в последовательных периодах повторения промодулированы по амплитуде за счет разностной частоты Доплера.

Закон модуляции сигнала по амплитуде определяется характеристиками приемно-передающего устройства (разность несущих частот излучения, метод образования разностной частоты Доплера) и скоростью цели. Частота модуляции импульсов сигнала цели по амплитуде определяется следующей зависимостью:

$$f_d = \frac{2v_p}{C}(f_{01} - f_{02}) = \frac{2v_p}{\lambda_p}$$

где  $f_d$  - частота модуляции сигнала по амплитуде,  $гц$ ;

$v_p$  - радиальная составляющая скорости цели,  $м/сек$ ;

$\lambda_p$  — длина волны, соответствующая разностной частоте,  $м$ ;

$C$  — скорость распространения электромагнитных колебаний,  $м/сек$ ;

$f_{01}, f_{02}$  - несущие частоты зондирующих импульсов I и II каналов передающей системы, *гц*. Для подавления сигналов пассивных помех (медленно меняющихся по амплитуде) и выделения сигналов целей (быстро меняющихся по амплитуде) используется метод череспериодной компенсации (ЧПК). Принцип подавления сигналов пассивных помех иллюстрируется рисунком 206, где показано прохождение сигналов, отраженных от неподвижного объекта и от движущейся цели, через схему однократной череспериодной компенсации.

Для улучшения компенсации сигналов пассивных помех в системе помехозащиты применено последовательное включение двух устройств череспериодной компенсации.

На рис. 207 показаны зависимости чувствительности устройств однократной и двукратной череспериодной компенсации от радиальной составляющей скорости (частоты Доплера) цели.

Для сигналов, отраженных от металлизированных диполей, обычно характерно наличие спектра частот Доплера, сосредоточенных около нулевой частоты, поэтому, как видно из рис. 207, применение двукратной череспериодной компенсации позволяет более эффективно подавлять такие помехи, так как чувствительность двукратной ЧПК меньше чувствительности однократной ЧПК в области доплеровских частот помехи.

При работе с использованием череспериодной компенсации уменьшается вероятность обнаружения целей, находящихся вне зоны пассивных помех по сравнению с амплитудным режимом. Поэтому предусмотрена возможность работы в режиме СПЦ в секторе, ограниченном по азимуту и дальности, охватывающем участок пространства, пораженного помехой. Вне пределов этого сектора осуществляется работа в амплитудном режиме.

Разберем по функциональной схеме канала защиты от пассивных и несинхронных помех, выделенной на общей функциональной схеме (рис. 205), прохождение сигналов со входа когерентного режима.

Сигналы с когерентного выхода блока П5 поступают на коммутатор входных сигналов блока П8, который пропускает их в канал первого вычитания блока П7 в течение времени подачи на коммутатор входных сигналов импульса строба дистанции когерентного режима.

Необходимость коммутатора входных сигналов вызвана тем, что схема первого вычитания используется как для подавления пассивных помех на участках дистанции и азимута режима СПЦ, так и для выделения импульсов несинхронных помех на участках дистанции и азимута амплитудного режима работы.

Далее в каналах П7 первого и второго вычитания подавляются эхо-сигналы от пассивных помех и выделяются с большим или меньшим ослаблением эхо-сигналы от целей в соответствии с их частотой Доплера (рис. 207).

С выхода каналов первого и второго вычитания эхо-сигналы поступают на коммутатор выходных сигналов блока П8.

**Принцип защиты от несинхронных помех.** Защита от несинхронных импульсных помех устраняет засветку экранов индикаторов несинхронными импульсами, что улучшает условия наблюдаемости целей. Метод защиты от несинхронных помех основан на использовании вычитающего потенциалоскопа блока череспериодной компенсации.

На рис. 208 показана упрощенная функциональная схема устройства подавления несинхронных помех и приведены эпюры напряжений сигналов в различных точках схемы, поясняющие принцип ее работы. Сигналы, поступающие на вход устройства, превысившие порог срабатывания ( $U_{пор}$ ) стандартизатора I, преобразуются в импульсы постоянной амплитуды (рис. 208 а, б).

В результате вычитания из сигналов  $U_1$  сигналов, задержанных на период T (череспериодное вычитание), стандартизованные импульсы, соответствующие эхо-сигналу, кроме первого, будут скомпенсированы. Стандартизованные импульсы, соответствующие сиг-калам несинхронной помехи, при этом не компенсируются (рис. 208). Импульсы после вычитания поступают на стандартизатор II, который срабатывает только от положительных сигналов (рис. 208, г). Далее в схеме подавления несинхронных помех с помощью импуль-

сов стандартизатора П исключаются несинхронные мешающие импульсы (рис. 208, д).

Таким образом, сигналы, поступающие на индикаторы станции, оказываются очищенными от импульсов несинхронных помех. Вместе с импульсами несинхронных помех, как это видно из рис. 208, д, подавляется один импульс в пакете эхо-сигналов от цели. Однако это может происходить только тогда, когда эхо-сигналы достигают уровня стандартизации, который устанавливается значительно выше уровня шумов. Поэтому подавление отдельных импульсов в пакете эхо-сигналов от цели происходит при больших отношениях сигнала к шуму и не приводит к ухудшению видимости слабых отметок от цели.

Рассмотрим по функциональной схеме (рис. 208) работу устройства подавления несинхронных помех.

Сигналы амплитудного режима с выхода блока П5 поступают на коммутатор входных сигналов блока П8, где они стандартизируются по амплитуде и далее коммутируются по дальности стробом дистанции амплитудного режима.

В результате стандартизованные сигналы поступают в канал первого вычитания блока П7 в течение времени подачи на коммутатор входных сигналов импульса строба дистанции амплитудного режима.

В схеме первого вычитания осуществляется вычитание из совокупности стандартизованных сигналов данного периода повторения таких же сигналов предыдущего периода повторения, в результате чего подавляются импульсы от эхо-сигналов и выделяются импульсы несинхронных помех.

Выделенные сигналы несинхронных помех стандартизируются по амплитуде и с выхода канала первого вычитания блока П7 подаются в канал подавления несинхронных помех блока П8 в качестве запирающих эту схему бланков, в результате чего на выходе исключаются все несинхронные импульсы. Сигналы амплитудного режима, очищенные от импульсов несинхронных помех, подаются на коммутатор выходных сигналов блока П8, куда также поступают сигналы с выхода канала второго вычитания блока П7.

Коммутатор выходных сигналов служит для объединения сигналов когерентного режима, прошедших тракт двухкратного череспериодного вычитания, и сигналов амплитудного режима. Он управляется импульсами строба дистанции и пропускает на основной выход (эхо-видео на блоки Ц2, Ц5) сигналы с выхода канала второго вычитания блока П7 в течение времени действия импульса строба дистанции когерентного режима и сигналы амплитудного режима в течение остального времени.

Для управления работой коммутаторов входных и выходных сигналов служит генератор импульсов строба дистанции. Он запускается импульсом запуска от блока Ц1 только тогда, когда на него подано напряжение азимутального строба от блока КЗ, и генерирует импульсы строба дистанции: строб когерентного режима и строб амплитудного режима. Длительность стробов регулируется с помощью потенциометра ДИСТАНЦИЯ, расположенного на пульте управления У41.

Коммутатор выходных режимов, кроме основного выхода (эхо-видео на блоки Ц2 и Ц5), имеет еще два выхода. Один из них отличается от основного полярностью, величинами выходных сигналов и используется для канала защиты от активных помех. Другой выход (эхо-бланк на блок Ц5), на котором присутствуют сигналы только амплитудного режима, предназначен для подачи сигналов на индикатор командира. На этом выходе сигналы в стробе когерентного режима отсутствуют и экран индикатора командира помехами не засвечивается.

#### **Канал защиты от активных помех**

На экранах индикаторов станции сигналы активной помехи проявляются в виде ярких радиальных полос различной ширины и плотности в направлениях, соответствующих как главному, так и боковым лепесткам диаграммы направленности антенны. Засветка экранов индикаторов такой помехой практически полностью исключает возможность наблюдения отметок от целей.

Защита от активных прицельных помех осуществляется с помощью быстрой перестройки рабочих частот станции. В системе помехозащиты предусмотрено несколько режимов перестройки:

- автоматическая перестройка (режим АП) при воздействии на приемную систему активной помехи;
- ручная перестройка с помощью кнопки ЧАСТОТА СТАНЦИИ, расположенной на пульте У4-1;
- непрерывная перестройка (режим НП).

Порядок (программа) перестройки частот при этом неизменный. Порядок перестройки обеспечивает в среднем наибольшее изменение частоты за одну перестройку.

Кроме указанных выше основных режимов перестройки в канале защиты от активных помех предусмотрены:

- обеспечение режима работы приемно-передающего устройства только на одной паре фиксированных частот;
- режим непрерывной перестройки частот.

Последний режим является контрольным и предназначен для проверки и настройки частотных характеристик широкополосных умножителей частоты приемной и передающей систем.

Принцип работы автоматической перестройки по частоте иллюстрируется рис. 209, на котором показаны упрощенная схема устройства и эпюры напряжений, поясняющие работу этой схемы.

Управляющим сигналом для работы устройства, автоматически переключающего несущие частоты станции, является активная помеха, прошедшая из приемной системы на выход канала защиты от пассивных и несинхронных помех (выход блока П8). Присутствие активной помехи выражается в значительном увеличении мощности выходных результирующих шумов, представляющих сумму активной помехи и собственных шумов приемной системы (рис. 209, а).

Выделение активной помехи осуществляется по амплитудному признаку. Для этого выходные сигналы блока П8 в схеме обнаружения активной помехи (СОАП) блока П10, выделенные селектором в интервале между импульсами СРЬВ IV и СРЬВ I (рис. 209, б, в) в каждом периоде повторения, подаются на интегрирующую цепь (узкополосный RC-фильтр). Фильтр интегрирует про-стробированные шумовые сигналы и выделяет их постоянную составляющую (рис. 209, г).

Выходные сигналы интегрирующей цепи представляют собой видеоимпульсы треугольной формы длительностью приблизительно 250 мксек, следующие с частотой повторения станции. Их амплитуда пропорциональна интенсивности шумов, поступающих на вход интегрирующей цепи.

Далее эти видеоимпульсы подаются на ограничитель, уровень ограничения которого выбран таким образом, что на его выход не проходят видеоимпульсы, обусловленные собственными шумами приемной системы (рис. 209, д).

При попадании в приемную систему активной шумовой помехи, мощность которой в несколько раз больше мощности собственных шумов, видеоимпульсы на выходе интегрирующей цепи имеют значительно большую амплитуду и проходят на выход ограничителя.

Импульсы с выхода ограничителя преобразуются в короткие отрицательные видеоимпульсы (рис. 209, е) и подаются на схему, осуществляющую переключение восьми задающих генераторов, из которых в любой момент времени работает только один. Переключение генераторов происходит в течение времени между импульсами СРЬВ I и началом следующего периода повторения. Таким образом, переключение несущих частот станции при наличии активной помехи происходит в том же периоде повторения, в котором обнаружена активная помеха.

Функциональная схема канала защиты от активных помех выделена на функциональной

схеме системы помехозащиты (рис.205).

Рассмотрим работу канала защиты от активных помех при работе системы в амплитудном режиме.

Сигналы с канала подавления пассивных и несинхронных помех поступают на схему обнаружения активной помехи. СОАП преобразует подаваемые на вход шумовые сигналы в видеоимпульсы только в том случае, если мощность шумового сигнала превысит заранее установленный уровень.

Таким образом, на выходе СОАП видеоимпульс будет лишь в том случае, если на входе имеется шумовая активная помеха.

Видеоимпульс СОАП, пройдя через контакты реле Р2 и суммирующее устройство, поступает на пересчетную схему 1 :8, изменяя ее состояние. Выходные сигналы пересчетной схемы 1 : 8 подаются на дешифраторы 1 и 2.

Дешифратор 1 имеет восемь выходов, подключенных к высокочастотным генераторам 1—8, причем на семи имеется отрицательное напряжение и на одном — нулевое. Работает только тот генератор, к которому в данный момент времени приложено нулевое напряжение.

При изменении состояния пересчетной схемы распределение нулевого и отрицательных напряжений на выходах дешифратора 1 также изменяется, и, следовательно, в ранее работавшем генераторе колебания срываются, и начинает работать другой генератор. Так как генераторы настроены на различные частоты, то при смене работающего генератора происходит и смена частот излучения станции.

После умножения частоты работающего генератора  $f_3$  на 9 сигнал задающего напряжения ( $9 f_3$ ) подается на блок Пб приемной системы.

Дешифратор 2 работает аналогично дешифратору 1. Он служит для формирования напряжений, регулирующих усиление каналов УПЧ в блоке П5 приемной системы при перестройке по частоте.

Когда длительность защищаемого участка от пассивных помех соответствует поступлению импульса СРЫВ IV, на СОАП начинают поступать сигналы когерентного режима, прошедшие через блок П7. Если при этом на входе блока П7 имеются сигналы пассивной помехи, то на его выходе они будут скомпенсированы и не вызовут срабатывания СОАП. Если в этот момент (при наличии сигналов пассивных помех на входе блока П7) на приемную систему будет воздействовать и прицельная активная помеха, она вызовет автоматическую перестройку станции на новую пару частот, которые могут и не быть поражены активной помехой. Так как сигналы пассивной помехи на различных частотах независимы, то после перестройки в первых двух периодах некомпенсированные остатки от нее значительно возрастут. Кроме того, сигнал активной помехи запоминается в блоке П7 и сохраняется на выходе блока П8 еще, по крайней мере, в двух периодах.

При этих условиях СОАП может выдать импульс на следующую перестройку — и так в каждом новом периоде, пока не перестанет воздействовать на станцию как активная, так и пассивная помехи.

Для исключения таких самопроизвольных перестроек при увеличении сектора СПЦ по дальности сверх  $t_{IV}$  между СОАП и суммирующим устройством включается с помощью реле Р1 и Р2 делитель 1 :3.

Реле Р1 включается напряжением азимутального строга СПЦ. Включение реле Р2 связано с положением оси потенциометра ДИСТАНЦИЯ, расположенного на пульте У4-1, и происходит тогда, когда длительность строга СПЦ превышает  $t_{IV}$ . При включенном делителе 1:3 очередная перестройка будет происходить при появлении на выходе СОАП каждого третьего импульса.

Ручная перестройка по частоте осуществляется нажатием кнопки ЧАСТОТА СТАНЦИИ, расположенной на пульте У4-1. При этом на суммирующее устройство поступает импульс ручной перестройки, который далее подается на пересчетную

схему 1 :8.

Непрерывная перестройка осуществляется при подключении импульса СРЫВ I, который с сумматора поступает на пересчетное устройство 1 :8.

#### **Особенности работы аппаратуры системы помехозащиты**

Поскольку видимость сигналов от целей, летящих не на фоне помех, в режиме СПЦ ухудшается по сравнению с амплитудным режимом, можно работать в режиме СПЦ в секторе, ограниченном по азимуту и дальности.

Управление сектором режима СПЦ осуществляется с помощью ручек, расположенных на пульте У4-1: АЗИМУТ, ШИРИНА и ДИСТАНЦИЯ.

Ширина строба СПЦ регулируется плавно в пределах 20—150°. При установке ручки ШИРИНА в крайнее правое положение ширина строба по азимуту устанавливается 360°. Длительность строба СПЦ по дальности (ДИСТАНЦИЯ) регулируется плавно до дальности, соответствующей импульсу СРЫВ I ( $t_I$ ).

Так как в схеме подавления несинхронных помех используется потенциалоскоп блока череспериодной компенсации, подавление несинхронных помех осуществляется только на участках индикаторов амплитудного режима работы.

В режиме непрерывной перестройки в каждом периоде повторения (режим НП) сигналы от пассивной помехи в соседних периодах повторения независимы и череспериодной компенсацией не подавляются, поэтому режим СПЦ в этом случае не должен применяться.

Так как режим НП осуществляется импульсом СРЫВ I, то дальность обнаружения любых целей в этом режиме работы не может быть больше дальности, соответствующей  $t_I$ .

Компенсация сигналов пассивной помехи получается тем лучше, чем выше частота повторения станции. Это объясняется тем, что отдельные отражатели, расположенные в одном импульсном объеме, за меньший период повторения перемещаются на меньшие расстояния под действием ветра, а это приводит к тому, что сигналы в соседних периодах будут меньше отличаться друг от друга. По этой причине работа в режиме СПЦ должна происходить при частотах повторения I и I вн. (вн. — внешний запуск). Несколько худшие результаты в режиме СПЦ будут получаться при частотах повторения II и II в. (в. — вобуляция).

В режимах с частотами повторения III и III вн работа блоков череспериодной компенсации и подавления несинхронных помех не предусмотрена вообще.

**Управление аппаратурой системы помехозащиты.** Оперативное управление работой блоков системы помехозащиты осуществляется с помощью органов регулировок, расположенных на пульте У4-1.

**Управление работой блоков канала подавления пассивных и несинхронных помех (П7 и П8).** Нормальная работа аппаратуры СПЦ может осуществляться при установках переключателя РЕЖИМ РАБОТЫ в положения АП, ИК и ПК и переключателя РЕЖИМ П7, Д18 в положение РАБОТА.

Границы строба СПЦ устанавливаются с помощью трех органов регулировки: АЗИМУТ, ШИРИНА и ДИСТАНЦИЯ.

С помощью переключателя РЕЖИМ П7, П8 выключается работа схемы подавления несинхронных помех (положение ПНП ВЫКЛ.), а также полностью выключаются блоки П7, П8 (ВЫКЛ.). В последнем случае снимаются все напряжения, питающие блоки П7 и П8, а для обеспечения подачи эхо-сигналов на индикаторы станции в приемной системе (в блоке П5) включается резервный видеоусилитель.

При установках переключателя РЕЖИМ П7, П8 в положения П7 ИМИТ. и П8 ИМИТ. на вход коммутатора входных сигналов блока П8 подключаются контрольные сигналы от имитатора сигналов КЗ, с помощью которых, пользуясь осциллографом К2, можно производить установку необходимых режимов работы в блоках П7 и П8.

**Управление работой канала защиты от активных помех (блок П10).** Для индикации

номера работающей частоты на пульте У4-1 имеется световое табло, высвечивающее номер работающего генератора. В режиме непрерывной перестройки высвечиваются все номера от 1 до 8.

Ручная перестройка производится нажатием на кнопку ЧАСТОТА СТАНЦИИ. При установке переключателя РЕ.ЖИМ РАБОТЫ в положения АП, ИК и ПК может происходить как автоматическая перестройка под воздействием активной помехи, так и ручная; при установке в положение НП—только непрерывная перестройка.

На передней панели блока П10 имеются дополнительные органы управления, не являющиеся оперативными:

- тумблер СОАП — ВЫКЛ., включающий или выключающий схему обнаружения активной помехи;
- тумблер КОНТРОЛЬ ЧАСТ. Х-КИ — ВЫКЛ., включающий либо контрольную работу, либо рабочую программу перестройки частоты;
- тумблер КОММУТ. ГЕНЕР. — ВЫКЛ., закрытый специальной крышкой; в положении ВЫКЛ. этого тумблера работает только один восьмой генератор.

**Контроль системы помехозащиты.** Работа аппаратуры системы помехозащиты контролируется по блокам с помощью осциллографа К2 и контрольного прибора М265.

Для контроля работы и установки необходимых режимов при настройке в блоках П7 и П8 используется генератор сигналов К3.

В качестве сигналов активной помехи при проверке правильности установки режимов блока перестройки частот служит блок П1—генератор шумов приемной системы.

### 3. БЛОК ЧЕРЕСПЕРИОДНОЙ КОМПЕНСАЦИИ П7

**Назначение.** Блок череспериодной компенсации П7 предназначен для подавления отражений от металлизированных отражателей (искусственных пассивных помех), метеофакторов, местных предметов, а также совместно с блоком П8 — для подавления несинхронных импульсных помех.

**Состав.** В состав блока входят субблоки П7А, П7Б, П7В1, П7В2, П7Г1, П7Г2, П7Д, П7Ж, П7И, П7Л, П7М, П7Н. Субблоки П7В1 и П7Г2, а также субблоки П7П и П7ГП сделаны по одним чертежам. Символы М и П введены для удобства описания функциональной и принципиальной схем.

#### ПРИНЦИП РАБОТЫ

Принцип работы устройства череспериодной компенсации заключается в том, что сигналы, пришедшие в данный период повторения, задерживаются на время, равное периоду повторения, и вычитаются из сигналов, приходящих в следующий период. При этом постоянные по величине сигналы дают на выходе устройства результирующий сигнал, равный нулю, а сигналы с переменной амплитудой дают на выходе сигнал, равный изменению амплитуды сигнала за период повторения станции.

Устройством, позволяющим выделить сигналы с переменной амплитудой и подавить сигналы с постоянной амплитудой, является вычитающий потенциалоскоп.

Вычитающий потенциалоскоп является прибором, выходные сигналы которого пропорциональны разности входных сигналов в двух соседних по времени периодах повторения.

Вычитающий потенциалоскоп (рис. 210) представляет собой электроннолучевую трубку с электростатической фокусировкой и электромагнитным отклонением луча. Работа потенциалоскопа основана на использовании явления вторичной эмиссии электронов с поверхности диэлектрика, бомбардируемого первичным электронным лучом.

