

Н. П. БЕЛОВ

Метеорологические радиолокационные станции

Допущено
Главным управлением
гидрометеорологической службы
при Совете Министров СССР
в качестве учебного пособия
для гидрометеорологических
техникумов



ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ
ЛЕНИНГРАД · 1976

Рецензенты:

Р. Д. ЧЕРНЯК

(Харьковский гидрометеорологический техникум)

А. Ф. КУЗЕНКОВ, Г. П. БЕРЮЛЕВ

(Центральная аэрологическая обсерватория)

Г. В. БРЫЛЕВ

(Главная геофизическая обсерватория им. А. И. Воейкова)

Ответственные редакторы:

Н. С. КОКОВИН (гл. 1—11), Г. В. БРЫЛЕВ (гл. 12—21)

Рассматриваются вопросы, связанные с изучением радиолокационных систем. Описываются технические данные, принцип работы, особенности конструкции, эксплуатация систем, включающая в себя методы и порядок настройки, и регламентные работы радиолокационных станций, применяемых на сети Гидрометслужбы; освещаются вопросы их практического использования.

Предназначается в качестве учебного пособия для учащихся гидрометеорологических техникумов, а также курсов по подготовке специалистов по радиотехническому и радиолокационному оборудованию.

The questions connected with the study of the radar systems are considered. The technical data is described, as well as the principle of work, the peculiarities of construction, the system operation including the methods and order of tuning and regulation works of radar stations used in the network of Hydrometeorological Service.

It is recommended as a text-book for the students of Hydrometeorological technical schools and courses training the specialists of radio engineering and radar equipment.

Предисловие редакторов

В техническом переоснащении Гидрометеорологической службы, проводимой в полном соответствии с программой комплексной автоматизации народного хозяйства СССР, важную роль играют специализированные радиолокаторы. Они используются метеорологами как для производства комплексного зондирования атмосферы, так и для наблюдений за опасными явлениями погоды.

Большой вклад в развитие радиолокационных методов исследования атмосферы и конструирование радиолокационных станций внесли советские ученые В. В. Костарев, Б. Г. Рождественский, В. Д. Степаненко, Е. М. Сальман, К. С. Шифрин, Г. Ф. Шевела и др.

В обсерваториях и на аэрологических станциях в настоящее время эксплуатируются радиолокационные метеорологические станции «Метеорит» с перфоприставкой ОКА-3, в аэропортах и на некоторых метеорологических станциях для штормового оповещения и предупреждения с успехом применяются радиолокационные станции МРЛ-2.

В перспективе метеорологическая служба получит еще более совершенные установки, включающие квантовые генераторы и теплорезонансные приборы.

Данная книга представляет собой учебное пособие для гидрометеорологических техникумов по второй части программы курса «Радиолокация». Содержание книги позволяет учащимся техникумов изучить устройство и вопросы эксплуатации современных радиолокационных станций, применяемых на сети ГУГМС, при условии прочного усвоения электротехники, радиотехники и основ радиолокации. Для углубления своих знаний целесообразно использовать учебные пособия: Г. М. Вайсман, Ю. С. Верле «Основы радиотехники и радиосистемы в гидрометеорологии» [3], О. Г. Король и Р. Д. Черняк «Основы радиолокации и метеорологические радиолокационные устройства» [5].

Учебное пособие состоит из трех частей. В первой из них приводится описание специализированной радиолокационной станции комплексного зондирования «Метеорит-2». Во второй части дано описание устройства ОКА-3, обеспечивающего перфорацию данных радиозондирования для автоматического ввода информации в ЭЦВМ, а также рассматриваются вопросы эксплуатации радиолокатора «Метеорит» и перфоприставки. Третья часть посвящена принципам действия, особенностям устройства и эксплуатации метеорологического радиолокатора МРЛ-2, приемная система которого, в отличие от многих РЛС, является измерительным устройством, обеспечивающим измерение сигналов, отраженных от облаков и осадков, а также от грозовых очагов. Детальное изучение последней главы требует ознакомления с книгой Я. И. Гольдина «Настройка и испытание радиолокационной аппаратуры», а также с соответствующими техническими руководствами по эксплуатации МРЛ-1 и МРЛ-2.