Электронный прожектор потенциалоскопа создает сфокусированный электронный луч — поток электронов, который через две сетки (экранирующую и барьерную) попадает на основной узел вычитающего потенциалоскопа — диэлектрическую мишень. Мишень представляет собой стеклянную пластинку с высоким поверхностным сопротивлением, благодаря чему заряд, создаваемый на небольшом участке мишени потоком электронов, не

растекается по поверхности. С противоположной стороны к мишени плотно прилегает металлическая сигнальная пластина. Таким образом, между элементом мишени, подвергающимся действию первичного луча, и сигнальной пластиной существует емкость  $C$ , диэлектриком которой служит материал мишени.

Под воздействием первичного потока электронов  $I_1$ , с бомбардируемых элементов мишени выбиваются вторичные электроны, часть которых возвращается на мишень в точку вылета, а остальные покидают мишень и притягиваются к коллектору, создавая ток  $I_2$  в цепи коллектора. Отношение числа электронов, покидающих мишень, к числу электронов первичного луча называется коэффициентом вторичной эмиссии  $\delta$ :

$$\delta = \frac{I_2}{I_1}$$

Коэффициент вторичной эмиссии  $\delta$  зависит от величины и знака разности потенциалов, существующей между бомбардируемым элементом мишени и барьерной сеткой. Если потенциал мишени отрицателен по отношению к потенциалу барьерной сетки, то для вторичных электронов, покидающих мишень, образуется ускоряющее поле в пространстве мишень — барьерная сетка и коэффициент вторичной эмиссии  $\delta$  увеличивается. Если потенциал мишени положителен по отношению к потенциалу барьерной сетки, поле между мишенью и барьерной сеткой становится тормозящим, и коэффициент вторичной эмиссии  $\delta$  уменьшается.

Существует такой потенциал мишени, при котором коэффициент вторичной эмиссии  $\delta$  равен единице — так называемый равновесный потенциал, при котором  $I_1 = I_2$ .

Если потенциал мишени отклоняется от равновесного, нарушается и равенство токов  $I_1$  и  $I_2$ . При этом количество электронов, попадающих на мишень с первичным лучом, отличается от количества электронов, уходящих с мишени на коллектор. Так как каждый электрон несет отрицательный заряд, потенциал бомбардируемого элемента мишени будет при этом либо повышаться, либо понижаться в зависимости от того, больше или меньше единицы коэффициент вторичной эмиссии. Изменение потенциала мишени продолжается до тех пор, пока снова не будет достигнут равновесный потенциал и коэффициент вторичной эмиссии станет равным единице. Таким образом, равновесный потенциал является потенциалом устойчивого равновесия.

Отклонение потенциала мишени от равновесного может быть вызвано приложением внешнего напряжения к сигнальной пластине потенциалоскопа.

Если, например, на сигнальную пластину потенциалоскопа подать постоянное отрицательное напряжение, то изменение напряжения сигнальной пластины через емкость  $C$  между сигнальной пластиной и элементом мишени передается на поверхность мишени и образует ускоряющее поле между мишенью и барьерной сеткой. Коэффициент вторичной эмиссии  $\delta$  становится больше единицы, и при неизменном первичном токе луча  $I_1$  ток вторичных электронов на коллектор  $I_2$  увеличится. Вследствие этого потенциал бомбардируемого элемента мишени начнет увеличиваться.

Изменение потенциала элемента мишени при неизменном напряжении на сигнальной пластине означает, что изменяется разность потенциалов на обкладках конденсатора  $C$ . Изменение разности потенциалов сопровождается появлением тока перезаряда емкости  $C$ , численно равного разности тока коллектора и тока луча:

$$I_C = I_2 - I_1$$

Процесс изменения потенциала бомбардируемого элемента мишени продолжается до тех пор, пока образованный на этом элементе положительный заряд не скомпенсирует ускоряющее поле, созданное приложенным к сигнальной пластине напряжением, и элемент мишени снова приобретет равновесный потенциал, при котором

$$I_C = 0; I_1 = I_2$$

Если теперь снять приложенное к сигнальной пластине отрицательное напряжение, то

имеющийся на бомбардируемом элементе положительный заряд не будет скомпенсирован и между элементом мишени и барьерной сеткой возникнет тормозящее поле; коэффициент вторичной эмиссии  $\delta$  станет меньше единицы и ток коллектора уменьшится. В цепи сигнальной пластины вновь появится ток перезаряда  $I_C$ , но другого направления, при этом

$$I_C = I_2 - I_1$$

Потенциал бомбардируемого элемента мишени начнет уменьшаться, что вызывает уменьшение тормозящего поля. Ток коллектора  $I_2$  растет, а ток  $I_C$  уменьшается, пока система вновь не приходит к состоянию устойчивого равновесия ( $I_C = 0$ ;  $I_1 = I_2$ ).

Аналогичные процессы происходят и при подаче на сигнальную пластину постоянного положительного напряжения. При этом в момент включения создается тормозящее поле и ток  $I_2$  уменьшается, а при выключении создается ускоряющее поле, увеличивающее ток  $I_2$ .

Таким образом, в процессе установления равновесного потенциала элементов мишени в цепи сигнальной пластинки будет протекать ток, а ток в цепи коллектора будет отличаться от того значения, которое соответствует равновесному состоянию.

По окончании процесса перезаряда емкости элемента мишени ток в цепи сигнальной пластины прекращается, а ток коллектора становится равным первоначальному.

Сигналы, пропорциональные перезарядному току  $I_C$ , могут быть выделены на сопротивлениях  $R_K$  и  $R_C$  в цепи коллектора и сигнальной пластины.

Если в результате перезаряда емкости  $C$  элемент мишени приобрел некоторый потенциал и после этого прекратилась его бомбардировка электронным лучом, имеющийся потенциал может сохраниться на поверхности диэлектрической мишени длительное время. На этом основано применение вычитающего потенциалоскопа в блоке П7, где требуется задержка сигналов на период повторения РЛС,

В блоке П7 вычитающий потенциалоскоп должен производить чересмеридную компенсацию сигналов, отраженных от местных предметов и помех, которые могут находиться на различных расстояниях от РЛС. Для того чтобы сделать возможной обработку сигналов, соответствующих: щих всей дистанции РЛС, луч потенциалоскопа развертывается по мишени, следуя в каждом периоде повторения РЛС по одной и той же спиральной трассе. Любому участку дальности соответствует определенный элементарный участок мишени. Каждый элементарный участок мишени подвергается бомбардировке электронным лучом один раз в течение каждого периода повторения. При этом элемент мишени приобретает потенциал, соответствующий величине входного сигнала в момент бомбардировки, и сохраняет его до следующего периода повторения. Процесс изменения потенциала элементов мишени сопровождается появлением тока перезаряда  $I_C$  и выходных сигналов на сопротивлениях  $R_C$  и  $R_K$ .

После прохождения электронным лучом всей длины спиральной развертки на мишени потенциалоскопа образуется так называемый потенциальный рельеф, соответствующий изменению величины входных сигналов по дальности.

Если к сигнальной пластине приложены сигналы с амплитудой, не изменяющейся от периода к периоду (что соответствует сигналам, отраженным от местных предметов), то их действие во второй, третий и т. д. периоды повторения будет скомпенсировано потенциальным рельефом, созданным входными сигналами в первом периоде повторения, и выходные сигналы на сопротивлениях  $R_C$  и  $R_V$  будут отсутствовать. Таким образом осуществляется подавление сигналов от местных предметов.

Если же к сигнальной пластине приложены сигналы, амплитуда которых изменяется от периода к периоду, то в каждом периоде повторения между элементом мишени и барьерной сеткой совместным действием входного сигнала данного периода повторения и потенциального рельефа, образованного сигналом предыдущего периода повторения, создается поле, величина которого пропорциональна разности этих сигналов. Таким образом, величина выходного сигнала будет пропорциональна разности входных сигналов двух соседних периодов повторения. Так как сама разность входных сигналов зависит от

доплеровской частоты, то и величина выходных сигналов потенциалооскопа будет зависеть от доплеровской частоты, принимая максимальное значение при оптимальной доплеровской частоте равной половине частоты повторения и нулевое значение при доплеровской частоте равной нулю или частоте повторения.

Вычитающий потенциалооскол характеризуется следующими основными показателями: коэффициентом перезаряда  $\eta$ , коэффициентом подавления  $P$  и динамическим диапазоном  $D$ .

В реальном потенциалооскопе равновесный потенциал не устанавливается за один ход развертки. Скорость установления равновесного потенциала характеризуется коэффициентом перезаряда  $\eta$ , который для потенциалооскопа ЛН-5 имеет величину 0,85—0,9. Это означает, что величина заряда на мишени успевает за один ход развертки измениться на 85—90% от той величины, на которую она должна измениться при переходе от одного равновесного состояния к другому. Коэффициент перезаряда возрастает с увеличением тока луча. Степень подавления сигналов помех тем лучше, чем ближе коэффициент перезаряда к единице.

В реальном потенциалооскопе не происходит полного подавления сигналов, постоянных по амплитуде. Коэффициент подавления  $P$  характеризует степень ослабления потенциалооскопом таких сигналов. Он определяется как отношение амплитуды выходных сигналов от цели, движущейся с оптимальной радиальной скоростью, к амплитуде остатка сигнала от местного предмета (при одинаковых амплитудах этих сигналов на входе потенциалооскопа).

Динамический диапазон потенциалооскопа  $D$  является показателем интенсивности помех, генерируемых самой трубкой. Он определяется как отношение амплитуды выходного сигнала от цели, движущейся с оптимальной радиальной скоростью к максимальному сигналу помех, генерируемых трубкой.

Сигналы помех, возникающие в трубке, вызваны неоднородностью мишени, неравномерностью шага намотки барьерной и экранирующей сеток, неравномерностью отбирающего поля коллектора, а также паразитной модуляцией первичного луча полем отклоняющих катушек.

В блоке П7 применен метод съема выходного сигнала с нагрузки в цепи сигнальной пластины, что существенно повышает динамический диапазон по сравнению с методом съема сигнала с коллектора.

В случае съема сигнала с сигнальной пластины основными сигналами помех, генерируемыми трубкой и наблюдаемыми на выходе, являются сигналы, связанные с неоднородностью мишени, а все остальные источники сигналов помех исключаются.

Вследствие того что при съеме выходных сигналов с сигнальной пластины потенциалооскопа сигнальная пластина является одновременно входным и выходным электродом, необходимо разделить входные и выходные сигналы. Для этого применяется частотный способ разделения сигналов, который поясняется рис. 211.

Ток первичного электронного луча  $I_1$  модулируется напряжением высокой частоты, так называемой несущей частоты  $f_0$ , которая в блоке П7 принята равной 12 МГц. Напряжение несущей частоты подается на модулятор электронного прожектора потенциалооскопа, вызывая модуляцию как первичного электронного луча, так и тока вторичных электронов в цепи коллектора.

В состоянии устойчивого равновесия в любой момент времени  $I_1 = I_2$ . При подаче на сигнальную пластину видеоимпульсов в цепи сигнальной пластины возникают импульсы тока перезаряда  $I_c$ , равного разности токов  $I_1$  и  $I_2$ . Так как токи  $I_1$  и  $I_2$  модулированы несущей частотой, ток  $I_c$  также представляет собой промодулированный несущей частотой импульс, фаза высокочастотной составляющей которого либо совпадает, либо отличается на  $180^\circ$  от фазы тока первичного луча  $I_1$  в зависимости от знака приложенного видеоимпульса. Высокочастотная составляющая этих входных импульсов в дальнейшем усиливается и

детектируется. Применение фазового детектирования позволяет сохранить на выходе детектора информацию о знаке разности входных сигналов.

Характерной особенностью вычитающего потенциалоскопа является неравномерность амплитуды выходного сигнала при изменении положения входного сигнала по дальности, так называемая паразитная модуляция сигналов. Различают паразитную модуляцию сигналов по дальности и витковую паразитную модуляцию.

Модуляция сигналов по дальности вызывается плавным изменением линейной скорости движения луча по мишени при изменении радиуса спиральной развертки. Так, при расходящейся спиральной развертке линейная скорость движения луча увеличивается к концу дистанции и пропорционально скорости возрастает амплитуда выходного сигнала.

Паразитная витковая модуляция сигналов вызывается различными неоднородностями мишени и несовпадением осей мишени, коллектора и электронного прожектора. В результате витковой модуляции величина выходного сигнала оказывается промодулированной частотой спиральной развертки и кратными ей частотами.

Паразитная модуляция сигналов приводит к неравномерной кольцевой засветке экранов ИКО шумами приемной системы и ухудшает условия обнаружения целей на экранах индикаторов. Для борьбы с паразитной модуляцией в блоке П7 применена схема автоматической регулировки усиления (АРУ) тракта выходных сигналов в зависимости от изменения коэффициента передачи по-тенциалоскопов по дистанции.

Для получения двукратной череспериодной компенсации в блоке П7 используются два вычитающих потенциалоскопа типа ЛН-5.

Функциональная схема блока, приведенная на рис. 212, включает в себя следующие функциональные каналы:

- канал первого вычитания (рис. 213);
- канал второго вычитания (рис. 219);
- канал автоматической регулировки усиления (АРУ) (рис. 220);
- канал разверток и питания потенциалоскопов (рис. 222).

180

Сигналы амплитудного и когерентного выходов приемной системы через коммутатор входных сигналов, находящийся в блоке П8, поступают на контакт *4a* колодки П2 блока П7. Через контакты реле Р2 эти сигналы подаются в канал АРУ (в субблок П7Б) на смеситель эхо-сигналов и специального сигнала (пилот-сигнала), предназначенного для формирования напряжения АРУ. В этом же субблоке находится схема формирования напряжения пилот-сигнала, запускаемая импульсами запуска со схемы формирования импульсов дистанции (субблок П7Л), входящей в состав канала разверток и питания потенциалоскопов.

Эхо-сигналы, смешанные с пилот-сигналом, имеющим частоту 900 *кГц* и фазу, изменяющуюся на 180° от одного периода повторения к другому, поступают на входной усилитель потенциалоскопа I канала первого вычитания (субблок П7В I). Напряжение пилот-сигнала, проходя вместе с эхо-сигналом через каналы первого и второго вычитания, приобретает такую же паразитную модуляцию, как и эхо-сигналы, что позволяет использовать его для уменьшения паразитной модуляции эхо-сигналов. Усиленные входным усилителем сигналы через входное устройство потенциалоскопа I поступают на сигнальную пластину потенциалоскопа I.

Снимаемый с сигнальной пластины высокочастотный радиоимпульс отделяется входным устройством потенциалоскопа I от входного сигнала и усиливается полосовым усилителем (субблок П7Г). С целью получения на выходе усилителя двуполярных сигналов в субблоке П7Г применяется фазовое детектирование. Для этого на фазовый детектор (субблок П7Г) со схемы формирования напряжения несущей частоты (субблок П7Ж) подается опорное напряжение I с частотой  $f_0$ , равной 12 *МГц*.

С выхода субблока П7Г сигналы поступают на канал второго вычитания. Кроме того, сигналы с выхода субблока П7Г поступают на схему стандартизации выходных сигналов потенциалоскопа I (субблок П7И). Стандартизированные сигналы с субблока П7И через

контакт 5в колодки П2 поступают на канал подавления несинхронных помех блока П8.

Канал второго вычитания аналогичен каналу первого вычитания.

Сигналы, поступающие на канал второго вычитания, усиливаются входным усилителем потенциалоскопа II (субблок П7ВII) и через входное устройство потенциалоскопа II поступают на сигнальную пластину потенциалоскопа II. Снимаемый с сигнальной пластины высокочастотный радиоимпульс усиливается полосовым усилителем (субблок П7ГII). В субблоке П7ГII также применяется фазовое детектирование высокочастотных сигналов. Для этого на фазовый детектор субблока с канала разверток и питания потенциалоскопов от субблока П7Ж подается опорное напряжение II с частотой  $f_0$ .

С выхода субблока П7ГII двуполярные сигналы поступают на схему преобразования полярности и усиления эхо-сигналов (субблок П7Д), а также в канал АРУ на субблок П7Н.

В субблоке П7Д знакопеременный эхо-сигнал отделяется от пилот-сигнала и преобразуется в однополярный сигнал, после чего поступает в канал АРУ на субблок П7Н.

В субблоке П7Н из сигнала, снимаемого с субблока П7ГII, выделяется напряжение огибающей пилот-сигнала, промодулированное паразитной модуляцией Потенциалоскопов каналов первого и второго вычитания. Это напряжение используется для подавления паразитной витковой модуляции эхо-сигналов, поступающих на субблок П7Н с преобразователя полярности субблока П7Д. Канал АРУ позволяет также подавить паразитную модуляцию сигналов по дальности. Эхо-сигналы с уменьшенной паразитной модуляцией с субблока П7Н снова поступают на субблок П7Д, усиливаются и далее через контакт 4в колодки П2 поступают на коммутатор выходных сигналов.

С блока Щ через контакты 7а и 7в колодки П2 на блок П7 поступают импульсы запуска основного и СРЬВ I в канал разверток и питания потенциалоскопов на схему формирования импульсов дистанции (субблок П7Л). Импульсы дистанции с субблока П7Л подаются на схему формирования разверток потенциалоскопов (субблок П7М) и в канал АРУ, на схему формирования напряжений пилот-сигнала (субблок П7Б) и в качестве запускающих импульсов.

Схема формирования разверток потенциалоскопов предназначена для создания токов, которые, протекая по обмоткам отклоняющих катушек, создают на мишенях потенциалоскопов спиральные развертки.

Схема формирования напряжения несущей частоты (субблок П7Ж) предназначена для создания напряжения с частотой  $f_0$ , равной 12 МГц, необходимого для модуляции тока луча потенциалоскопов, а также для формирования опорного напряжения Г и II фазовых детекторов выходных усилителей потенциалоскопов каналов первого и второго вычитания.

Подробно принцип работы рассматривается по каналам. Принципиальная схема блока помещена на рис. 1504 (см. Альбом схем).

**Канал первого вычитания.** Функциональная схема канала первого вычитания приведена на рис. 213

В состав канала входят субблоки П7ВI, П7АI, П7ГI и П7И. Эхо-сигналы и пилот-сигнал с субблока П7Б канала АРУ поступают на входной усилитель потенциалоскопа I (субблок П7ВI), предназначенный для усиления эхо-сигналов до величины 45 в, необходимой для подачи на сигнальную пластину потенциалоскопа I. Через согласующий каскад сигналы поступают на входное устройство потенциалоскопа I (субблок П7А). Входное устройство включает в себя входной фильтр и входной контур полосового усилителя субблока П7ГI. Входной фильтр является нагрузкой усилителя П7ВI и служит для подавления частотных составляющих спектра входного сигнала, лежащих в полосе пропускания полосового усилителя. Со входного фильтра через входное устройство сигналы поступают на сигнальную пластину потенциалоскопа I.

Высокочастотные сигналы, снимаемые с сигнальной пластины потенциалоскопа, поступают на входной контур входного устройства потенциалоскопа I. Далее сигналы поступают на полосовой усилитель субблока П7Г1, усиление которого регулируется потенциометром R23 УСИЛ. I на передней панели блока. Усиленный сигнал для осуществления

фазового детектирования суммируется стопорным напряжением частоты  $f_0$ , которое подается на третий каскад полосового усилителя с субблока П7Ж канала разверток и питания потенциалоскопов. Суммарный сигнал поступает на амплитудный детектор.

Принцип фазового детектирования поясняется на рис. 214.

Фаза высокочастотного заполнения импульсов выходного сигнала, снимаемого с сигнальной пластины, изменяется на  $180^\circ$  при изменении знака разности входных сигналов смежных периодов повторения, подводимых к сигнальной пластине (рис. 214,а). Если такие высокочастотные сигналы с фазами, отличающимися на  $180^\circ$ , сложить с опорным напряжением той же частоты (рис. 214,б), то суммарный сигнал (рис. 214,в) будет иметь амплитуду, равную либо сумме, либо разности амплитуд опорного напряжения и сигнала в зависимости от того, совпадают фазы сигнала и опорного напряжения или отличаются на  $180^\circ$ .

При детектировании такого суммарного сигнала на нагрузке детектора выделяется напряжение, пропорциональное амплитуде этого сигнала (рис. 214,г). После отделения постоянной составляющей выходной сигнал детектора представляет собой импульсы, амплитуда которых зависит от величины разности входных сигналов смежных периодов повторения, а полярность определяется знаком этой разности (рис. 214, д).

Сигналы с выхода амплитудного детектора через согласующий каскад поступают на входной усилитель потенциалоскопа II (субблок П7ВП) канала второго вычитания и на схему стандартизации выходных сигналов потенциалоскопа I (субблок П7И). В субблоке П7И сигналы через согласующий каскад поступают на заграждающий фильтр, подавляющий частоту пилот-сигнала.

При подаче одиночного сигнала несинхронной помехи на вычитающий потенциалоскоп на выходе потенциалоскопа в двух смежных периодах повторения возникают два сигнала противоположной полярности — так называемые сигналы записи и чтения. Схема стандартизации выходных сигналов потенциалоскопа I должна реагировать только на сигналы записи, которые должны иметь на входе стандартизатора положительную полярность.

При высокочастотном съеме сигналов с потенциалоскопа полярность сигналов записи на выходе детектора субблока П7Г1 зависит от фазы опорного напряжения и направления намотки катушек входного контура. Для того чтобы при этом обеспечить выдачу на стандартизатор сигналов записи в положительной полярности, в субблоке П7И после заграждающего фильтра включен фазорасщепитель, на двух выходах которого сигналы записи несинхронной помехи имеют различную полярность. При настройке блока включается тот выход фазорасщепителя, который обеспечивает нужную полярность сигналов записи. Далее эти сигналы усиливаются и поступают на схему стандартизатора.

Стандартизация сигналов по амплитуде заключается в формировании импульсов постоянной амплитуды из последовательности входных сигналов, превышающих определенный пороговый уровень. Длительность стандартизованных сигналов равна длительности входных на уровне стандартизации. Уровень стандартизации регулируется потенциометром ПОРОГ. СРАБ. (R2) на передней панели блока.

Стандартизированные импульсы через согласующий каскад поступают на контакт 5в колодки П2 и далее на блок П8.

Принципиальная схема канала первого вычитания выделена на принципиальной схеме блока.

Эхо-сигналы и пилот-сигнал с субблока П7Б канала АРУ поступают на видеоусилитель (субблок П7В1), выполненный по схеме реостатного усилителя на лампе Л1. Для улучшения переходной характеристики в каскаде применена коррекция в области высоких частот путем шунтирования катодного сопротивления малой емкостью С3.

С анодной нагрузки усилителя сигналы подаются на согласующий каскад, выполненный по схеме анодно-катодного повторителя на лампах Л2 и Л3. Анодно-катодный повторитель обеспечивает получение импульсов большой амплитуды с

короткими фронтами как положительной, так и отрицательной полярности на сигнальной пластине потенциалоскопа. Нагрузкой анодно-катодного повторителя являются параллельно соединенные входная емкость потенциалоскопа, конденсатор С1 и сопротивления R1, R2, расположенные во входном устройстве потенциалоскопа (У 10-2).

Схема анодно-катодного повторителя состоит из катодного повторителя Л2 и корректирующей лампы Л3.

Обычный катодный повторитель при работе с импульсами большой амплитуды хорошо передает фронт положительного импульса и плохо передает его спад. У отрицательных импульсов хорошо передается спад, но плохо передается фронт. Это явление, вызываемое закрыванием лампы катодного повторителя при более быстром уменьшении напряжения на сетке, чем на катоде, особенно резко проявляется при работе катодного повторителя на большую емкостную нагрузку. Для устранения закрывания лампы катодного повторителя Л2 нагрузка его соединяется с анодом корректирующей лампы Л3. На управляющую сетку лампы Л3 подается импульс, снимаемый с сопротивления R11, включенного в анодную цепь лампы Л2. Таким образом, на сетке лампы Л3 действует усиленная в анодной цепи лампы Л2 разность потенциалов между ее сеткой и катодом.

При поступлении отрицательного перепада на вход катодного повторителя лампа Л3 обеспечивает быстрый разряд емкости, которая шунтирует сопротивление нагрузки катодного повторителя.

Для контроля формы и амплитуды импульсов, подаваемых на сигнальную пластину потенциалоскопа, с сопротивления R13 снимается импульс на переключатель КОНТРОЛЬ (В2) блока. С катода лампы Л2 анодно-катодного повторителя сигналы через разъем Ф1 (У 10-1) поступают на входное устройство в субблоке П7А.

Входное устройство осуществляет:

- подавление частотных составляющих спектра входного видеосигнала, лежащих в полосе пропускания полосового усилителя, и предотвращение ударного возбуждения полосового усилителя входными сигналами потенциалоскопа;
- формирование частотной характеристики выходного усилителя;
- предотвращение шунтирования входных цепей полосового усилителя выходным сопротивлением согласующего каскада входного усилителя.

Входное устройство состоит из входного фильтра (У 10-1) и входного контура (УШ-2). Входной фильтр, выполненный по схеме полосового заграждающего фильтра, служит для подавления частотных составляющих спектра входного сигнала, лежащих в полосе пропускания полосового усилителя.

Частотная характеристика заграждающего полосового фильтра приведена на рис. 215.

Конструктивно фильтр размещен в специальном экране, разделенном перегородками на отдельные отсеки. Корпус фильтра крепится на магнитном экране потенциалоскопа в непосредственной близости от ввода сигнальной пластины.

Входной контур, состоящий из катушки индуктивности L4, емкости между сигнальной пластиной и барьерной сеткой потенциалоскопа и конденсатора С1, настроен на несущую частоту и предназначен для выделения высокочастотной составляющей тока сигнала потенциалоскопа.

Для устранения ударного возбуждения полосового усилителя входными сигналами потенциалоскопа входной контур выполнен по отношению к входным сигналам по балансной схеме.

Балансная схема представляет собой уравновешенный мост в одну из диагоналей которого подаются входные сигналы потенциалоскопа, а в другую включена входная цепь полосового усилителя.

Эквивалентная схема входного контура приведена на рис. 216

Как следует из эквивалентной схемы, при уравновешенном мосте на катушке L4, являющейся диагональю моста, будут отсутствовать входные сигналы и, следовательно, будет устранено попадание входных сигналов на вход полосового усилителя и ударное

возбуждение усилителя. Балансировка моста производится посредством изменения ферритовым сердечником отношения индуктивно-стей  $L_1$  и  $L_2$ .

Балансировочная катушка  $L_1$ — $L_2$  установлена в экране входного контура таким образом, что можно производить ее подстройку сердечником (регулировка БАЛАНС) через вырез в передней панели блока.

Сигнальная пластина соединяется со входным контуром отрезком коаксиального кабеля с миниатюрным разъемом.

При съеме выходных сигналов потенциалооскопа с сигнальной пластины динамический диапазон тракта череспериодной компенсации в основном определяется тепловыми шумами входных цепей полосового усилителя и дробовыми шумами его первой лампы.

Для уменьшения уровня собственных шумов полосового усилителя и, следовательно, для повышения динамического диапазона в блоке применена схема противозумовой коррекции.

Частотная характеристика полосового усилителя выполняется в виде одногорбой кривой с узкой полосой пропускания (рис. 217, б). Это позволяет получить малый уровень дробовых шумов на выходе усилителя, но может привести к искажению усиливаемых выходных сигналов потенциалооскопа. Для того чтобы обеспечить неискаженную передачу сигналов, применяется входная цепь полосового усилителя с двугорбой частотной характеристикой (рис. 217, а). В результате получается частотная характеристика системы входная цепь — полосовой усилитель с необходимой полосой пропускания (рис. 217, в).

Принципиальная схема входной цепи полосового усилителя приведена на рис. 218.

Входная цепь полосового усилителя представляет собой систему двух индуктивно связанных контуров, настроенных на несущую частоту  $f_0$ . Первым контуром является входной контур (У 10-2), описанный выше. С катушкой индуктивности первого контура  $L_4$  индуктивно связана катушка  $L_5$ , являющаяся частью второго контура, состоящего из последовательно соединенных индуктивностей  $L_5$  и  $L_{1_{вх}}$  и входной емкости лампы  $L_1$  (плата П7Г1) полосового усилителя.

Для исключения влияния емкости кабеля, соединяющего входной контур и полосовой усилитель, индуктивность второго контура разделена на две части ( $L_5$  и  $L_{1_{вх}}$ ) и большая часть ( $L_{1_{вх}}$ ) включена непосредственно в полосовой усилитель.

За счет того, что связь между контурами повышает критическую, частотная характеристика связанных контуров получается двугорбой.

Конструктивно система связанных контуров выполнена в виде двух катушек ( $L_4$ ,  $L_5$ ), намотанных на броневом сердечнике типа СБ-1 б. Эта часть входной цепи размещается в корпусе входного контура, укрепленного на магнитном экране потенциалооскопа в непосредственной близости от выхода сигнальной пластины.

Катушка  $L_{1_{вх}}$  размещена в корпусе полосового усилителя. Входное устройство соединяется с полосовым усилителем коаксиальным кабелем. Подстройку частотной характеристики входной цепи можно производить изменением индуктивности  $L_4$  через отверстие с гравировкой ВХ. КОНТУР на крышке экрана входного контура. Крутизна склонов суммарной частотной характеристики регулируется изменением затухания второго контура, которое может изменяться подбором сопротивления  $R_4$  (У 10-2).

Для проверки формы частотной характеристики и коэффициента передачи высокочастотного тракта во входном контуре имеется разъем Ф1. Через вырез в передней панели к этому разъему подключается генератор качающейся частоты или генератор стандартных сигналов, с которых можно произвести подстройку и проверку высокочастотного тракта. Сопротивление  $R_3$  во входном контуре предотвращает расстройку входного контура при подключении прибора.

Высокочастотные сигналы, снимаемые через разъем Ф2 (У10-2) со входного устройства, поступают через разъем Ф1 на полосовой усилитель субблока П7Г1.

Полосовой усилитель состоит из четырех каскадов с одиночными резонансными контурами в анодных цепях, настроенных на частоту  $\omega$ . Каскады собраны на лампах 6Ж5Б

(платы П7Г1, П7Г2, П7Г4) и 6Ж10Б (плата П7Г3).

Выходные сигналы потечциалоскопа с катушками связи входного контура L5 через кабель поступают на разъем Ф1 субблока П7Г1 и далее через входную катушку L1 субблока (плата П7Г1) — на сетку лампы Л1 (плата П7Г1) полосового усилителя. Индуктивность L1 совместно со входной емкостью лампы и емкостью монтажа образуют часть второго контура входной цепи полосового усилителя. Подстройка второго контура на несущую частоту  $f_0$  осуществляется сердечником катушки L1, к которому имеется доступ через отверстие на крышке субблока. Величина усиления регулируется подачей отрицательного напряжения на управляющую сетку лампы Л1 2-го каскада усилителя (плата П7Г2) с помощью потенциометра УСИЛ. I (R23), выведенного на переднюю панель блока. С анода лампы Л1 (плата П7Г4) 4-го каскада полосового усилителя усиленный высокочастотный сигнал поступает на амплитудный детектор. Детектор собран на лампе Л1 а (плата П7Г5) в диодном включении.

Для осуществления фазового детектирования на третью сетку лампы Л1 (плата П7Г3) 3-го каскада усилителя через разъем Ф2 подается от усилителя несущей частоты субблока П7Ж опорное напряжение с частотой  $f_0$  и амплитудой порядка 0,1 в. Уровень опорного напряжения на нагрузке детектора R1 (плата П7Г5) контролируется контрольным прибором, измеряющим ток, протекающий через сопротивление R2 (плата П7Г5).

С нагрузки детектора видеосигнал подается на лампу Л1 б (плата П7Г5) согласующего каскада, выполненного по схеме катодного повторителя.

На выходе субблока П7Г1 включен параллельный контур L1, С3 (плата П7Г5), настроенный на несущую частоту  $f_0$  и предназначенный для уменьшения уровня несущей частоты в выходном Напряжении субблока. С выхода субблока П7Г1 сигналы поступают на субблок П7И и на субблок П7ВII в канал второго вычитания

В субблоке П7И сигналы поступают на согласующий каскад выполненный по схеме катодного повторителя на лампе Л1а. На грузкой катодного повторителя является заграждающий фильтр с большим коэффициентом подавления на частоте пилот-сигнала (900 кГц).

На выходе фильтра наблюдается практически полное подавление пилот-сигнала. Двуполярные импульсы подаются на фазорасщепитель, собранный на лампе Л1б. С анодной нагрузки R2 и катодной нагрузки R4 сигналы противоположной полярности подаются на контакты 5а и 7а колодки П1 субблока П7И. При настройке блока между контактами 5а-6а или 6а-7а ставится перемычка таким образом, чтобы сигналы записи от несинхронной помехи на входе усилителя (лампа Л2) имели отрицательную полярность.

Усиленные импульсы с анодной нагрузки усилителя R12 через разделительный конденсатор С8 подаются на сетку лампы стандартизатора амплитуд. Сигналы записи на входе стандартизатора имеют положительную полярность. Стандартизатор собран по схеме триггера с катодной связью на лампе Л3. В исходном состоянии левая половина лампы закрыта отрицательным смещением, создаваемым на катодном сопротивлении R21. При подаче на сетку этой лампы положительного импульса достаточной амплитуды лампа открывается, потенциал ее анода понижается.

Это понижение потенциала передается на сетку лампы Л3б, ток которой уменьшается. При этом уменьшается смещение на сопротивлении R21, что ведет к еще большему открыванию лампы Л3а. Возникающий лавинообразный процесс заканчивается закрыванием лампы Л3б. Она остается закрытой в течение действия положительного импульса на сетке лампы Л3а. Следовательно, в течение времени действия этого положительного импульса потенциал анода лампы Л3б остается постоянным.

По окончании действия входного импульса потенциал анода левой половины, а следовательно, и сетки ее правой половины повышается и весь процесс развивается, в обратном направлении. В результате на анодной нагрузке R17 лампы Л3б формируются импульсы, амплитуда которых не зависит от амплитуды входных сигналов, а длительность равна длительности входных сигналов на уровне стандартизации. Уровень стандартизации

регулируется подачей на сетку левой половины отрицательного напряжения с потенциометра R2, ось которого выведена на переднюю панель блока с надписью ПОРОГ. СРАБ.

Стандартизованные по амплитуде сигналы через согласующий каскад, собранный по схеме анодно-катодного повторителя на лампе Л4, поступают на контакт 5 в колодки П2 и далее на блок П8. С части нагрузки анодно-катодного повторителя (R27) напряжение подается на переключатель КОНТРОЛЬ.

**Канал второго вычитания.** Функциональная схема канала второго вычитания приведена на рис. 219.

В состав канала входят субблоки П7ВП, П7А, П7ГП и П7Д. Эхо-сигнал и пилот-сигнал с выхода субблока П7Г1 канала первого вычитания поступают на входной усилитель потенциалоскопа П (субблок П7ВП), предназначенный для усиления импульсов до величины 45 в, необходимой для подачи на сигнальную пластину потенциалоскопа. Через согласующий каскад сигналы поступают на входное устройство потенциалоскопа П (субблок П7А), которое включает в себя входной фильтр и входной контур полосового усилителя субблока П7ГП. Входной фильтр является нагрузкой усилителя П7ВП и служит для подавления частотных составляющих спектра а 15х0 дного сигнала, лежащих в полосе пропускания полосового усилителя.

Высокочастотные сигналы, снимаемые с сигнальной пластины потенциалоскопа П, поступают на входной контур входного устройства потенциалоскопа П, формирующий вместе с полосовым усилителем субблока П7ГП частотную характеристику для выходных сигналов потенциалоскопа. Далее сигналы поступают на полосовой усилитель субблока П7ГП, усиление которого регулируется потенциометром УСИЛ. П (R24) на передней панели блока. Фазовое детектирование осуществляется аналогично фазовому детектированию в канале первого вычитания.

Сигналы с выхода амплитудного детектора через согласующий каскад поступают на субблок П7Д и на субблок П7Н в канал АРУ. В субблоке П7Д эти импульсы поступают на согласующий каскад, нагрузкой которого служит заграждающий фильтр, подавляющий частоту 900 кГц пилот-сигнала. Эхо-сигнал после фильтра усиливается, поступает на фазорасщепитель и затем на преобразователь полярности, которые служат для двухполупериодного выпрямления знакопеременных сигналов. Двухполупериодное выпрямление обеспечивает преобразование двуполярных сигналов в однополярные, что необходимо для индикации сигналов на индикаторах с яркостной отметкой. Однополярный сигнал через согласующий каскад подается на субблок П7Н в канал АРУ.

Эхо-сигнал с уменьшенной паразитной модуляцией из канала АРУ снова поступает на субблок П7Д и усиливается.

Эхо-сигнал, амплитуда которого регулируется потенциометром ВЫХОД Б, через согласующий каскад субблока П7Д поступает на контакт 4 в колодки П2 и далее на блок П8.

Принципиальная схема канала второго вычитания выделена на принципиальной схеме блока.

Схемы входного усилителя (П7ВП), входного устройства (П7А) и выходного усилителя (П7ГП) канала второго вычитания аналогичны соответствующим схемам канала первого вычитания.

Эхо-сигнал и пилот-сигнал с выхода субблока П7ГП поступают на согласующий каскад субблока П7Д, выполненный по схеме катодного повторителя на лампе Л1а.

Нагрузкой катодного повторителя служит заграждающий фильтр С2, L1, С4, С5. Фильтр настроен на частоту 900 кГц и подавляет пилот-сигнал.

С нагрузки фильтра (R4, R5) эхо-сигнал поступает на сетку лампы Л1б усилителя. С анодной нагрузки усилителя (R2) сигналы подаются на фазорасщепитель, собранный на лампе Л2а.

С анодной нагрузки фазорасщепителя R14 и катодной нагрузки состоящей из

сопротивлений R11, R12, R13 сигналы противоположных полярностей подаются на преобразователь полярности. Схема преобразователя полярности собрана на четырех германиевых диодах. Схема преобразует входные сигналы любой полярности в сигналы положительной полярности.

С нагрузки R17 преобразователя полярности положительные сигналы подаются на согласующий каскад, собранный по схеме катодного повторителя на лампе Л2б. Сигналы положительной полярности с части нагрузки катодного повторителя (R16) поступают на вход модулятора субблока П7Н в канале АРУ.

С выхода модулятора сигналы поступают на сетку лампы усилителя Л3 субблока П7Д, усиление которого регулируется изменением глубины отрицательной обратной связи потенциометром ВЫХОД Б (R25). С анодной нагрузки усилителя сигналы поступают на согласующий каскад, собранный по схеме анодно-катодного повторителя на лампе Л4. С анодно-катодного повторителя выходные сигналы через контакт 4 в колодки П2 подаются на блок П8.

**Канал автоматической регулировки усиления (АРУ).** Функциональная схема канала АРУ приведена на рис. 220. В состав канала входят субблоки П7Б и П7Н. Генератор пилот-сигнала (субблок П7Б) на протяжении рабочего хода развертки потенциалоскопа генерирует колебания частоты 900 кГц. Для запуска генератора подается импульс дистанции с субблока П7Л канала разверток и питания потенциалоскопов. С генератора пилот-сигнала колебания частотой 900 кГц подаются в противоположных фазах на два входа коммутатора фазы. Коммутация фазы в каждый последующий ход развертки изменяет фазу напряжения пилот-сигнала на противоположную, чем обеспечивается прохождение пилот-сигнала через вычитающие потенциалоскопы. Коммутатор фазы управляется выходным напряжением формирующего каскада импульсов коммутации пилот-сигнала, которое изменяется с частотой, вдвое меньшей частоты повторения станции. Для запуска формирующего каскада на него подаются импульсы дистанции с субблока П7Л.

Прошедшие коммутатор фазы колебания частотой 900 кГц пилот-сигнала подаются на смеситель. На смеситель поступают также через реле Р2 эхо-сигналы с блока П8. В смесителе пилот-сигнал смешивается с эхо-сигналом и осуществляются регулировки амплитуды сигнала (АМПЛИТУДА СИГН.) и амплитуды пилот-сигнала (АМПЛИТУДА ПС).

Далее эти сигналы поступают в канал первого вычитания на субблок П7В1, проходят каналы первого и второго вычитания, приобретая паразитные витковую модуляцию и модуляцию по дальности, и с выхода субблока П7П канала второго вычитания поступают снова в канал АРУ на согласующий каскад субблока П7Н. С выхода согласующего каскада сигналы подаются на полосовой фильтр, который выделяет напряжение пилот-сигнала частотой 900 кГц и подавляет эхо-сигнал.

После фильтра пилот-сигнал усиливается резонансным усилителем и поступает на детектор огибающей пилот-сигнала. Одновременно на детектор компенсирующих импульсов с генератора пилот-сигнала (субблок П7Б) подаются радиоимпульсы частотой 900 кГц. Продетектированные напряжения с выходов обоих детекторов вычитаются одно из другого, и результирующее напряжение поступает на усилитель огибающей пилот-сигнала. На выходе усилителя выделяется напряжение, форма которого соответствует характеру паразитной витковой модуляции. Это напряжение поступает на модулятор в качестве модулирующего напряжения.

На модулятор поступают также эхо-сигналы с субблока П7Д канала второго вычитания, подвергшиеся паразитной витковой модуляции в потенциалоскопах. В модуляторе эхо-сигналы модулируются огибающей пилот-сигнала, которая имеет противоположный знак паразитной витковой модуляции. В результате этого глубина паразитной витковой модуляции эхо-сигналов уменьшается. Степень подавления витковой модуляции регулируется потенциометром ВИТКОВАЯ МОДУЛЯЦИЯ (R1), выведенным на переднюю панель блока. С выхода модулятора эхо-сигналы поступают на усилитель субблока П7Д канала второго вычитания.

Схема АРУ позволяет также компенсировать паразитную модуляцию эхо-сигналов по дальности путем подачи пилообразного напряжения в цепи регулировки усиления полосовых усилителей субблоков П7Г1 и П7Г2 каналов первого и второго вычитания. Пилообразное напряжение формируется из импульсов дистанции, поступающих с субблока П7Л, на цепочке R25, Д1, Д2, С8, R26 и подается на инвертор пилообразного напряжения.