Для облегчения усвоения материала и самоконтроля после каждой главы приведены контрольные вопросы и некоторые упражнения. Ответы на них способствуют закреплению изучаемого материала.

Предлагаемое читателю учебное пособие изложено в традиционном стиле, характерном для описаний РЛС, а именно, принцип действия сначала поясняется функциональной схемой, после чего особенности работы рассматриваются на принципиальных схемах систем и блоков.

В то же время эта книга не заменяет наставлений и руководств, так как для ясности изложения и понимания физической сущности процессов отдельные схемы приведены в упрощенном виде.

Метеорологическая радиолокационная станция „Метеорит-2“

ГЛАВА I

Основные сведения

1.1. Назначение станции

Радиолокационная метеорологическая станция «Метеорит-2» представляет собой специализированную РЛС, предназначенную для приема от радиозонда телеметрической информации о метеорологических величинах, а также для измерения координат объекта, пеленгования и сопровождения его. Объектом пеленгования может быть либо радиозонд, либо уголкового отражатель.

Когда станция работает с радиозондом, определяются и регистрируются время полета радиозонда, текущие координаты (угол места, азимут и наклонная дальность) и метеорологические данные (температура, влажность) в закодированном виде. При работе станции с уголкового отражателем (радиопилотом) определяются и регистрируются время полета и текущие координаты. По ним определяются ветровые характеристики, т. е. направление ветра и скорость.

Сопровождение радиозонда или уголкового отражателя по угловым координатам и наклонной дальности, а также регистрация метеоданных производится автоматически с записью на бумажную ленту.

Конструкция ряда систем РЛС «Метеорит-2» обеспечивает стыковку станции с устройством автоматического съема и перфорации данных «ОКА-3» для последующей централизованной обработки информации на ЭЦВМ.

1.2. Технические данные

1. Диапазон частот — 1772,5—1792,5 МГц.
2. Частота следования зондирующих импульсов — 416 имп/с.
3. Импульсная мощность передатчика — 200 кВт.

4. Длительность импульса передатчика — 1,5 мкс.
5. Чувствительность приемной системы — $5 \cdot 10^{-14}$ Вт.
6. Диаметр параболоида — 2,5 м.
7. Ширина диаграммы направленности по половинному спаду мощности — $5 \pm 1,0^\circ$.
8. Дальность автоматического сопровождения стандартной радиопилотной мишени № 3 со стороны основания уголка 500 мм — 60 км. Дальность автоматического сопровождения радиозонда с регистрацией координат и метеоданных — 250 км.
9. Частота конического развертывания луча диаграммы направленности — 24 Гц.
10. Напряжение питания — 220 В, 400 Гц.
11. Потребляемая мощность — 9 кВт.

1.3. Блок-схема станции

Блок-схема станции изображена на рис. 1.1. На схеме показаны взаимные соединения и поблочный состав систем, входящих в радиолокационную станцию.

Рассмотрим назначение систем станции.

Передающая система предназначена для формирования кратковременных импульсов высокочастотной энергии большой и малой мощности. Передатчик малой мощности МТМ-12 используется при сопровождении радиозонда в начальный период времени на дистанции до 1—2 км. При достижении расстояния до цели 1—2 км автоматически включается передатчик большой мощности МТМ-10, а передатчик малой мощности выключается. Импульсы с передатчиков по высокочастотному фидеру подаются на соответствующие антенны. В режиме «Угловой отражатель» работает только мощный передатчик.

При работе станции в режиме «Радиозонд» во время измерения метеоданных импульсы запуска передатчика автоматически снимаются, и передатчик прекращает генерацию. Блок МТМ-11 обеспечивает формирование импульсов управления передатчиком большой мощности.

Антенно-фидерная система необходима для канализации электромагнитной энергии СВЧ, генерируемой передатчиком, к антенне, для преобразования этой энергии в электромагнитные волны и излучения их в окружающее пространство в виде узконаправленного луча, для приема отраженных от углового отражателя или ответных сигналов передатчика радиозонда и передачи их по фидерному тракту в приемник.

Штырь-конусная антенна предназначена для излучения сигналов передатчика малой мощности при работе станции в режиме «Радиозонд».