Нагрузкой инвертора являются потенциометры УСИЛ. I (R23), УСИЛ. II (R24), входящие в состав канала первого и второго вычитания. Величина пилообразного напряжения, поступающего в цепи регулировок усиления субблоков П7Г1 и П7Г2 и, следовательно, степень компенсации паразитной модуляции по дальности регулируются потенциометром МОДУЛЯЦИЯ ПО ДАЛЬН. (R9), выведенным на переднюю панель блока.

Схема АРУ, субблок П7Н кроме подавления паразитной модуляции обеспечивают стабилизацию коэффициента передачи блока П7. Первый каскад усилителя огибающей пилот-сигнала (Л3а) выполнен по схеме усилителя постоянного тока (УПТ).

Постоянная составляющая выходного напряжения УПТ пропорциональна величине напряжения пилот-сигнала на выходе канала второго вычитания. Это напряжение через потенциометры R23, R24, входящие в состав каналов первого и второго вычитания, поступает на цепи регулировок усиления субблоков П7Г1 и П7Г2, обеспечивая автоматическую стабилизацию коэффициента передачи системы ЧПК при изменении питающих напряжений, температуры и старении деталей.

Принципиальная схема канала АРУ выделена на принципиальной схеме блока.

Генератор пилот-сигнала (субблок П7Б) собран по схеме генератора ударного возбуждения на лампе Л1. Генератор запускается отрицательным импульсом дистанции, поступающим от субблока П7Л и запирающим лампу Л1а на время рабочего хода развертки потенциалоскопа. При этом в колебательном контуре L1, C2 возникают колебания частотой 900 кГц.

В результате ударного возбуждения генератора колебания в контуре всегда начинаются с одной и той же фазы, что вместе с коммутацией фазы обеспечивает прохождение пилот-сигнала через вычитающие потенциалоскопы. Неожиданное затухание контура установлено посредством сопротивления обратной связи R4, включенного в катод лампы обратной связи Л1б.

Амплитуда колебаний в контуре ограничивается диодом Д1, нормально запертым отрицательным напряжением с делителя R1 — R2. С резонансного анодного контура генератора колебания пилот-сигнала в противоположных фазах поступают на сетки ламп Л2 и Л3 коммутатора фазы. На третьей сетке этих ламп подаются импульсы с анодных нагрузок формирующего каскада импульсов коммутации пилот-сигнала, собранного по схеме триггера, попеременно закрывающие то одну, то другую лампу коммутатора. В результате на общей анодной нагрузке (анодном контуре) коммутатора фазы выделяется напряжение пилот-сигнала с противоположной фазой в двух соседних периодах повторения.

Триггер собран на лампе Л4. Запуск триггера производится спадом импульса дистанции, поступающим с субблока П7Л через дифференцирующую цепь C12, R24 и через диоды Д2 и Д3 на аноды ламп триггера. С левого и правого анодов лампы Л4 импульсы поступают на коммутатор фазы.

Эпюры, поясняющие работу канала АРУ, приведены на рис. 221

Пилот-сигнал с анодной нагрузки ламп Л2 и Л3 коммутатора фазы через емкость C7 поступает на потенциометр АМПЛИТУДА ПС (R25), которым регулируется величина пилот-сигнала, поступающего на сетку лампы Л5а смесителя (рис. 221, а). На сетку лампы Л5б через реле Р2 подается сигнал с коммутатора входных сигналов блока П8 (рис. 221, б). С анодной нагрузки смешанный сигнал подается на вход субблока П7В1 канала первого вычитания (рис. 221, в). Величина эхо-сигнала на выходе смесителя регулируется изменением величины отрицательной обратной связи смесительного каскада потенциометром АМПЛИТУДА СИГН. (R33)

Проходя обработку в вычитающих потенциалоскопах, эхо-сигнал и пилот-сигнал приобретают паразитную модуляцию — витково-вую и по дальности (рис. 221, *з*). Для компенсации модуляции по дальности в цепи регулировки усиления полосовых усилителей (П7Г1 и П7ГП) подается пилообразное напряжение. На субблок П7Н с выхода субблока П7ГП поступают эхо-сигнал и пилот-сигнал со значительно ослабленной паразитной модуляцией по дальности (рис. 221, *д*).

Эти сигналы поступают на согласующий каскад субблока П7Н, выполненный по схеме катодного повторителя на лампе Л1а. С нагрузки каскада (R2, R3) сигналы подаются на полосовой фильтр (L1, L2, L3, C2, C3, C4). Фильтр пропускает напряжение пилот-сигнала частотой 900 кГц и подавляет составляющие спектра эхо-сигнала (рис. 221, *е*).

Напряжение пилот-сигнала усиливается резонансным усилителем, собранным на лампе Л1б. С анодного контура (L4, C5) усилителя напряжение подается на детектор огибающей пилот-сигнала, собранный на ламповом диоде Л2. На нагрузке детектора (R7, C9) выделяется огибающая пилот-сигнала, изменяющаяся по закону паразитной витковой модуляции (рис. 221, *ж*).

Чтобы исключить влияние непостоянства амплитуды пилот-сигнала на работу системы АРУ, прямоугольная импульсная составляющая выходного сигнала детектора компенсируется. Для компенсации используется продетектированное напряжение пилот-сигнала, подаваемого на детектор компенсирующих импульсов непосредственно с генератора пилот-сигнала субблока П7Б (рис. 221, *з*). Детектор компенсирующих импульсов собран на диодах Д1 и Д2. Нагрузкой его являются сопротивление R6 и конденсатор C8.

Выходные напряжения детектора огибающей пилот-сигнала и детектора компенсирующих импульсов складываются в противоположных полярностях, и разностное напряжение (рис. 221, *и*) поступает на лампу Л3а усилителя огибающей пилот-сигнала. С анодной нагрузки усилителя разностное напряжение через дифференцирующую цепочку C13, R14 поступает на лампу Л4а.

Дифференцирующая цепочка необходима для компенсации фазового сдвига огибающей пилот-сигнала, образующегося в результате прохождения напряжения пилот-сигнала полосового фильтра и детектора огибающей пилот-сигнала.

Анодной нагрузкой лампы Л4а является потенциометр ВИТКО-ВАЯ МОДУЛЯЦИЯ (R1), обеспечивающий плавное изменение амплитуды напряжения огибающей пилот-сигнала. Потенциометр R1 выведен на переднюю панель блока.

Напряжение с потенциометра R1 подается на третью сетку лампы Л6 модулятора. Подвергшийся паразитной витковой модуляции эхо-сигнал с субблока П7Д подается на первую сетку лампы Л6. В аноде этой лампы получается эхо-сигнал с уменьшенной паразитной витковой модуляцией. Для того чтобы компенсировать выделяющееся на нагрузке лампы Л6 (сопротивлении R31) модулирующее напряжение, оно подается также на третью сетку лампы Л5 работающей в том же режиме, что и лампа Л6, но без сигналов на первой сетке. Возникающее на ее аноде модулирующее напряжение изменяется по полярности лампой Л4б, поступает в анодную цепь лампы Л6, смешивается в противофазе с имеющимся там же модулирующим напряжением и компенсирует его

Для получения точной компенсации модулирующего напряжения инвентирующий каскад на лампе Л4б должен обладать стабильным коэффициентом усиления, мало зависящим от изменения параметров лампы. Это достигается за счет глубокой отрицательной обратной связи с анода на сетку лампы Л4б. Отрицательная обратная связь возникает вследствие того, что анодной нагрузкой лампы Л4б служит часть анодной нагрузки лампы Л5, состоящей из сопротивлений R18, R21, R22, R23, R24.

Потенциометр КОМП. (R18) позволяет в небольших пределах изменять глубину обратной связи и, следовательно, коэффициент усиления каскада на лампе Л4б. Это дает возможность устанавливать на выходе модулятора минимальный уровень модулирующего напряжения. Смещение на управляющие сетки ламп Л5 и Л6 осуществляется за счет

щепочек R25, R26, C15 и R32, R33, C18

С целью компенсации паразитной модуляции по дальности на цепочке R25, Д1, Д2, С8, R26 из импульсов дистанции, поступающих с субблока П7Л (рис. 221, *к*), формируется пилообразное напряжение (рис. 221, *л*), имитирующее паразитную модуляцию эхо-сигналов по дальности.

Конденсатор С8 заряжается через сопротивление R25, стабилитрон Д1 и диод Д2 во время отрицательного перепада импульсов дистанции и разряжается через сопротивление R26 во время положительного перепада. Вследствие того, что постоянная времени цепи заряда конденсатора значительно меньше длительности отрицательного перепада импульсов дистанции, величина пилообразного напряжения на выходе цепочки практически постоянна и не зависит от изменения длительности отрицательного перепада импульсов дистанции, такое изменение имеет место при работе блока в режиме вобуляции частоты повторения. Потенциометр МОДУЛЯЦИЯ ПО ДАЛЬН. (R9) регулирует компенсацию паразитной модуляции по дальности путем изменения выходного напряжения цепочки. Потенциометр R9 установлен на передней панели блока.

Лампа ЛЗб изменяет полярность пилообразного напряжения, поступающего с цепочки (рис 221, *м*). Анодной нагрузкой инвертора являются потенциометры УСИЛ. I (R23) и УСИЛ. II (R24) каналов первого и второго вычитания. Пилообразное напряжение с потенциометров R23, R24 подается на управляющие сетки ламп вторых каскадов полосовых усилителей субблоков П7Г1 и П7Г2 и изменяет смещение этих ламп по закону, обратному характеру паразитной модуляции по дальности. Получающееся при этом изменение усиления субблоков П7Г1 и П7Г2 компенсирует паразитную модуляцию эхо-сигналов и шумов по дальности. Кроме того, цепь подачи смещения на управляющие сетки ламп вторых каскадов субблоков П7Г1 и П7Г2 используется для стабилизации коэффициента передачи блока П7

При изменении коэффициента передачи блока П7 (вследствие изменений питающих напряжений, температуры, старения ламп) изменяется и амплитуда пилот-сигнала, поступающего на субблок П7Н. На сетке лампы ЛЗа появляется некомпенсированное постоянное напряжение, пропорциональное изменению амплитуды пилот-сигнала. Лампа ЛЗа при этом работает как усилитель постоянного тока. С катодной нагрузки лампы ЛЗа, состоящей из лампы ЛЗб и потенциометров УСИЛ. I (R23) и УСИЛ. II (R24) постоянное напряжение подается в качестве напряжения автоматической регулировки усиления на управляющие сетки ламп вторых каскадов полосовых усилителей субблоков П7Г1 и П7Г2.

Включение и выключение режимов работы блока с АРУ и без АРУ производится переключателем АРУ ВКЛ.— ВЫКЛ. (В1), позволяющим включать или выключать напряжение питания схемы генератора пилот-сигнала (лампа Л2 субблока П7Б) и тем самым включать или выключать систему подавления витковой модуляции и стабилизации коэффициента передачи блока П7.

**Канал разверток и питания потенциалоскопов.** Функциональная схема канала разверток и питания потенциалоскопов приведена на рис 222

В состав канала входят субблоки П7А, П7Л, П7М, П7Ж.

С блока Ц1 поступают импульсы запуска и срыва соответственно на инвенторы импульсов запуска и срыва, а затем на формирующий каскад импульсов дистанции субблока П7Л. Длительность формируемых импульсов дистанции определяется временем запаздывания импульсов срыва относительно импульсов запуска и соответствует длительности рабочего хода развертки потенциалоскопов.

Импульсы дистанции через согласующий каскад поступают на генераторы косинусоидального тока (субблок П7М) и в канал АРУ на субблок П7Б в качестве запускающих импульсов. Кроме того, в субблоке П7Л импульсы дистанции подаются на усилитель импульсов подсвета. С усилителя импульсов подсвета положительные импульсы подаются на высокочастотный отсек (субблок П7А) для открывания луча потенциалоскопов на время прямого хода развертки

В субблоке П7Л располагается также схема стабилизации размеров спиральных разверток, формируемых в субблоке П7М.

Для создания на мишенях потенциалоскопов спиральных разверток служат схема формирования разверток потенциалоскопов (субблок П7М) и отклоняющие системы, расположенные в субблоке П7А.

Каждая отклоняющая система состоит из матнитопровода и двух катушек (синусной и косинусной), расположенных под углом  $90^\circ$  одна к другой и предназначенных для отклонения луча потенциала лоскопа в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

Каждая катушка состоит из двух секций. Секции включены таким образом, что магнитные поля, создаваемые двумя секциями одной катушки, складываются. Устройство отклоняющей системы изображено на рис. 223, а.

Для получения развертки в виде расходящейся спирали в отклоняющих катушках создаются токи, изменяющиеся по закону

$$i_{\text{кос}} = I_0 e^{\alpha t} \cdot \cos \omega_p t$$

(в косинусной катушке) и

$$i_{\text{син}} = I_0 e^{\alpha t} \cdot \sin \omega_p t$$

(в синусной катушке).

Графики токов  $i_{\text{кос}}$  и  $i_{\text{син}}$  изображены на рис. 223, б. Токи  $i_{\text{кос}}$  и  $i_{\text{син}}$  создаются схемой формирования разверток потенциалоскопов (субблок П7М).

Импульсы дистанции с субблока П7Л подаются на генераторы коинусоидального тока I и II (субблок П7М). Генерируемые косинусоидальные колебания вследствие наличия каскада положительной обратной связи имеют нарастающую амплитуду. Эти колебания через фазосдвигающие цепи подаются на усилители синусоидального тока I и II.

Отклоняющие катушки, включенные на выходе генератора коинусоидального тока и усилителя синусоидального тока, образуют магнитное поле, которое отклоняет луч потенциалоекопа, создавая спиральную развертку. Каскад центровки развертки позволяет регулировать положение развертки относительно центра мишени

Диаметр первого внутреннего витка спиральной развертки регулируется потенциометрами АМПЛ. I (R5) и АМПЛ. II (R14), расположенными на шасси блока.

Расстояние между витками спиральной развертки регулируется с помощью потенциометров ШАГ I и ШАГ II, расположенных в субблоке П7М.

Регулировка центровки развертки по косинусу и по синусу производится потенциометрами ЦЕНТРОВКА КОС. I (R6), ЦЕНТРОВКА КОС. II (R13) и ЦЕНТРОВКА СИН. I (R8), ЦЕНТРОВКА СИН. II (R11) на шасси блока.

Правильность геометрической формы развертки регулируется потенциометрами АМПЛ. СИН. I, АМПЛ. СИН. II и КОРР. ФАЗЫ I, КОРР. ФАЗЫ II, расположенными в субблоке П7М.

Напряжение несущей частоты  $12 \text{ МГц}$ , необходимое для модуляции тока луча потенциалоекопа, вырабатывается в схеме формирования несущей частоты (субблок П7Ж) задающим генератором, затем поступает на усилитель несущей частоты и далее на управляющие электроды потенциалоскопов, а также на усилитель опорного напряжения. Опорное напряжение I и II поступает соответственно на субблоки П7Г I и П7Г II каналов первого и второго вычитания.

В субблоке П7Ж осуществляется регулировка амплитуды несущей частоты посредством потенциометра НЕСУЩ, и регулировка величины опорных напряжений потенциометрами ОПОРН. 1 и ОПОРН. 2.

Для защиты от высокочастотных наводок все питающие напряжения 'подаются на электроды потенциалоскопов через фильтры.

Высоковольтный отсек предназначен для получения необходимых питающих напряжений на электродах потенциалоскопов.

Регулировка тока луча потенциалоскопов осуществляется потенциометрами ТОК ЛУЧА I (R17) и ТОК ЛУЧА II (R18) на передней панели блока.

Фокусировка разверток потенциалоскопов производится потенциометрами ФОКУС I (R16) и ФОКУС II (R21) на передней панели блока.

Принципиальная схема канала разверток и питания потенция-поскота выделена на принципиальной схеме блока.

С бдока Ц1 через контакты 7а, 7в колодки П2 подаются положительные импульсы запуска и срыва соответственно на инвенторы чмпульсов запуска (Л2а) и срыва (Л4а) субблока П7Л. Далее эти импульсы поступают на формирующий каскад импульсов дистанции, собранный по схеме триггера на лампе Л3. Анодными нагрузками триггера являются сопротивления R6 и R18. С анода лампы триггера Л3а импульсы дистанции отрицательной полярности подаются на сетку лампы согласующего каскада, выполненного по схеме катодного повторителя на лампе Л2б. С нагрузки катодного повторителя (R7, R8) через контакт 4а, а также с части его нагрузки (R8) через контакт 5а импульсы дистанции поступают на субблок П7М для запуска генераторов коинусоидального тока.

Диоды Д1 и Д2 и сопротивления R11, R12 в субблоке П7Д служат для фиксации по максимуму на уровне +125 в напряжения выходных импульсов дистанции. Эта фиксация необходима из-за гальванической связи, используемой при подаче импульсов дистанции с субблока П7Л на субблок П7М. Введение жесткой фиксации импульсов дистанции обеспечивает стабильность внутреннего диаметра спиральных разверток.

Для повышения качества фиксации потенциала импульсов дистанции, снимаемых с катодной цепи лампы Л2б, а также для получения необходимой величины перепада выходных импульсов производится фиксация к уровню +125 в напряжения, действующего на сетке этой лампы. Эта фиксация осуществляется с помощью каскада привязки, выполненного на лампе Л4б, включенной диодом.

С части катодной нагрузки лампы Л2б (сопротивления R8) импульсы дистанции отрицательной полярности подаются также на субблок П7Б канала АРУ. С анодной нагрузки триггера (R18) снимаются импульсы дистанции положительной полярности на субблок П7Б. Максимальный потенциал импульсов дистанции, снимаемых с сопротивления R8, фиксируется на нулевом уровне. В качестве фиксирующего диода служат параллельно соединенные участки сетка — катод лампы Л1. Лампа Л1 одновременно является усилителем импульсов подсвета. Импульсы подсвета положительной полярности снимаются с отдельных анодных нагрузок этой лампы и используются для открывания луча потенциалоскопов на время прямого хода развертки.

Субблок П7М состоит из двух одинаковых генераторов развертки для двух потенциалоскопов. Каждый генератор включает в себя генератор косинусоидального тока, каскад обратной связи, усилитель синусоидального тока и каскад центровки развертки.

**Примечание:** Обозначения, относящиеся ко второму генератору, в дальнейшем будут заключаться в скобки

Косинусоидальные токи образуются в контуре ударного возбуждения, включенном в катод лампы Л1а (Л6б) и в анод лампы Л16 (Лба). Индуктивностью контура ударного возбуждения являются косинусные отклоняющие катушки, а емкостью — конденсаторы С1, С2, С3 (С8, СП, С12).

Отрицательные импульсы дистанции, поступая на сетки лампы Л1а (Л6б), Л16 (Лба), закрывают эти лампы, обеспечивая возбуждение ударных колебаний в контуре.

Диаметр первого витка спиральной развертки регулируется путем изменения начального тока через отклоняющие катушки сопротивлением R5 (R14), включенным в катод лампы Л16 (Лба).

Потенциометры R5 и R14 с гравировками АМПЛ. I и АМПЛ. II расположены на шасси блока.

Для получения расходящейся спиральной развертки необходимо в контуре ударного возбуждения получить нарастающие колебания; для этого служит каскад обратной связи,

собранный на лампе Л2а (Лба). Колебания, возникающие в контуре ударного возбуждения, снимаются с емкостного делителя (конденсаторы С2, С3) и подаются на сетку лампы обратной связи. Усиленные колебания поступают снова в контур, чем обеспечивается положительная обратная связь.

Расстояние между витками спиральной развертки регулируется изменением величины обратной связи с помощью сопротивления ШАГ I (R3) [ШАГ II (R35)].

Во время обратного хода развертки лампы Л1а (Л6б), Л1б (Лба) открываются и своим внутренним сопротивлением шунтируют ударный контур, благодаря чему к началу следующего периода повторения колебания в нем полностью прекращаются. Каскад центровки, собранный на лампе Л2б (Лба), используется для центровки развертки по косинусу путем изменения постоянной составляющей тока, протекающего через отклоняющую катушку. Регулировка центровки по этой координате производится сопротивлением ЦЕНТРОВКА КОС. I (R6) [ЦЕНТРОВКА КОС. II (R13)], расположенным на шасси блока.

Синусоидальные токи формируются в усилителях синусоидального тока, собранных на лампе Л3 (Л4), анодными нагрузками которых служат отклоняющие катушки синуса. На вход этого усилителя поступают колебания с контура ударного возбуждения через дифференцирующие цепочки С4, R11, R13 и С5, R12, R18 (С7, R26, R27 и С6, R21, R28).

Правильность геометрической формы развертки регулируется потенциометрами АМПЛ. СИН. I (R13) [АМПЛ. СИН. II (R26)], КОРР. ФАЗЫ I (R18) [КОРР. ФАЗЫ II (R21)], расположенными в субблоке.

Изменением сопротивления R13 (R26) регулируется амплитуда напряжения на сетке лампы Л3а (Л4б) усилителя синусоидального тока. Изменением сопротивления R18 (R21) регулируется постоянная времени фазосдвигающих цепочек и устанавливается фазовый сдвиг, равный  $90^\circ$ , между токами в отклоняющих катушках синуса и косинуса.

Центровка развертки по синусу осуществляется изменением величины постоянной составляющей токов, протекающих в отклоняющих катушках синуса. Регулировка центровки производится потенциометром ЦЕНТРОВКА СИН. I (R8) [ЦЕНТРОВКА СИН. II (R11)], с помощью которого изменяется величина отрицательного смещения на сетках ламп Л3а и Л3б (Л4а и Л4б). Потенциометр R8 (R11) (расположен на шасси блока).

Для поддержания постоянства амплитуды развертки служит схема стабилизации развертки, размещенная в субблоке П7Л. Принцип стабилизации основан на изменении внутреннего сопротивления ламп, подключенных параллельно контурам ударного возбуждения. Изменение внутреннего сопротивления изменяет затухание контуров и, следовательно, амплитуду колебаний, с помощью которых образуется спиральная развертка.

Амплитуда колебаний одного из контуров ударного возбуждения преобразуется с помощью ограничителя Д3 и пикового детектора Д4, Д5, R28, С6, R31, С8 в постоянное напряжение, изменяющее ток лампы Лба, и напряжение на сопротивлении R32, служащее напряжением смещения для лампы Лба. Изменение смещения лампы Лба меняет внутреннее сопротивление этой лампы, включенной параллельно контуру ударного возбуждения генератора развертки. Стабилизация напряжения развертки второго генератора осуществляется аналогичной схемой на лампах Л5б и Л6б.

Напряжение несущей частоты 12 МГц генерируется в субблоке П7Ж задающим генератором, собранным на лампе Л1 по двух-контурной схеме с обратной связью через емкость анод — сетка на плате П7Ж5. Сеточный контур состоит из индуктивности L2 и емкости С3 и С4. Анодный контур состоит из индуктивности L1 и выходной емкости лампы.

С анода лампы генератора напряжение поступает на усилитель несущей частоты, собранный по схеме резонансного усилителя на лампе Л1 (плата П7Ж3). Регулировка амплитуды несущей частоты производится потенциометром НЕСУЩ (R3) в цепи экранирующей сетки этой лампы.

С части анодного контура усилителя напряжение несущей частоты через

высокочастотный разъем Ф3 поступает на модуляторы потенциалоскопов

С этой же точки контура напряжение поступает на контрольный детектор, собранный по параллельной схеме на плате П7Ж4 и состоящий из лампового диода Л1а типа 6Х7Б и контрольного сопротивления R1.

С помощью контрольного прибора, подключаемого к гнезду ПРИБОР на передней панели блока, контролируется амплитуда напряжения несущей частоты, подводимая к модуляторам потенциалоскопов.

С этой же точки анодного контура усилителя несущей частоты напряжение через емкостный делитель С1, С2 поступает на усилитель опорного напряжения, выполненный на лампе Л1 (плата П7Ж2)

Для осуществления фазового детектирования сигнала в субблоках П7Г1 и П7Г2 необходимо совпадение фаз сигнала и опорного напряжения. Фаза опорного напряжения определяется фазосдвигающими цепочками L1, С1 и L2, С4 (плата П7Ж1). Установка фазы производится при настройке субблока посредством изменения положения сердечников катушек L1 и L2 (на плате П7Ж1).

Регулировка величины опорных напряжений осуществляется потенциометрами ОПОРН. 1 и ОПОРН. 2 (R1 и R2). Опорные напряжения ОПОРН 1 и ОПОРН. 2 через высокочастотные разъемы Ф1 и Ф2 поступают на субблоки П7П и П7Г2 каналов первого и второго вычитания

Питающие напряжения на потенциалоскопы подаются через фильтры. Напряжения на катод, первый анод и модулятор потенциалоскопов, а также напряжение накала подаются через однозвенные П-образные LC-фильтры, одной из емкостей которых служит специальный конденсатор, расположенный в ламповой панели потенциалоскопа. Питающие напряжения на коллектор и экранирующую сетку потенциалоскопа подаются через фильтры, размещенные на корпусе установки потенциалоскопов (соответственно У10-3, У10-2 для потенциалоскопа I и У10-8, У10-9 для потенциалоскопа II).

Напряжение несущей частоты подается через высоковольтные конденсаторы С3, расположенные в фильтрах питающих напряжений (У10-5 и У10-6).

Контроль тока луча потенциалоскопов производится по контрольному прибору. Для проведения данного измерения необходимо соединить контрольный прибор с гнездом ТОК ЛУЧА I или ТОК ЛУЧА II Прибор покажет величину тока вторичных электронов, попадающих на коллектор.

Регулировка тока луча потенциалоскопа осуществляется изменением постоянного напряжения на модуляторе потенциалоскопа потенциометром ТОК ЛУЧА I (R17), ТОК ЛУЧА II (R18) на передней панели блока.

Фокусировка развертки потенциалоскопа производится изменением напряжения на первом аноде потенциалоскопа потенциометром ФОКУС I (R16), ФОКУС II (R21) на передней панели блока.

Импульсы подсвета для открывания луча на время прямого хода подаются с усилителя импульсов подсвета (субблок П7Л) через высоковольтные конденсаторы С4 и С5, расположенные на задней стенке блока, на высоковольтный отсек и далее через фильтры питающих напряжений на модуляторы потенциалоскопов. Уровень их фиксируется по максимуму с помощью полупроводниковых диодов Д1-Д6

**Контроль блока.** Оперативный контроль блока производится посредством встроенных в станцию имитатора сигналов К3, контрольного осциллографа К2 и контрольного стрелочного прибора М265. Осциллограф подключается к гнезду ОСЦИЛЛОГРАФ, а стрелочный прибор — к гнезду ПРИБОР, расположенным на передней панели.

Коммутация контролируемых цепей производится переключателем КОНТРОЛЬ, находящимся на передней панели блока. Позиции, обозначенные красной краской, контролируются по стрелочному прибору.

При контроле блока по осциллографу необходимо перевести на пульте У4-1 переключатель РЕЖИМ П7, П8, в положение П7 ИМИТ.

Контроль блока осуществляется при подаче от имитатора КЗ однополярных и знакопеременных сигналов ( ). В положении В12Ж4 —1К переключателя КОНТРОЛЬ производится установка входных сигналов блока. В положениях ВП2Ж4 — 1К и Д2Ж4— 1К переключателя производится регулировка коэффициентов усиления полосовых усилителей соответственно субблоков П7Г1 и П7Г2. В положениях И2Ж4— 1К и Д2Ж4 1К контролируются выходные сигналы блока соответственно ВЫХОД А и ВЫХОД Б.

В положении Д2Ж4— 1К проверяются динамический диапазон и коэффициент подавления блока при подаче от имитатора КЗ однополярных и знакопеременных сигналов( ). Динамический диапазон определяется как отношение амплитуд выходного сигнала блока и паразитного сигнала. Коэффициент подавления определяется как отношение величины остаточного сигнала от однополярных импульсов и амплитуды выходного сигнала блока от знакопеременных импульсов имитатора.

При подаче от имитатора КЗ трехимпульсной пачки ( ) имеется возможность измерять коэффициент перезаряда потенциалоскопов I и II.

Кроме того, на субблоках имеются контрольные гнезда, по которым можно производить осциллографический контроль при настройке и проверке блока или субблока.

**Питание блока.** Анодные цепи блока питаются от стабилизированных выпрямителей напряжениями +125, +250, —125, —250 в.

Электроды электронных прожекторов потенциалоскопов питаются от делителей напряжения —1800 в, получаемого от стабилизированного выпрямителя.

Цепи накалов ламп блока питаются от двух однотипных трансформаторов, расположенных на боковых шасси блока, напряжением 6,3 в. Питание цепей накала потенциалоскопов осуществляется от двух трансформаторов с усиленной электрической изоляцией, расположенных в блоке.

Для выключения блока переключатель РЕЖИМ П7, П8 на пульте У4-1 устанавливается в положение ВЫКЛ. При этом с блока снимаются питающие напряжения +125 в, —125 в, —1,8 кв, 220 в 400 гц. Напряжение +250 в отключается через контакты реле Р1, расположенного в блоке.

**Конструкция блока.** Блок (рис. 224 и 225) смонтирован в типовом каркасе с откидными боковыми шасси. На боковых шасси расположены все субблоки (кроме субблока П7А), низковольтные накальные трансформаторы, разъемы П1, П2, Ф2. В средней части блока между шасси расположена установка потенциалоскопов П7А. Установка потенциалоскопов состоит из магнитных экранов из магнитномягкой стали. Внутри экранов помещены отклоняющие катушки потенциалоскопов. Положение потенциалоскопа в магнитном экране фиксируется центрирующим кольцом и специальным прижимом. Выводы электродов потенциалоскопа вставляются в специальную ламповую панель, которая конструктивно объединена с фильтрами питающих напряжений потенциалоскопов.

В нижней части установки потенциалоскопов размещены экранированные входные фильтры, входные контуры и высоковольтный отсек.

На задней стенке блока размещены высоковольтные накальные трансформаторы и конденсаторы С4 и С5, через которые подаются импульсы подсвета.

На передней панели блока расположены переключатель КОНТРОЛЬ (В2), тумблер АРУ ВКЛ. — ВЫКЛ. (В1), штекерные гнезда ТОК ЛУЧА I (Ш1), ТОК ЛУЧА II (Ш3), разъем ОСЦИЛЛОГРАФ (Ф1), потенциометры УСИЛ. I (R23), УСИЛ. II (R24), ПОРОГ СРАБ. (R2), МОДУЛЯЦИЯ ВИТКОВАЯ (R1), МОДУЛЯЦИЯ ПО ДАЛЬН. (R9), ТОК ЛУЧА I (R17), ТОК ЛУЧА II (R18), ФОКУС I (R16), ФОКУС II (R21), предохранитель 2А.

#### 4. БЛОК ПОДАВЛЕНИЯ НЕСИНХРОННЫХ ПОМЕХ (П8)

**Назначение.** Блок Щ предназначен для подавления несинхронных импульсных помех при работе станции в амплитудном режиме и коммутации сигналов амплитудного и когерентного режимов по дальности и азимуту.

**Состав.** Блок П8 состоит из четырех субблоков рабочего комплекта: П8Е, П8Ж, П8И, П8К.

### **Принцип работы**

Защита от несинхронных помех обеспечивается при превышении несинхронной помехой постоянной составляющей шумов в видеотракте на входе блока в 3—5 раз.

Упрощенная блок-схема устройства подавления несинхронных помех (ПНП) представлена на рис. 226.

Поступающие с амплитудного выхода блока П5 на вход ПНП эхо-сигналы (рис. 226, а) подвергаются стандартизации по амплитуде входным стандартизатором.

Порог срабатывания входного стандартизатора амплитуд выбирается в 3—5 раз больше постоянной составляющей шумов. Благодаря этому стандартизатор не срабатывает от шумовых выбросов. На выходе входного стандартизатора сигналы (рис. 226,б) имеют постоянную амплитуду независимо от амплитуды входных сигналов. Это обеспечивает реакцию вычитающего потенциалоскопа только на временное положение импульсного сигнала.

После стандартизации сигналы поступают на вычитающий потенциалоскоп. На выходе потенциалоскопа последовательность сигналов будет иметь вид, показанный на рис. 226, в.

Сигналы на выходе потенциалоскопа с помощью выходного стандартизатора подвергаются амплитудной селекции, которая необходима для отделения выходных сигналов от шумовых выбросов и различных паразитных сигналов, создаваемых потенциалоскопом. Выходной стандартизатор амплитуд срабатывает только от импульсов положительной полярности, поэтому на его выходе появится импульс (рис. 226, г), совпадающий по времени с первым сигналом входной последовательности. Этот импульс подается на коммутирующий каскад в качестве запрещающего.

Сформированный запрещающий импульс в результате задержки в потенциалоскопе оказывается несколько сдвинутым относительно входных эхо-сигналов.

Для совмещения во времени с запрещающими импульсами эхо-сигналы подаются на коммутирующий каскад через линию задержки, которая задерживает сигналы на время, равное задержке за преципирующих импульсов потенциалоскопом

В коммутирующем каскаде подавляются несинхронная помеха и один импульс из пачки эхо-сигналов, совпадающих во времени с запрещающими импульсами. На рис. 226, д показан вид эхо-сигналов с шумами на выходе коммутирующего каскада

Функциональная схема блока П8 приведена на рис. 227. Блок П8 состоит из следующих функциональных узлов

- генератора импульсов строба дистанции (субблок П8Е),
- коммутатора входных сигналов (субблок П8Ж),
- канала подавления несинхронных помех (субблок П8И и удлинитель импульсов),
- коммутатора выходных сигналов (субблоки П8К и П8ИП)

#### **Примечание П8И и П8ИП конструктивно собраны в одном субблоке П8И**

Запускающие импульсы с блока Ц1 поступают через контакт П2-1в на вход генератора импульсов строба дистанции (субблок П8Е). В субблоке вырабатываются строб амплитудного режима и строб когерентного режима для коммутации эхо-сигналов по дальности

Запуск генератора импульсов строба дистанции может происходить лишь при подаче через контакт бв колодки П2 управляющего напряжения азимутального строба от блока К3. Таким образом генерация стробов амплитудного и когерентного режимов осуществляется в течение времени существования напряжения азимутапного строба

Длительность импульсов строба дистанции регулируется изменением постоянного напряжения, подаваемого через контакт 8в колодки П2 на генератор импульсов строба дистанции. Это напряжение снимается с движка потенциометра ДИСТАНЦИЯ, расположенного на пульте У4-1

С выхода генератора импульсов строба дистанции стробы амплитудного и когерентного режимов поступают на коммутирующие каскады коммутатора входных сигналов и коммутатора выходных сигналов. Строб амплитудного режима является запрещающим строб когерентного режима — разрешающим. В коммутаторе входных сигналов происходит коммутация по азимуту и дальности эхо-сигналов, поступающих по амплитудному и когерентному входам от блока П5. Эхо-сигналы амплитудного режима в коммутаторе входных сигналов стандартизируются по амплитуде.

На выходе коммутатора входных сигналов на дистанции когерентного режима присутствуют сигналы с когерентного выхода блока П5, а на дистанции амплитудного режима — стандартизованные сигналы. С выхода коммутатора входных сигналов эхо-сигналы поступают на вход первого канала вычитания блока П7.

Импульсы, снимаемые с выхода первого канала вычитания блока П7, поступают в канал подавления несинхронных помех через контакт П2-8а и в амплитудном режиме работы станции являются запрещающими, осуществляя подавление несинхронных помех.

С коммутатора входных сигналов на вход канала подавления несинхронных помех через контакты 7, 5 реле Р1 и линию задержки ЛЗ-1 подаются эхо-сигналы амплитудного режима и сигналы не синхронных помех. Подавление несинхронных помех может быть выключено путем подачи на удлинитель импульсов канала подавления несинхронных помех постоянного положительного напряжения с переключателя РЕЖИМ П7, П8 (положение ПНП ВЫКЛ), расположенного на пульте У4-1. Это напряжение запирает канал, по которому подаются импульсы запрета.

Для уверенного подавления несинхронных помех импульсы запрета должны несколько перекрывать по длительности бланкируемые сигналы. С этой целью запрещающие импульсы удлиняются с помощью удлинителя импульсов.

С выхода канала подавления несинхронных помех эхо-сигналы поступают на коммутатор выходных сигналов (субблок П8К). На другой вход коммутатора выходных сигналов через контакт 3а колодки П2 подаются сигналы когерентного режима, прошедшие двукратное череспериодное вычитание в блоке П7.

В коммутаторе выходных сигналов эхо-сигналы амплитудного и когерентного режимов коммутируются по дальности в соответствии с выбранной длительностью импульсов строба дистанции. С выхода 1 коммутатора выходных сигналов эхо-сигналы амплитудного и когерентного режимов подаются через контакты 7, 8 реле Р2, контакты 3, 4 реле Р3 на контакт 5в колодки П2 и далее на индикаторы кругового обзора (блоки П2), блок Ц5 индикатора командира и блок сопряжения (Ц8).

С выхода 2 коммутатора выходных сигналов эхо-сигналы амплитудного и когерентного режимов подаются через контакт 3в колодки П2 на СОАП (блок П10). С выхода 3 коммутатора выходных сигналов эхо-сигналы амплитудного режима через контакты 7, 8 реле Р3 подаются на контакт 7а колодки П2 и далее на блок Ц5 индикатора командира.

С помощью реле Р2 и Р3 отключаются выходные сигналы блока от индикатора при работе станции с тренажером или при включении резервного видеотракта и выключении блоков П7 и П8.

Для проверки нормальной работы и настройки блок П8 можно переключить в режим работы от имитатора (блок К3). Для этого с помощью реле Р1 амплитудный и когерентный входы коммутатора входных сигналов подключаются к имитатору К3. На работу от имитатора блок П8 переключается при установке переключателя РЕЖИМ П7, П8 на пульте У4-1 в положение П8 ИМИТ.

Подробно принцип работы блока рассматривается по функциональным узлам. Принципиальная схема блока помещена на рис. 505 (см. Альбом схем).

**Генератор импульсов строба дистанции (субблок П8Е).** Генератор предназначен для выработки стробов амплитудного и когерентного режимов.

Функциональная схема генератора импульсов строба дистанции выделена на общей

функциональной схеме блока П8 (рис. 227).

На вход инвертора поступают импульсы запуска от блока Ц1 (контакт П2-1в) и напряжение азимутального строба от блока КЗ (контакт П2-6в). Импульсы запуска через инвертор подаются на формирующий каскад. Сформированные импульсы стробов дистанции через фазоинвертор поступают на выход и далее на коммутаторы входных и выходных сигналов. Импульсы строба дистанции регулируются по длительности с помощью управляющего напряжения, которое подается с пульта У4-1. Максимальная длительность импульсов строба дистанции ограничивается импульсом СРЫВ I, который поступает с блока Ц1.

Принципиальная схема генератора импульсов строба дистанции выделена на принципиальной схеме блока.

Импульсы запуска с контакта 1в колодки П2 поступают на входную цепь инвертора запускающих импульсов (лампа Л1а). С контакта 6в колодки П2 на катод диода Д1 (Д104) подается напряжение азимутального строба. При одновременной подаче импульса запуска и положительного напряжения азимутального строба срабатывает формирующий каскад, собранный по схеме фантастрона в ждущем режиме с катодным повторителем на лампах Л1 (6Н16Б) и Л2 (6Ж2Б).

При отсутствии азимутального строба диод Д1 замыкает импульсы запуска через конденсатор С3 на корпус и фантастронная схема не срабатывает. Фантастрон генерирует импульсы, длительность которых регулируется изменением регулирующего напряжения, поступающего на катод диода Д2 (Д104) через сопротивление R8 с потенциометра ДИСТАНЦИЯ на пульте У4-1.

Для того чтобы максимальная длительность импульсов, генерируемых фантастроном, не превышала максимальную дистанцию, на катод лампы Л2 через сопротивление R13 подается импульс СРЫВ I от блока Ц1.

Выходные импульсы фантастрона подаются на восстановитель постоянной составляющей (емкость С7, диод Д3 и сопротивление R22), который осуществляет привязку отрицательного полупериода к нулевому потенциалу для сохранения постоянной амплитуды импульсов при изменении их длительности.

Импульсы с выхода восстановителя постоянной составляющей поступают на каскад фазоинвертора, собранный на лампе Л3. С анодной R26 и катодной R24 нагрузок фазоинвертора импульсы стробов подаются на коммутаторы входных и выходных сигналов. С части катодной нагрузки (сопротивление R25) сигналы подаются на переключатель КОНТРОЛЬ.

**Коммутатор входных сигналов (субблок П8Ж).** Коммутатор предназначен для коммутации эхо-сигналов амплитудного и когерентного режимов, поступающих на вход блока П8, в соответствии с выбранной длительностью импульсов строба дистанции.

Функциональная схема коммутатора входных сигналов выделена на функциональной схеме блока П8 (рис. 227).

Эхо-сигналы с амплитудного выхода блока П5 поступают на усилитель, с выхода усилителя через согласующий каскад 1 и контакты 8, 7 реле Р1 на вход стандартизатора амплитуд. Стандартизованные сигналы поступают на согласующий каскад 2, а с него на коммутирующий каскад 1.

Эхо-сигналы с когерентного выхода блока П5 через контакт 7в колодки П1 подаются через контакты 3, 4 реле Р1 на согласующий каскад 3, а с него на коммутирующий каскад 2. Коммутирующие каскады 1 и 2 управляются импульсами строба дистанции. С коммутирующих каскадов эхо-сигналы когерентного режима и стандартизованные сигналы амплитудного режима подаются на смеситель. С выхода смесителя сигналы поступают в блок П7 на вход канала первого вычитания.

Принципиальная схема коммутатора входных сигналов выделена на принципиальной схеме блока.

Эхо-сигналы отрицательной полярности поступают через контакт 6а колодки П2 с

амплитудного выхода блока П5 на восстановитель постоянной составляющей шумов. Восстановитель, собранный на диоде Д5 (Д104) и сопротивлении R1, защищает входную цепь лампы Л1а от перегрузок, образующихся при резком увеличении постоянной составляющей шумов на выходе блока П5.

С восстановителя постоянной составляющей эхо-сигналы поступают на вход усилителя, собранного на лампе Л1а (6Н16Б). С анодной нагрузки усилителя R2 эхо-сигналы через восстановитель постоянной составляющей, собранный на диоде Дб (Д104) и сопротивлении R4, поступают на согласующий каскад 1, собранный на лампе Л1б по схеме катодного повторителя, нагрузкой которого является линия задержки ЛЗ-1. ЛЗ-1 необходима для совмещения во времени эхо-сигналов с запрещающими импульсами, поступающими от блока П7.

С выхода катодного повторителя эхо-сигналы поступают «а стан-дартизатор амплитуд, собранный на лампе Л2 (6Н16Б) по схеме триггера с катодной связью. Уровень срабатывания стандартизатора амплитуд регулируется потенциометром ПОРОГ СРАБ. (R3), выведенным под шлиц на переднюю панель блока. С части анодной нагрузки стандартизатора R8 через согласующий каскад 2, собранный по схеме катодного повторителя на лампе Л3а (6Н16Б), сигналы подаются на коммутирующий каскад 1, собранный на лампе Л3б и диоде Д1 (Д2Е).

С когерентного выхода блока П5 через контакт 7в колодки П1 и далее через контакты 3, 4 реле Р1 эхо-сигналы положительной полярности поступают на анодно-катодный повторитель, собранный на лампе Лб (6Н16Б). С выхода анодно-катодного повторителя сигналы подаются на коммутирующий каскад 2, собранный на лампе Л5б и диоде Д3 (Д2Е). С катодной нагрузки фазоинвертора генератора импульсов строба дистанции на управляющую сетку лампы Л3б коммутирующего каскада 1 поступают импульсы положительной полярности, с анодной нагрузки фазоинвертора на управляющую сетку лампы Л5б коммутирующего каскада 2 поступают импульсы отрицательной полярности.

Для восстановления постоянной составляющей импульсов строба дистанции, поступающих на управление сетки ламп Л3б и Л5б коммутирующих каскадов 1 и 2, на диодах Д2 и Д4 (Д104) и сопротивлениях соответственно R22 и R34 собраны восстановители постоянной составляющей.

Коммутирующие каскады 1 и 2 обеспечивают прохождение сигналов в одном режиме работы и подавление их в другом в зависимости от наличия или отсутствия строба на сетке соответствующей лампы.

Сигналы подавляются коммутирующим каскадом при протекании тока лампы через диод Д1 (или Д3), имеющий в проводящем состоянии малое сопротивление. В этом случае все напряжение сигнала падает на сопротивлении R18 (или R33), включенном последовательно с диодом. С коммутирующих каскадов эхо-сигналы поступают на смеситель сигналов амплитудного и когерентного режимов, собранный на лампе Л4 (6Н16Б) с общей катодной нагрузкой, которой является лампа Л5а. С выхода смесителя сигналы через контакт 2в колодки П2 подаются на вход канала первого вычитания блока П7. С сопротивления R27 сигналы подаются на переключатель КОНТРОЛЬ.

Канал подавления несинхронных помех (субблок П8И1 и удлинитель импульсов) предназначен для подавления несинхронных помех и ограничения сигналов по амплитуде. Функциональная схема канала подавления несинхронных помех выделена «а функциональной схеме блока. С линии задержки ЛЗ-1 эхо-сигналы амплитудного режима подаются на усилитель и далее через ограничитель на коммутирующий каскад. Запрещающие импульсы с выхода канала первого вычитания блока П7 поступают на удлинитель импульсов. С удлинителя запрещающие импульсы поступают на коммутирующий каскад и бланкируют сигналы несинхронных помех и один импульс из пачки эхо-сигналов, совпадающий во времени с запрещающими импульсами.

Эхо-сигналы, прошедшие коммутирующий каскад, через согласующий каскад поступают на коммутатор выходных сигналов и далее на индикаторы станции.

Принципиальная схема канала подавления несинхронных помех выделена на принципиальной схеме блока П8.

Эхо-сигналы амплитудного режима 1 с части линии задержки ЛЗ-1 подаются в канал подавления несинхронных помех на усилитель, собранный на лампе Л1а (6Н16Б) и далее на ограничитель, собранный на лампе Л1б.

С помощью потенциометра УСИЛ. (R2), выведенного под шлиц на стенку субблока П8И, путем изменения величины отрицательной обратной связи лампы Л1а регулируется усиление тракта амплитудного режима. Регулировка усиления необходима для установки на выходе блока П8 определенного уровня напряжения шумов, подаваемых на индикаторы станции.

На лампе Л1б (6Н16Б) осуществляется ограничение эхо-сигналов путем отсечки анодного тока этой лампы. Для сохранения постоянного уровня ограничения при изменении эффективного значения сигналов амплитудного режима в цепь управляющей сетки лампы Л1б включен восстановитель постоянной составляющей на диоде Д1 (Д104) и сопротивлении R6, фиксирующий положительный уровень эхо-сигналов.

Уровень ограничения регулируется потенциометром УРОВ. ОГР. (R7), выведенным под шлиц на стенку субблока. С выхода ограничителя эхо-сигналы поступают на коммутирующий каскад, собранный на лампе Л2б (6Н16Б) и диоде Д2 (Д104).

На сетку лампы коммутирующего каскада (Л2б) поступают запрещающие импульсы с удлинителя импульсов, собранного на линии задержки ЛЗ-2, диодах Д1 и Д2 (Д2Е) и сопротивлениях R13 и R14, расположенных на боковом шасси блока. На вход удлинителя импульсов (на контакт *H* линии задержки ЛЗ-2) подаются стандартизованные по амплитуде запрещающие импульсы, снимаемые с выхода канала первого вычитания блока П7 (выход А). С выхода удлинителя снимаются импульсы, длительность которых больше длительности выходных импульсов на величину, равную времени задержки сигналов в линии задержки ЛЗ-2.

В нормальном состоянии лампа коммутирующего каскада (Л2б) закрыта отрицательным напряжением, снимаемым с делителя (R13, R14, R15).

При подаче положительного запрещающего импульса на управляющую сетку лампы Л2б лампа открывается, в результате через диод Д2 (Д104) протекает ток открытой лампы. В этом режиме диод имеет относительно малое сопротивление и напряжение эхо-сигнала или сигнала несинхронной помехи падает на внутреннем сопротивлении лампы Л1б, включенной последовательно с диодом.

Выключение подавления несинхронных сигналов производится подачей положительного напряжения через сопротивление R15 на катоды диодов Д1 и Д2 удлинителя импульсов. При этом диоды запираются, и запрещающие импульсы не проходят на сетку лампы коммутирующего каскада. При запертой лампе Л2б коммутирующего каскада эхо-сигналы с анодной нагрузки Л1б (R4) поступают на согласующий каскад, собранный по схеме катодного повторителя на лампе Л3а (6Н16Б). С выхода катодного повторителя эхо-сигналы поступают на коммутирующий каскад 1 коммутатора выходных сигналов.

С части нагрузки катодного повторителя (R18) эхо-сигналы подаются на переключатель КОНТРОЛЬ (В1-П-6).

14 Зак. 1612с 209

**Коммутатор выходных сигналов (П8К и П8ИИ).** Коммутатор предназначен для коммутации эхо-сигналов амплитудного режима и эхо-сигналов когерентного режима, прошедших тракт двукратного череспериодного вычитания.

Функциональная схема коммутатора выходных сигналов выделена на функциональной схеме блока П8 (рис. 227).

Эхо-сигналы с выхода канала подавления несинхронных помех поступают на коммутирующий каскад 1, который управляется стробом дистанции амплитудного режима.

С выхода канала второго вычитания блока П7 (вход Б) эхо-сигналы через согласующий

каскад 1 поступают на коммутирующий каскад 3, который управляется стробом дистанции когерентного режима. С выхода коммутирующих каскадов 1 и 3 сигналы амплитудного и когерентного режимов поступают на смеситель 1.

Со смесителя 1 эхо-сигналы подаются на согласующие каскады 3 и 4. С согласующего каскада 3 эхо-сигналы через контакт 3в колодки П2 подаются на схему обнаружения активной помехи (блок П10). С согласующего каскада 4 эхо-сигналы через контакты 7, 8 реле Р2, контакты 3, 4 реле Р3 подаются на контакт 5в колодки П2 и далее на индикаторы кругового обзора (блоки Ц2), блок Ц5 индикатора командира и блок сопряжения (Ц8).

С выхода коммутирующего каскада 1 сигналы амплитудного режима помимо смесителя 1 подаются на смеситель 2. На выходе смесителя 2 присутствуют эхо-сигналы только на дистанции амплитудного режима работы станции. Для устранения неравномерности фона на индикаторе командира, образующегося в процессе стробирования сигналов амплитудного режима, на смеситель 2 подается импульс пьедестала. Импульс пьедестала прямоугольной формы и положительной полярности вырабатывается коммутирующим каскадом 2, управляемым, как и коммутирующий каскад 3, стробом когерентного режима. Стробированные сигналы амплитудного режима с выхода смесителя 2 через согласующий каскад 2 подаются через контакты 7, 8 реле Р3 на контакт 7а колодки П2 и далее на индикатор командира.

Принципиальная схема коммутатора выходных сигналов выделена на принципиальной схеме блока П8.

Эхо-сигналы амплитудного режима с выхода согласующего каскада канала подавления несинхронных помех через сопротивление R2 поступают на коммутирующий каскад 1, собранный на лампе Л1а (6Н16Б) и диоде Д2 (Д2Е). В качестве управляющего напряжения с катодной нагрузки фазоинвертора генератора импульсов стрободистанции на коммутирующий каскад 1 подается строб амплитудного режима положительной полярности. Сигналы когерентного режима, прошедшие двукратное вычитание в блоке П7 через контакт 3а колодки П2, поступают на согласующий каскад 1, собранный по схеме катодного повторителя на лампе Л3б (6Н16Б).

С нагрузки катодного повторителя сигналы поступают на коммутирующий каскад 3, собранный на лампе Л3а (6Н16Б) и диоде Д4 (Д2Е). В качестве управляющего напряжения на коммутирующий каскад 3 с анодной нагрузки фазоинвертора генератора импульсов стрободистанции подается строб когерентного режима отрицательной полярности. Сигналы с выходов коммутирующих каскадов 1 и 3 подаются на смеситель 1, собранный на лампе Л2 (6Н16Б) с общей катодной нагрузкой. На выходе смесителя 1 в каждый данный момент времени присутствуют сигналы либо амплитудного режима с подавленными несинхронными помехами, либо когерентного режима, прошедшие двукратное череспериодное вычитание в блоке П7.

Для выравнивания пьедесталов на границе амплитудного и когерентного режимов на выходе смесителя 1 в цепь управляющей сетки лампы Л3б включен потенциометр КОМН. ПЬЕД. (R17), выведенный под шлиц на шасси субблока П8К.

Схемы, собранные на диодах Д1 и Д5 (Д104), предназначены для восстановления постоянной составляющей импульсов стробов дистанции амплитудного и когерентного режимов.

С выхода смесителя 1 сигналы подаются на согласующие каскады 3 и 4.

Согласующий каскад 3 собран по схеме катодного повторителя на лампе Л3б (6Н16Б).

Эхо-сигналы с полной нагрузки согласующего каскада 3 через контакт 3в колодки П2 подаются на схему обнаружения активной помехи в блок П10. С части нагрузки R21 сигналы поступают на переключатель КОНТРОЛЬ.

Согласующий каскад 4 собран по схеме анодно-катодного повторителя на лампах Л4 и Л5 (6Н16Б). На диоде Д3 (Д104) и сопротивлении R24 собрана схема восстановления постоянной составляющей напряжения шумов.

Эхо-сигналы с выхода согласующего каскада 4 через контакты 7, 8 реле Р2, контакты 3,

4 реле РЗ, разделительную емкость С1, контакт 5в колодки П2 подаются на индикаторы кругового обзора (блоки Ц2), индикатор командира и блок сопряжения (Ц8), а также на переключатель КОНТРОЛЬ (В1-П-11)

Одним из видов работы индикатора командира является работа с сигналами только амплитудного режима. Такие сигналы получаются в результате сложения на смесителе 2 (субблок П8К) сигналов, прошедших коммутирующий каскад 1, и сигналов пьедестала, вырабатываемых коммутирующим каскадом 2. Смеситель 2 собран на лампе Л4 (6Н16Б) с общей катодной нагрузкой.

Коммутирующий каскад 2 собран на лампе Л16 (6Н16Б) и диоде Д6 (Д2Е) и управляется тем же стробирующим импульсом, что и коммутирующий каскад 3. Напряжение, снимаемое с делителя R25, R26 и R27-Н8К, определяет амплитуду импульса пьедестала, образующегося на дистанции когерентного режима.

С выхода смесителя 2 сигналы подаются через согласующий каскад 2, собранный на лампе Л5 (6Н16Б), через контакты 7, 8 реле РЗ на блок Ц5 индикатора командира. С согласующего каскада 2 сигналы подаются также на переключатель КОНТРОЛЬ (В1-П-10).

На рис. 228 приведена осциллограмма напряжений на выходе согласующих каскадов 2 и 4 в случае, когда длительность зоны СПЦ равна половине максимальной дальности действия станции.

**Контроль блока.** Блок П8 контролируется с помощью встроенных в станцию приборов, имитатора сигналов КЗ, контрольного осциллографа К2 и контрольного прибора М265.

Осциллограммы в различных точках схемы блока, наблюдаемые при проверке от имитатора КЗ по осциллографу К2 при различных положениях переключателя КОНТРОЛЬ блока П8, приведены на функциональной схеме этого блока. От имитатора КЗ на вход блока подаются сигналы трехимпульсной пачки.

На выходе блока наблюдаются сигналы той же последовательности с подавленным первым импульсом.

В другом режиме проверки работы канала подавления несинхронных помех от имитатора КЗ на вход блока подается несинхронный сигнал. По экрану индикатора кругового обзора определяют отсутствие или наличие несинхронного сигнала при установке регулировки АМПЛИТУДА на блоке КЗ в положения, при которых соответственно срабатывает или не срабатывает входной стандартизатор.

Этот режим применяется только для оперативной проверки работы блока. Регулировка и настройка блока проводится при подаче на вход трехимпульсной пачки. Контрольный осциллограф подключается к разъему ОСЦИЛЛОГРАФ, а контрольный прибор — к штекерному гнезду ПРИБОР на передней панели блока.

Нормальная работа отдельных субблоков и постоянные напряжения, питающие блок П8, контролируются с помощью переключателя КОНТРОЛЬ, расположенного на передней панели блока.

**Питание блока.** Анодные, катодные и экранирующие цепи блока питаются от стабилизированных выпрямителей напряжением +125, —125, —250 в.

Цепи накалов ламп блока питаются от накального трансформатора напряжением ~6,3 в 400 гц, расположенного в блоке. При установке переключателя РЕЖИМ П7, П8 на пульте У4-1 в положение П7, П8 ВЫКЛ. питающие напряжения с блока снимаются.

**Конструкция блока.** Блок (рис. 229) смонтирован на типовом каркасе с откидными боковыми шасси. На левом шасси блока расположены четыре субблока рабочего комплекта, накальный трансформатор, две линии задержки и три субблока ЗИП (П8И, П8Ж, П8К). На правом откидном шасси размещены восемь субблоков ЗИП блоков П7 и П8 (П7Б, П7Г, П7Д, П7Ж, П7И, П7Л, П7Н, П8Е), на передней панели блока расположены переключатель КОНТРОЛЬ (В1), штекерное гнездо ПРИБОР (Ш1), разъем ОСЦИЛЛОГРАФ (Ф1), предохранитель в цепи первичной обмотки трансформатора накала (Тр1) и потенциометр ПОРОГ СРАБ. (R3).

## 5. БЛОК ПЕРЕСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ (П10)

**Назначение.** Блок П10 предназначен для анализа наличия активной помехи в выходных сигналах приемной системы, для перестройки несущих частот станции в ее рабочем диапазоне в следующих режимах работы:

- в режиме автоматической перестройки (АП) под воздействием сигналов активной помехи,
- в режиме ручной перестройки;
- в режиме непрерывной перестройки (НП) и для формирования напряжений, регулирующих усиление двух каналов приемного устройства при перестройке.

Переключение частот и соответственно регулирующих напряжений в блоке может осуществляться по одной из двух возможных программ: рабочей и контрольной.

Кроме этого, в блоке П10 предусмотрена возможность работы на одной (восьмой) фиксированной частоте.

**Состав.** В состав блока П10 входят субблоки: П10А, П10Б, П10В, П10Г1, П10Г2, П10Д, П10Е1, П10Ж1 (или П10Е2, П10Ж2 при работе на второй сетке частоты), П10И, П10К и П10Л.

Субблоки П10Г1 и П10Г2 имеют общую принципиальную схему и чертежи и являются взаимозаменяемыми

Принципиальные схемы и назначение субблоков П10Е1 и П10Ж1, П10Е2 и П10Ж2 аналогичны. Их отличие состоит лишь в том, что частоты задающих генераторов в субблоках П10Е2 и П10Ж2 сдвинуты в промежутки между частотами генераторов субблоков П10Е1 и П10Ж1, что позволяет полнее использовать рабочий диапазон станции. Ввиду идентичности обеих пар субблоков в описании в дальнейшем эти субблоки называются П10Е и П10Ж.

### Принцип работы

Функциональная схема блока П10, изображенная на рис. 230, состоит из следующих функциональных каналов:

- канала управления переключением частот;
- канала управляющих напряжений;
- канала регулирующих напряжений;
- канала высокочастотных напряжений.

Рассмотрим работу блока в различных режимах перестройки частоты станции.

В режиме автоматической перестройки сигналы для анализа наличия активной помехи поступают на схему обнаружения активной помехи (СОАП) через контакт *1в* колодки П2 с коммутатора выходных сигналов блока П8. При воздействии на станцию очень больших уровней активной помехи перегружаются каналы УПЧ приемной системы. При этом на выходе блока П8 величина переменной составляющей сигнала помехи может значительно уменьшиться и оказаться недостаточной для нормальной работы СОАП. Поэтому на вход СОАП дополнительно поступают сигналы постоянной составляющей помехи с амплитудных детекторов каналов блока П5 через контакты *6а* и *7а* колодки П2.

СОАП преобразует подаваемые на ее вход сигналы активной помехи в стандартизированные видеоимпульсы, служащие для запуска пересчетной схемы 1 :8 канала управляющих напряжений.

Выходные импульсы СОАП через контакты 3 и 4 реле Р2, суммирующее устройство и реле Р3 (контакты 3 и 4) подаются в канал управляющих напряжений на пересеченную схему 1 :8.

Схема служит для формирования управляющих напряжений для дешифраторов ДШ-1 и ДШ-2, последний из которых находится в канале регулирующих напряжений. Сигналы с выхода дешифратора ДШ-1 канала управляющих напряжений подаются в канал высокочастотных напряжений, осуществляя переключение задающих генераторов. Высокочастотное напряжение с частотой  $9f_z$  и амплитудой *1 в* подается на блок П6 через Ф2.

Выходные сигналы СОАП подаются также на делитель 1 : 3. При наличии пассивных помех на участке анализа активных помех СОАП выходные сигналы с делителя 1 :3 через контакты 3 и 5 реле Р1 и Р2 поступают на суммирующее устройство. Реле Р1 управляется азимутальным стробом через коммутирующий каскад. Выходные сигналы с суммирующего устройства, частота повторения которых в три раза меньше частоты повторения выходных импульсов СОАП, через контакты 4 и 3 реле Р3 поступают в канал управляющих напряжений на пересчетную схему 1:8.

Сигналы с канала управляющих напряжений поступают также в канал регулирующих напряжений (на дешифратор ДШ-2), выходные сигналы которого изменяют усиление частотных каналов приемной системы при перестройке.

В режиме ручной перестройки при каждом нажатии кнопки ЧАСТОТА СТАНЦИИ на пульте У4-1 через контакт 3 в колодки ПЗ запускается формирующий каскад ручного переключения генераторов. Импульс с выхода формирующего каскада через суммирующее устройство и контакты 3 и 4 реле Р3 подается на пересчетную схему 1 :8.

В режиме непрерывной перестройки для запуска пересчетной схемы 1 :8 используется импульс СРЫВ I, который через контактов колодки ПЗ и усилитель-инвертор и контакты 3 и 5 реле Р3 подается на ее вход.

Рассмотрим работу блока по каналам. Принципиальная схема блока помещена на рис. 506 (см. Альбом схем).

Канал управления переключением частот предназначен для анализа наличия активной помехи в приемной системе в течение каждого периода повторения и управления перестройкой частоты станции.

В состав канала входят субблоки П10А, П10Б, П10Д и часть субблоков П10И (Л1) и П10Л (Л2а).

Функциональная схема канала представлена на рис. 231.

Канал управления переключением частот включает:

- схему обнаружения активной помехи (СОАП);
- делитель 1 :3 частоты импульсов СОАП;
- элементы переключения генераторов.

Эхо-сигналы с блока П8 подаются на видеоусилитель сигнала активной помехи субблока П10А.

Прохождение сигналов в схеме СОАП-I в случае отсутствия перегрузки УПЧ активной помехой показано на функциональной схеме канала и поясняется эпюрами напряжений, приведенными на рис. 232.

Чтобы избежать ложного срабатывания СОАП от местных предметов, эхо-сигналы от которых появляются в начале дистанции, для анализа наличия активной помехи используется вторая половина шкалы дальности РЛС. Для этого стробом СОАП в селекторах 1 и 2 выделяется сигнал с участка дистанции, ограниченного импульсами  $f_{IV}$  и  $f_{I,III,V}$ , поступающими соответственно с блока Цб через контакт 5в колодки ПЗ и с блока ЦI через контакт 7в колодки ПЗ.

На рис. 232, а показаны эпюры напряжений в различных точках СОАП-I по пути следования сигнала при подаче на вход схемы сигналов собственных шумов, на рис. 232, б — сигналов собственных шумов и активной помехи.

Как видно из рис. 232, а, при наличии на входе СОАП-I только собственных шумов приемной системы выходной сигнал интегрирующей цепи I не превышает уровень ограничения, и на выходе СОАП-I импульс не появляется.

При наличии активной помехи выходной сигнал интегрирующей цепи I (рис. 232, б) превышает уровень ограничения, что приводит к появлению выходного импульса СОАП-1.

При наличии на входе приемной системы сильной активной помехи на суммирующее устройство СОАП-II поступают сигналы с детекторов блока Л5. Прохождение сигналов в этом случае иллюстрируется на рис. 233, б.

При наличии на входе приемной системы очень сильной активной помехи происходит ограничение сигналов активной помехи в УПЧ приемной системы (в блоке П5). В результате этого резко падает мощность флюктуации ограниченного сигнала на выходе блока П15. В этом случае сигнал на входе селектора 1 СОАП-I, потерявший постоянную составляющую при усилении (в блоке П8), имеет вид, указанный на рис. 233, а. Выходной сигнал интегрирующей цепи I после видеоусилителя 1 не превышает значения уровня ограничения и на выходе СОАП-I не появляется импульс.

Таким образом, при наличии очень сильной активной помехи СОАП-I не обнаруживает ее. Для обнаружения активной помехи в этом случае служит СОАП-II, используя в качестве входного сигнала постоянную составляющую, образованную при детектировании сильной активной помехи в блоке П5. Прохождение сигналов в СОАП-II иллюстрирует рис. 233, б.

Выходные импульсы СОАП подаются на контакты 4 реле Р1 и Р2 и делитель 1 :3 частоты импульсов СОАП.

Делитель 1 :3 состоит из двух делителей 1 :2 с обратной связью и дифференцирующей цепочки (С11, R17). На выходе делителя 1 :3 получаются импульсы, частота следования которых в три раза меньше частоты повторения выходных импульсов СОАП.

Сигналы СОАП (в амплитудном режиме) и с делителя 1 :3 (в режиме СПЦ) поступают на элементы переключения генераторов. Назначение и работа элементов переключения генераторов описаны при рассмотрении принципа работы канала защиты от активных помех.

Принципиальная схема канала управления переключением частот выделена на принципиальной схеме блока.

При отсутствии перегрузки УПЧ в блоке П5 отрицательные сигналы с блока П8 через контакт 1в колодки П2 подаются на управляющую сетку видеоусилителя сигналов активной помехи СОАП-1.

Двухкаскадный видеоусилитель выполнен по схеме реостатного усилителя на лампе Л1 субблока П10А.

Вследствие того что в видеоусилителе импульсы теряют постоянную составляющую и становятся двусторонними, они затем подаются на восстановитель постоянной составляющей.

Принцип работы восстановителя постоянной составляющей основан на том, что постоянные времени заряда и разряда разделительной цепочки, состоящей из емкости С5 и диода Д1, различны вследствие разной величины прямого и обратного сопротивлений диода. В связи с этим происходит детектирование сигнала и на емкости С5 выделяется постоянное напряжение, которое подается на сопротивления R8, R12 и диод Д2. Это постоянное положительное напряжение и является восстановленной постоянной составляющей шумов.

С восстановителя постоянной составляющей видеоимпульсы поступают в анодную цепь селектора Л3а субблока П10А. Селектор выделяет видеозумы с участка конца рабочей части дистанции. Для этого на управляющую сетку селектора подается отрицательный стробирующий импульс с анода лампы Л1б формирующего каскада строга СОАП, расположенного в субблоке П10Л.

В качестве формирующего каскада используется однопериодный мультивибратор, выполненный по реостатно-спусковой схеме с катодной связью на лампе Л1 (субблок ШОЛ). В состоянии устойчивого равновесия лампа Л1б закрыта. Положительный импульс СРЬВ IV, подаваемый на управляющую сетку лампы Л1б, запускает однопериодный мультивибратор. Для срыва используется импульс СРЬВ I, или III, или V в зависимости от частоты повторения станции, который подается в анодную цепь формирующего каскада с блока Ц1 через контакт 7в колодки ПЗ.

Для шумов положительной полярности с выхода видеоусилителя сигнала активной помехи образуется делитель из сопротивления R8 и сопротивления кристаллического диода

Д2, служащего анодной нагрузкой селектора. Сопротивление диода для положительного сигнала изменяется в зависимости от величины тока, протекающего через лампу Л3а. Когда лампа открыта, сопротивление диода очень мало и вследствие этого шумы не пропускаются на сопротивление нагрузки (потенциометр R22).

При подаче на управляющую сетку лампы Л3а отрицательного импульса она запирается, сопротивление диода возрастает, на потенциометре R22 возникает положительное напряжение шумов, которое подается на последующий регулируемый усилитель Л4а. Сопротивление R13 предназначено для ограничения величины тока через открытую лампу Л3а.

Диод Д3 не пропускает отрицательное напряжение, приложенное к диоду Д2 при открытой лампе.

Сопротивление R12 стабилизирует обратное сопротивление диода Д2 при изменении температуры. Постоянное напряжение питания — 125 в подается на катоды лампы Л3. Шумы положительной полярности, выделенные селектором, подаются на регулируемый видеоусилитель 1, выполненный на лампе Л4а.

Потенциометром УР. УС. 1 (R22), находящимся в сетке видеоусилителя, регулируется усиление сигналов, проходящих через СОАП-1. С видеоусилителя отрицательные шумы поступают на интегрирующую цепь I (R17, C7, R18, C8, R21, C11), предназначенную для выделения видеоимпульса, амплитуда которого пропорциональна мощности шумов. С выхода интегрирующей цепи I отрицательный треугольный видеоимпульс длительностью приблизительно 250 мксек подается на видеоусилитель 1. Видеоусилитель 1 выполнен по схеме реостатного усилителя на лампе Л1а (субблок П10Б) С видеоусилителя 1 положительные импульсы поступают на ограничитель с регулируемым уровнем ограничения (Л2а).

В случае работы УПЧ блока П5 с перегрузкой положительная постоянная составляющая с двух детекторов I и II каналов усиления эхо-сигналов блока П5 подается через контакт *ба* и *7а* колодки П2 на суммирующее устройство СОАП-II, выполненное на двойном диоде (Л2 субблока П10А) с общей нагрузкой (R11). Выходное постоянное напряжение с суммирующего устройства стробируется в селекторе 2 (Л3б).

Принципиальная схема селектора 2 аналогична селектору 1. Положительный импульс, образованный при стробировании, с выхода селектора 2 подается на регулируемый видеоусилитель 2 (Л4б). Потенциометром УР. УС. 2 (R27), находящимся в сетке видеоусилителя, регулируется усиление сигналов СОАП-II. С регулируемого видеоусилителя 2 отрицательный сигнал подается на интегрирующую цепь 2 (R28, C15), а затем на видеоусилитель 2, который выполнен на лампе Л1б (субблок.П10Б) аналогично видеоусилителю 1.

Сигналы с выхода видеоусилителя 1 (СОАП-I) и видеоусилителя 2 (СОАП-II) поступают на аноды ограничителя (Л2 типа 6Х7Б) Л2 представляет собой ограничитель по минимуму с регулируемым уровнем ограничения, который выбирается таким, чтобы видеоимпульс, соответствующий собственным шумам приемной системы, не прошел на его выход.

На катод диода Л2 подается постоянное положительное напряжение, определяющее уровень ограничения, которое регулируется потенциометром РЕГ. УР. ОГР. (R15), выведенным под шлиц на шасси субблока. Положительные сигналы, превысившие порог ограничения, с катода ограничителя поступают на видеоусилитель-ограничитель (Л3), служащий для стабилизации амплитуды положительного сигнала, запускающего однопериодный мультивибратор. Двухкаскадный видеоусилитель-ограничитель выполнен на лампе 6Н16Б. В видеоусилителе-ограничителе применено ограничение по цепи сетки Л3б за счет большого сопротивления R27 и по цепи анода за счет отсечки анодного тока при пониженном напряжении на аноде.

Положительный импульс с выхода видеоусилителя-ограничителя Л3б подается на

формирующий каскад импульсов СОАП. Каскад представляет собой однопериодный мультивибратор, выполненный на лампе Л4 по реостатно-спусковой схеме с катодной связью и с положительным смещением. Отрицательный импульс с выхода однопериодного мультивибратора дифференцируется емкостью С6, сопротивлением R41 и подается на согласующий каскад Л5 субблока П10Б.

Согласующий каскад (Л5) работает по схеме катодного повторителя с лампой в качестве катодного сопротивления. Такая схема позволяет передавать отрицательные импульсы с амплитудой 40—50 в. С согласующего каскада отрицательные импульсы подаются на вход делителя частоты повторения выходных импульсов СОАП 1:3, расположенного в субблоке П10Д, и на контакты 4 реле Р1 и Р2.

Делитель 1:3 состоит из двух одинаковых полупериодных мультивибраторов (триггеров), соединенных между собой цепями прямой и обратной связи. Отрицательный импульс с выхода схемы СОАП через разделительные диоды Л1 (6Х7Б) поступает на обе управляющие сетки 1-го триггера Л2 (6Н16Б), вызывая изменение его устойчивого состояния.

Перепад напряжения на правом аноде (Л2) дифференцируется цепочкой С5, R16 и подается на разделительный диод Д4 (6Х7Б) 2-го триггера. Этот диод пропускает импульсы только отрицательной полярности, которые подаются на управляющие сетки 2-го триггера Л5 (6Н16Б) и изменяют его устойчивое состояние. Перепады напряжений с выхода правого анода 2-го триггера подаются через разделительный диод Л3а (6Х7Б) в анодную цепь правой половины 1-го триггера, также изменяя его устойчивое состояние.

Рис. 234 поясняет принцип работы делителя 1:3. Для простоты ламповые диоды обозначены как кристаллические и все переходные и дифференцирующие цепи опущены. Здесь же показаны эпюры выходных напряжений на правом аноде 2-го триггера.

Положительный перепад напряжения, соответствующий закрыванию лампы, условно обозначен знаком «+», а отрицательный перепад, соответствующий открыванию лампы, — знаком «—». Исходное состояние каждого триггера делителя 1:3 может быть произвольным. Одно из возможных состояний изображено на рис. 234, а.

Проследим работу делителя 1:3, начиная с выбранного «сходного» состояния. Отрицательный импульс в первом периоде повторения (рис. 234, б) поступает через диоды Д1 и Д2 на лампу Л2. В результате на левом аноде 1-го триггера образуется положительный перепад, а на правом аноде — отрицательный перепад, который через диоды Д3 и Д4 передается на второй триггер, также изменяя его устойчивое состояние. Образующийся отрицательный перепад напряжения на правом аноде 2-го триггера подается в качестве обратной связи через разделительный диод Д5 в анодно-сеточную цепь правого анода 1-го триггера. Этот отрицательный перепад напряжения вызывает повторное изменение устойчивого состояния 1-го триггера.

Таким образом, в результате подачи запускающего импульса в первом периоде повторения устанавливается следующее устойчивое состояние обоих триггеров:

1-й триггер: лампа Л2а открыта и имеет на аноде отрицательный потенциал, лампа Л2б закрыта, на ее аноде — положительный потенциал;

2-й триггер: лампа Л3а закрыта и имеет на аноде положительный потенциал, лампа Л5б открыта, на ее аноде — отрицательный потенциал.

Отрицательный импульс во втором периоде (рис. 234, в) повторения вызывает изменение устойчивого состояния 1-го триггера (Л2), что ведет к изменению устойчивого состояния 2-го триггера (Л5), в результате чего на аноде лампы Л5б 2-го триггера появляется положительный перепад напряжения, который не подается в анодно-сеточную цепь анода лампы Л2б 1-го триггера, так как принятое включение диода не пропускает положительного сигнала.

Отрицательный импульс в третьем периоде повторения (рис. 234, г) снова вызывает изменение устойчивых состояний 1-го триггера, образуя на аноде лампы Л2б

положительный перепад напряжения, который не изменяет устойчивого состояния 2-го триггера.

В четвертом периоде повторения (рис. 234, д) повторяются процессы, имевшие место в первом периоде повторения. На правом аноде 2-го триггера появляется отрицательный перепад напряжения.

Таким образом, отрицательный перепад ( $-60$  в) в одном периоде повторения на аноде 2-го триггера (Л15Б) чередуется с положительным перепадом ( $+90$  в) в двух последующих периодах. Выходное напряжение делителя частоты повторения выходных импульсов СОАП 1 :3 дифференцируется на емкости СП и сопротивлении R17 (см. принципиальную схему блока), после чего используются только отрицательные импульсы, частота следования которых втрое меньше частоты следования выходных импульсов СОАП.

Для подачи сигналов на пересчетную схему 1 :8 в режимах автоматической и ручной перестроек используется суммирующее устройство.

Суммирующее устройство состоит из двух кремниевых кристаллических диодов Д1 и Д2 (субблок П10И) типа Д104А. Аноды диодов соединены с общим сопротивлением нагрузки, состоящим из R13 и R14 (субблок П10И). В автоматическом режиме перестройки на катод диода Д2 поступают либо импульсы с выхода СОАП через контакты 3 и 4 реле Р2 (в амплитудном режиме работы), либо импульсы с выхода делителя 1 :3 (в режиме СПЦ) через контакты 3 и 5 реле Р1 и Р2.

Обмотка реле Р1 включена в анодную цепь коммутирующего каскада импульсов СОАП и импульсов делителя 1 :3 (Л6 субблока П10Д). При подаче азимутального строба с блока К3 через контакт 3в колодки П2 на сетку коммутирующего каскада лампа открывается и через обмотку реле Р1 протекает ток лампы, что приводит к замыканию контактов 3 и 5.

Питание на обмотку реле Р2 подается при включении микровыключателя, совмещенного с ручкой ДИСТАНЦИЯ СПЦ на пульте У4-1. Протекание тока через обмотку реле Р2 приводит к замыканию контактов 3 и 5.

Микровыключатель включается поворотом ручки ДИСТАНЦИЯ в момент времени, когда ее положение определяет конец участка дистанции, соответствующий импульсу СРЫВ IV. Таким образом, сигналы с выхода делителя 1 :3 подаются на суммирующее устройство только при наличии азимутального строба и когда конец дистанции режима СПЦ превышает дальность, соответствующую импульсу СРЫВ IV.

В режиме ручной перестройки частоты на катод диода Д1 (субблок П10И) суммирующего устройства поступают импульсы формирующего каскада ручного переключения генераторов. В качестве формирующего каскада используется однопериодный мультивибратор, выполненный по реостатно-спусковой схеме с катодной связью на лампе Л1 типа 6Н16Б (субблок П10И). В состоянии устойчивого равновесия лампа Л1а открыта. При «ажатии» кнопки ЧАСТОТА СТАНЦИИ сопротивление R2 соединяется с корпусом, в результате чего на сетке лампы Л1а образуется отрицательный перепад напряжения за счет разряда емкости С1. Этот отрицательный перепад изменяет устойчивое состояние однопериодного мультивибратора. Выходной импульс однопериодного мультивибратора дифференцируется на емкости С3 и сопротивлении R12.

В режиме непрерывной перестройки импульс СРЫВ I через усилитель-инвертор (Л2а субблока П10Л) и контакты 5 и 3 реле Р3 подается на пересчетную схему 1 :8. На реле Р3 подается напряжение с переключателя РЕЖИМ РАБОТЫ на пульте У4-1.

Канал управляющих напряжений служит для формирования управляющих напряжений, переключающих задающие генераторы в блоке, и напряжений, регулирующих усиление приемной системы при перестройке.

В состав канала входят часть субблока П10И (Л2, Л3, Л4), субблок ШОК и часть субблока ШОЛ (Л2б, Л3, Л4, Л5).

Функциональная схема канала представлена на рис. 235.

В канал управляющих напряжений входят:

- пересчетная схема 1 :8;
- дешифратор ДШ-1;
- реле Р4.

Пересчетная схема 1 : 8 предназначена для образования шести выходных напряжений, из которых формируются восемь управляющих напряжений в дешифраторе ДШ-1.

Пересчетная схема состоит из трех делителей 1 :2, соединенных последовательно. Пересчетная схема 1 :8 запускается выходными импульсами СОАП (или делителя 1:3) в режиме автоматической перестройки, импульсами формирующего каскада ручного переключения генераторов и импульсами СРЫВ I в режиме непрерывной перестройки.

Первый делитель изменяет свое устойчивое состояние под воздействием каждого отрицательного импульса, запускающего делитель. Отрицательные перепады напряжения с выхода первого делителя 1 :2 дифференцируются и поступают на второй делитель 1 :2, со второго делителя после дифференцирования — на третий делитель 1 :2. Так как отрицательные перепады с выходов делителей чередуются с положительными перепадами, второй делитель изменяет свое устойчивое состояние в момент подачи каждого второго импульса, запускающего пересчетную схему, а, третий делитель — при подаче каждого четвертого импульса.

Положительный и отрицательный перепады напряжений с выходов трех делителей 1 : 2 подаются на согласующие каскады, которые служат для согласования выходных напряжений пересчетной схемы со значениями напряжений, требуемых для работы схемы дешифраторов ДШ-1 и ДШ-2. Каждый согласующий каскад формирует два выходных напряжения, одно из которых подается на дешифратор ДШ-1, а другое — на дешифратор ДШ-2. Таким образом, на каждый дешифратор подается шесть управляющих напряжений.

Дешифратор ДШ-1, расположенный в субблоке ШОК, формирует восемь напряжений, управляющих переключением задающих генераторов: одно из них равно нулю, остальные имеют отрицательные значения. Восемь напряжений с выхода дешифратора ДШ-1 подключаются к генераторам. Каждый из восьми генераторов работает только тогда, когда на него подается нулевое напряжение. Под действием сигнала, поданного на пересчетную схему 1 :8, возникает новый вариант напряжений на шести согласующих каскадах. В результате этого на выходе дешифратора ДШ-1 напряжение, равное нулю, становится отрицательным, а одно из отрицательных — нулевым, т. е. начинает работать другой генератор.

Реле Р4, изменяющее схему соединения диодов в дешифраторе ДШ-1, управляется напряжением с тумблера КОНТРОЛЬ ЧАСТ. X-КИ — ВЫКЛ. и изменяет одну последовательность восьми выходных напряжений дешифратора (формирующую рабочую программу) на другую (формирующую контрольную программу).

В результате рабочая программа переключения задающих генераторов заменяется контрольной программой.

Контрольная программа обеспечивает последовательное увеличение частот при перестройке в рабочем диапазоне станции. Рабочая программа переключения генераторов может быть осуществлена в любом режиме перестройки частоты станции.

Контрольная программа используется для проверки частотной характеристики блоков импульсных умножителей И9 и канала формирования первой гетеродинной частоты в блоке П4. Проверка осуществляется в режиме непрерывной перестройки частоты с помощью контрольного осциллографа станции (блока К2), для синхронизации которого подается импульс запуска осциллографа с согласующего каскада., Согласующий каскад расположен в субблоке П10Л. Импульс синхронизации с выхода согласующего каскада подается на осциллограф один раз за 8 периодов повторения.

Таким образом, в режиме непрерывной перестройки частоты на осциллографе можно проконтролировать частотную характеристику во всем рабочем диапазоне станции.

Принципиальная схема канала приведена на принципиальной схеме блока.

Каждый делитель 1 :2 пересчетной схемы 1 :8 выполнен по схеме полупериодного

мультивибратора (триггера). Перепады напряжений с анода лампы Л3а 1-го триггера пересчетной схемы 1:8 дифференцируются на переходном конденсаторе С5 (субблок П10И) и сопротивлении R24 (субблок ШОК). Продифференцированный сигнал поступает на разделительные диоды Л3 (субблок ШОК), пропускающие импульсы только отрицательной полярности. С анодов разделительных диодов отрицательные импульсы подаются на управляющие сетки 2-го триггера (Л2 субблока ШОК).

Первый триггер изменяет свое устойчивое состояние под воздействием каждого отрицательного импульса, подающегося на управляющие сетки лампы Л3 (субблок ГНОИ). Отрицательный перепад на аноде лампы Л3а (субблок П10И) 1-го триггера появляется после каждого второго входного импульса пересчетной схемы 1 : 8

Аналогично работают 2-й и 3-й триггеры, отрицательные перепады на выходе которых имеют место после подачи каждого второго импульса на их входы. Отрицательные перепады на аноде Л2а (субблок П10К) 2-го триггера появляются после каждого четвертого входного импульса пересчетной схемы 1:8, а на аноде Л4а (субблок П10Л) 3-го триггера — после каждого восьмого входного импульса пересчетной схемы 1:8.

Источниками питания триггеров пересчетной схемы служит положительное и отрицательное напряжения 125 в. Положительное напряжение подается в анодную цепь триггеров, а отрицательное — в их катодные цепи.

При изменении устойчивых состояний триггеров на их анодах возникают перепады напряжений +90 и —60 в; первое соответствует закрытой лампе, второе — открытой.

Следовательно, за каждые восемь периодов повторения запускающих импульсов получаются восемь различных распределений шести выходных напряжений пересчетной схемы 1 :8, снимаемых с анодов трех триггеров (см. табл.). Напряжение с каждого триггера поступает на два согласующих каскада. Напряжение с катодов согласующих каскадов поступает на дешифратор ДШ-1, а с анодов — на дешифратор ДШ-2. Рассмотрим прохождение сигналов с 1-го триггера через согласующий каскад Л2 (субблок П10И), показанное на рис. 236.

Выходные напряжения с двух анодов лампы Л3 (субблок П10И) триггера подаются на делители, которые составлены из сопротивлений R25, R26 и из сопротивлений R15, R16. Сопротивления R26 и R16 стоят в сеточных цепях согласующих каскадов.

В катоде одного согласующего каскада имеется делитель, состоящий из диода Д3, сопротивлений R21 и сопротивления цепи управляющей сетки задающего генератора (Л1), находящегося в субблоке П10Е; в катоде другого — делитель, состоящий из диода Д4, сопротивления R22 и сопротивления цепи управляющей сетки задающего генератора (Л2), расположенного в субблоке П10Е.

Одним из исходных положений триггера может быть такое, когда лампа Л3а (субблок П10И) открыта, а лампа Л3б закрыта. В этом случае отрицательное напряжение (—60 в) с анода лампы Л3а триггера делится на сопротивлениях R15 и R16, подается на управляющую сетку согласующего каскада и закрывает его. При этом напряжение источника питания —27 в, приложенное к катоду согласующего каскада, делится на суммарном сопротивлении, состоящем из R17 и R21 (субблок П10И), и обратном сопротивлении диода, зашунтированного входным сопротивлением задающего генератора так, что с катодной нагрузки согласующего каскада снимается напряжение, приблизительно равное —20 в. С нагрузки анода лампы Л2а согласующего каскада в этом случае снимается напряжение источника питания +125 в

Положительное напряжение (+ 90 в) с анода закрытой лампы триггера Л3б делится на сопротивлениях R25 и входном сопротивлении согласующего каскада. В этом режиме лампа и катодная нагрузка согласующего каскада образуют потенциальный делитель (так как на сопротивление R24 подается напряжение —27 в), подобранный таким образом, чтобы на катоде компенсировалось положительное напряжение, образованное током лампы. Напряжение, оставшееся некомпенсированным, делится на сопротивлении R22 и прямом

сопротивлении диода Д4 так, что с нагрузки согласующего каскада снимается положительное напряжение, не превышающее 0,7 в. С анода согласующего каскада в этом случае снимается напряжение, приблизительно равное +50 в.

При подаче импульса на вход пересчетной схемы 1 : 8 лампа Л3а закрывается, а Л3б открывается. Прохождение сигналов с анодов триггера аналогично описанному выше.

Напряжения с катодов согласующих каскадов подаются на дешифратор ДШ-1 и контакты 3, 6, 5, 8 реле Р4, с анодов — на дешифратор ДШ-2 и контакты 3, 6, 5, 8 реле Р5. Дешифратор ДШ-1 расположен в субблоке ШОК и выполнен «а диодах Д3 — Д26. Каждая из трех пар согласующих каскадов выдает на дешифратор ДШ-1 нулевое и отрицательное напряжения. Любая из трех парных комбинаций напряжений может изменяться на обратную под воздействием входного импульса пересчетной схемы 1 : 8. Это изменение должно сопровождаться заменой одного из семи выходных отрицательных потенциалов дешифратора на нулевой, а прежнего нулевого — на отрицательный.

Рассмотрим принцип работы дешифратора, упрощенная схема которого представлена на рис. 237. Соединение кристаллических диодов в схеме соответствует контрольной программе переключения задающих генераторов.

Обозначим каждую пару согласующих каскадов пересчетной схемы 1 : 8 соответственно 1а и 1б, 2а и 2б, 3а и 3б. Сигналы каждого согласующего каскада пересчетной схемы 1 : 8 подаются на катоды четырех кристаллических диодов. Выходные напряжения дешифратора образуются соединением анодов трех кристаллических диодов. Таким образом, образуется соединение из 24 диодов.

Пользуясь рис. 237, легко проследить, что любая из возможных в схеме комбинаций нулевых и отрицательных потенциалов на входе дешифратора приводит к тому, что только на одном из восьми сопротивлений R1 — R8, представляющем собой сопротивление одного из задающих генераторов, остается нулевое напряжение, а на остальных семи — отрицательные напряжения. Кроме того, любое изменение первоначальной комбинации приводит к возникновению нулевого напряжения на другом сопротивлении.

Действительно, пусть нулевое напряжение будет на согласующих каскадах 1а, 2а, 3а (т. е. на 1б, 2б, 3б — отрицательное). Только тогда на сопротивлении R8 будет нулевое напряжение. Если на согласующем каскаде 3а потенциал изменится на отрицательный (т. е. на 1б, 2б, 3а будет отрицательный потенциал), то только на сопротивлении R7 будет нулевое напряжение. Если затем на согласующем каскаде 1а потенциал изменится на отрицательный (т. е. на 1а, 2б и 3а будет отрицательный потенциал), то нулевое напряжение будет только на сопротивлении R3 и т. д.

Рабочей программе переключения задающих генераторов соответствует другое соединение кристаллических диодов в дешифраторе, приведенное на рис. 238.

Восемь сигналов с выхода дешифратора подаются в канал высокочастотных напряжений.

Таблица

Номер периода запускаящего импульса	1-й триггер		2-й триггер		3-й триггер	
	анод Л3а П10И	анод Л3б той	анод Л2а П10К	анод Л2б ток	анод Л4а П10Л	анод Л4б П10Л
1	+	-	-	+	+	-
2	-	+	-	+	+	-
3	+	-	+	-	-	+
4	-	+	+	-	-	+

5	+	-	-	+	-	+
6	-	+	-	+	-	+
7	+	-	+	-	+	-
8	-	+	+	-	+	-

**Примечание.** Знак «+-» означает положительный перепад напряжения, соответствующий закрыванию лампы.

Знак «—» означает отрицательный перепад напряжения, соответствующий открыванию лампы.

Канал высокочастотных напряжений предназначен для формирования восьми фиксированных частот, используемых в блоке Пб для формирования напряжений возбуждения двух каналов передающего устройства и канала формирования первой гетеродинной частоты.

В состав канала входят субблоки П10Е и П10Ж.

Функциональная схема канала высокочастотных напряжений представлена на рис. 239.

Канал высокочастотных напряжений включает:

- восемь генераторов;
- буферный каскад;
- умножитель  $1 \times 3$ .

Третья гармоника одного из восьми генераторов поступает на буферный каскад и с него — на умножитель  $1 \times 3$ . Выходной сигнал частоты  $9 f_3$  с разъема Ф2 субблока П10Ж через разъем Ф2 блока П10 подается на блок Пб.

В станции кроме перестройки частоты по рабочей или контрольной программам в автоматическом, ручном и непрерывном режимах работы предусмотрен режим работы на восьмой паре фиксированных частот. В этом режиме тумблером В3 выключается напряжение, подаваемое на экранирующие сетки всех генераторов, кроме восьмого, и снимается управляющее напряжение, подаваемое с дешифратора ДШ-1 на восьмой генератор.

Принципиальная схема канала формирования высокочастотных напряжений на восьми фиксированных частотах выделена на принципиальной схеме блока. В субблоках П10Е и П10Ж расположены все восемь генераторов, которые выполнены по емкостной трехточечной схеме с электронной связью. Генераторы работают таким образом, что всегда генерирует только один генератор, а остальные семь закрыты по управляющей сетке отрицательным смещением, поступающим с дешифратора ДШ-1.

Для контроля номера работающего генератора используется световое табло на пульте управления У4-1, состоящее из восьми неоновых лампочек. Неоновые лампочки включены параллельно гасящим сопротивлениям в цепях экранирующих сеток генераторов (упрощенная схема дана на рис. 240).

У семи закрытых генераторов падение напряжения в цепях экранирующих сеток равно нулю и неоновые лампочки не горят. У работающего генератора падение напряжения в цепи экранной сетки превышает потенциал зажигания неоновой лампочки и она загорается на табло, подсвечивая номер генератора.

Катушки индуктивности L2 в генераторах служат для подстройки частот в небольших пределах. Анодные цепи всех генераторов нагружены на общий резонансный контур, пропускающий частоты, соответствующие третьим гармоникам генерируемых сигналов.

Резонансный контур выполнен по схеме с последовательным включением элементов контура, состоящих из катушки индуктивности L1 (каскад П10Ж4), входной и монтажной емкостей буферного каскада и выходных и монтажных емкостей задающих генераторов. При этом анодные цепи пяти генераторов субблока П10Е объединены между собой и

соединены через разъем Ф1 субблока П10Е и разъем Ф1 субблока ШОЖ с анодными цепями остальных трех генераторов. С общего анодного контура сигналы подаются на управляющую сетку буферного каскада П10Ж4.

Буферный каскад П10Ж4 выполнен по двухконтурной схеме с коэффициентом связи больше критического для получения более равномерной частотной характеристики.

Усиленное напряжение частоты  $3f_3$  подается на умножитель 1 ХЗ (П10Ж5). Автоматическое смещение, выделенное цепью R1, C1, обеспечивает режим, благоприятный для выделения третьей гармоники входного напряжения. Анодный контур умножителя, настроенный на частоту  $9f_3$ , связан с нагрузкой по автотрансформаторной схеме. Выходное напряжение умножителя контролируется с помощью детектора, собранного на диоде Д2Е, и подается с разъема Ф2 субблока ШОЖ через разъем Ф2 блока П10 на блок П6.

Канал регулирующих напряжений предназначен для обеспечения (постоянного уровня шумов на выходе приемного устройства при перестройке во всем диапазоне рабочих частот станции. При переходе станции на новые несущие частоты в канале регулирующих напряжений производится переключение заранее установленных отрицательных напряжений, регулирующих усиление в блоке П5.

В состав канала входят субблоки П10В, П10Г1, П10Г2. Функциональная схема канала представлена на рис. 241. Канал регулирующих напряжений включает:

- дешифратор ДШ-2;
- восемь формирующих каскадов регулирующих напряжений;
- два суммирующих устройства;
- два согласующих каскада.

Сигналы с шести согласующих каскадов пересчетной схемы 1 :8 подаются на дешифратор ДШ-2, который формирует восемь выходных напряжений. Одно из них всегда равно приблизительно +50 в, остальные семь равны +100 в.

Под воздействием сигнала, поступающего на вход пересчетной схемы 1 :8, изменяются напряжения на ее согласующих каскадах. В результате на выходе дешифратора ДШ-2 напряжение, равное + 50 в, скачком возрастает до +100 в, а одно из напряжений +100 в - падает до +60 в.

Восемь напряжений с выхода дешифратора ДШ-2 подключаются к восьми формирующим каскадам регулирующих напряжений, преобразующим перепады положительных напряжений на их входе в отрицательные и нулевые перепады напряжений на выходе (напряжениям + 100 в на входе формирующих каскадов соответствуют нулевые напряжения на выходе, напряжению +50 в соответствует напряжение —11 в).

Реле Р5, управляемое тумблером КОНТРОЛЬ ЧАСТ. Х-КИ — ВЫКЛ. (аналогично реле Р4 в канале управляющих напряжений), позволяет одну последовательность регулирующих напряжений, соответствующих рабочей программе переключения задающих генераторов, изменить на другую последовательность соответствующую контрольной программе переключения.

Нагрузкой каждого формирующего каскада являются два потенциометра. Потенциометры позволяют установить необходимую величину отрицательных напряжений, регулирующих усиление двух каналов приемной системы. Потенциометры, регулирующие усиление I канала приемной системы, подсоединяются к одному сумматору, а потенциометры, регулирующие усиление II канала приемной системы, — к другому сумматору.

Напряжения с выходов двух сумматоров подаются на два согласующих каскада. Таким образом, на согласующих каскадах всегда имеются регулирующие напряжения (от нуля до —6 в), соответствующие программам перестройки частоты станции. Выходные напряжения согласующих каскадов подаются на усилители промежуточной частоты I и II частотных каналов блока П5.

Напряжения, регулирующие усиление I и II каналов приемной системы, предварительно устанавливаются в режиме ручной перестройки в каждой из восьми

фиксированных точек диапазона станции.

Принципиальная схема канала выделена на принципиальной схеме блока Сигналы на дешифратор ДШ-2 подаются с шести анодов согласующих каскадов пересчетной схемы 1: 8. Принцип работы дешифратора ДШ-2 тот же, что и дешифратора ДШ-1. Семь положительных напряжений ДШ-2, равных +100 в, соответствуют семи отрицательным напряжениям дешифратора ДШ-1. Напряжение дешифратора ДШ-2, равное +50 в, соответствует нулевому напряжению дешифратора ДШ-1.

Таким образом, в режиме переключения задающих генераторов изменение одного варианта выходных напряжений дешифратора ДШ-2 на другой происходит в точном соответствии с изменением выходных напряжений дешифратора ДШ-1.

Восемь выходных напряжений дешифратора ДШ-2 подаются на формирующие каскады регулирующих напряжений. Формирующие каскады размещены в субблоках П10В (Л1, Л2), П10Г1 (Л1), П10Г2 (Л1) и имеют одинаковые принципиальные схемы. Рассмотрим один из формирующих каскадов, собранный на лампе Л1а (субблок ШОВ). Прохождение сигналов через формирующий каскад показано на рис. 242.

В цепи сетки формирующего каскада имеется делитель, состоящий из сопротивлений R12 и R13, на последнее из которых подается напряжение, равное —250 в.

В катоде формирующего каскада имеется делитель, который состоит из кристаллического диода Д31, сопротивление которого изменяется в зависимости от полярности приложенного напряжения, сопротивлений R16 и двух параллельно соединенных потенциометров (R21), расположенных в субблоках П10Г1 и П10Г2. Потенциометры включены параллельно диоду.

Выходное напряжение с одной из нагрузок дешифратора ДШ-2 подается на делитель, подобранный таким образом, чтобы компенсировалось до нуля положительное напряжение в сетке формирующего каскада в том случае, когда с дешифратора ДШ-2 подается напряжение +100в. В этом режиме лампа и нагрузка формирующего каскада образуют делитель напряжения, подобранный таким образом, чтобы на катоде компенсировалось положительное напряжение, образованное током лампы.

Напряжение, оставшееся некомпенсированным из-за разброса параметров деталей, ламп и нестабильности источников питания, делится на сопротивлении R16 и прямом сопротивлении диода так, что с нагрузки формирующего каскада снимается положительное напряжение, не превышающее 1 в.

Если на тот же самый формирующий каскад подается с дешифратора напряжение +50 в, оно не компенсируется напряжением с делителя, состоящего из сопротивлений R12 и R13. В результате на сетку формирующего каскада подается отрицательное напряжение, приблизительно равное —30 в, закрывающее лампу. При этом напряжение источника питания —27 в, приложенное к катоду формирующего каскада, делится на суммарном сопротивлении, составленном из R14, R16, и обратном сопротивлении диода, зашунтированного параллельным соединением двух потенциометров (R21). В этом случае с нагрузки формирующего каскада снимается регулируемое отрицательное напряжение, не превышающее —13 в.

Так как на выходе дешифратора ДШ-2 только одно напряжение равно +50 в, а семь других равны +100 в, то на выходе одного формирующего каскада имеется отрицательное напряжение, а на семи — нулевое. Выходное напряжение формирующих каскадов можно регулировать от нуля до —13 в посредством потенциометров. Сопротивление R15 в анодной цепи формирующего каскада ограничивает ток через лампу.

Напряжение с восьми формирующих каскадов, расположенных в субблоках П10В, П10Г1 и П10Г2, подается на восемь потенциометров, размещенных в субблоке П10Г1, и на восемь потенциометров, расположенных в субблоке П10Г2.

С подвижных контактов потенциометров в субблоке П10Г1 напряжения подаются на катоды кристаллических диодов сумматора в этом же субблоке. Семь из них равны нулю, а

одно — отрицательное С анода кристаллических диодов, соединенных между собой, напряжение подается на сетку согласующего каскада.

Согласующий каскад собран на лампе Л2 типа 6Ж1Б в триод-ном включении по схеме катодного повторителя. Нагрузкой катодного повторителя является делитель, состоящий из сопротивлений R14, R17, на который подается отрицательное напряжение, равное —27 в

Когда на сетку катодного повторителя с сумматора подается нулевое напряжение, лампа л нагрузка катодного повторителя образуют потенциальный делитель, подобранный таким образом, чтобы на катоде лампы напряжение находилось в пределах  $+1,5 \pm 1,5$  в. Когда на сетку катодного повторителя подается с сумматора напряжение —13 в, лампа закрывается. При этом напряжение источника питания —27 в делится на сопротивлениях R13, R17 так, что с нагрузки катодного повторителя снимается отрицательное напряжение, находящееся в пределах  $-6 \pm 2$  в

Когда на сетку катодного повторителя подается напряжение, находящееся в пределах  $+1 \div -13$  в, то с нагрузки катодного повторителя снимается напряжение, заключенное в пределах  $+1,5 \pm 1,5 \div (-6 \pm 2)$  в. Это напряжение регулирует усиление I канала приемной системы через контакты 6в колодки П2

Формирование регулирующих напряжений II частотного канала происходит аналогично описанному выше

Напряжение, снимаемое через контакт 7в колодки П2 с нагрузки согласующего каскада, расположенного в субблоке П10ГП, регулирует усиление II канала приемной системы.

**Контроль.** Схема контроля позволяет контролировать импульсные и постоянные напряжения блока.

Импульсные напряжения контролируются с помощью контрольного осциллографа К2. Для контроля постоянных напряжений используется микроамперметр типа М265. Прибор и осциллограф подключаются к различным цепям с помощью переключателя (В2) на 11 положений, расположенного на передней панели блока. Прибор подключается через штекерное гнездо ПРИБОР, а осциллограф — через высокочастотный разъем ОСЦИЛЛОГРАФ.

В блоке контролируются следующие импульсные напряжения-

- импульс СРЫВ IV;
- импульс СРЫВ I;
- сигнал, поступающий на вход СОАП;
- уровень шумов на входе ограничителя при отсутствии перегрузки блока П5;
- уровень сигнала на входе ограничителя при перегрузке блока П5;
- напряжение, формируемое делителем 1 : 3;
- напряжение, формируемое пересчетной схемой 1 : 8;
- «апряжение, формируемое дешифратором ДШ-1;
- напряжение, формируемое дешифратором ДШ-2;
- импульс, формируемый в П10 для запуска осциллографа К2, Схема контроля позволяет контролировать следующие постоянные «апряжения:
- выход генераторов;
- режим работы (АП, НП);
- регулировку усиления I канала;
- регулировку усиления II канала;
- уровень ограничения;
- переключение генераторов;
- выход триггера I пересчетной схемы 1 : 8;
- выход триггера II пересчетной схемы 1 : 8;
- выход дешифратора ДШ-1;
- выход дешифратора ДШ-2;
- напряжение азимутального строба.

**Питание блока.** Блок питается переменным напряжением 220 в 400 *гц*, постоянным напряжением +125, —125, +250 в от стабилизированного источника напряжения блока В4-І, постоянным напряжением —250 в от блока В4-ІІ, постоянным напряжением —27 в от блока В11, постоянным напряжением —27 в от стабилизированного источника напряжения блока В2.

Напряжение цепей накала ламп снимается с трансформатора, расположенного в блоке П10. На первичную обмотку трансформатора подается напряжение 220 в 400 *гц*. В первичную обмотку на-кального трансформатора включены предохранитель Пр1, сигнальная неоновая лампочка ТН-0,3 с гасящим сопротивлением R6. Предохранитель и неоновая лампочка расположены на передней панели блока.

**Конструкция.** Конструктивно блок П10 выполнен в виде стандартного унифицированного полублока (рис. 243), на котором размещены субблоки: П10А, П10Б, П10В, П10ГІ, П10ГІІ, П10Д, П10И, П10К, П10Л, П10Е, ПЮЖ, фильтровые конденсаторы С1— С10 питающих напряжений, трансформатор Tr1, реле Р1, Р2, Р3, Р4, Р5, колодки П1, П2, П3, разъем Ф2.

На передней панели блока расположены контрольная лампочка,, предохранитель, контрольное гнездо ПРИБОР для включения прибора, высокочастотный разъем ОСЦИЛЛОГРАФ для включения контрольного осциллографа, переключатель КОНТРОЛЬ, тумблер СОАП — ВЫКЛ., тумблер КОНТРОЛЬ ЧАСТ. Х-КИ —ВЫКЛ., тумблер КОММУТ. ГЕНЕР. ВЫКЛ.