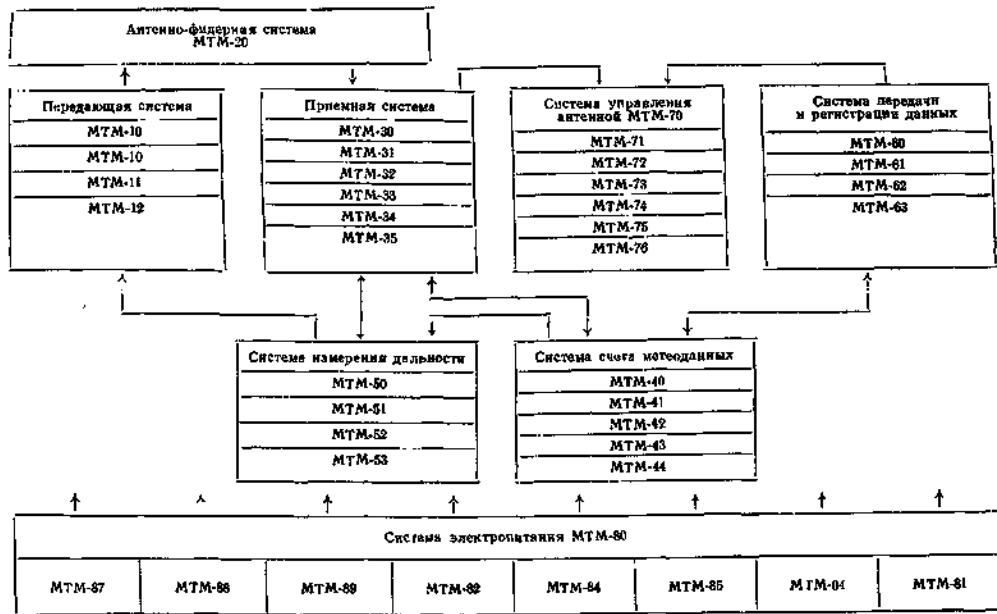


Рис. 1.1. Блок-схема радиолокационной станции «Метеорит-2»

Приемная система служит для преобразования принятых антенной сигналов и усиления их до величины, необходимой для нормальной работы систем дальности, управления антенной и счета. Основное усиление сигналов в приемнике осуществляется на промежуточной частоте 30 МГц.

Конструктивно приемник разделен на блоки. Блок МТМ-35 — электронный параметрический усилитель (ЭПУ) — обеспечивает первоначальное усиление принятых высокочастотных сигналов и их распределение по каналам АФС, выполняя функцию антенного переключателя.

Предварительное усиление на промежуточной частоте производится в блоке МТМ-31.

Главный усилитель МТМ-32 разделен на каналы: дальности (обеспечивает работу системы измерения дальности); угловой автоматики (обеспечивает работу системы управления антенной). В блоке МТМ-33 формируются считаемые импульсы метеоданных. В блоке МТМ-34 размещен генератор накачки ЭПУ.

Система измерения дальности предназначена для синхронизации работы магнетронного передатчика, наблюдения и выбора объекта по индикатору дальности, ручного и автоматического сопровождения объекта по дальности, измерения дальности и передачи данных в систему регистрации, формирования импульсов, управляющих работой приемной системы, и синхронизации системы счета.

В системе имеется индикатор для визуального наблюдения сигналов от объекта с масштабом развертки 30 и 2 км. Задержка начала развертки электронно-лучевой трубки может плавно меняться относительно импульса запуска, что обеспечивает плавный выбор диапазона наблюдаемого сигнала в пределах всей дальности автосопровождения — 250 км. В системе предусмотрена схема автодальномера, которая обеспечивает автоматическое сопровождение по дальности и передачу данных о дальности в систему регистрации. Сопровождение по дальности можно осуществлять и вручную. Система разделена на блоки: дальности МТМ-51; автосопровождения по дальности МТМ-52; управления по дальности МТМ-53.

Система управления антенной обеспечивает управление положением антенны. Предусмотрены три режима работы системы: ручного управления, автоматического сопровождения и дистанционного управления.

Режим ручного управления используется для поиска объекта и сопровождения его перед переходом на автоматическое сопровождение. Режим автоматического сопровождения используется для точного определения угловых координат сопровождаемого объекта. Режим дистанционного управления позволяет управлять антенной системой с выносного пульта ручного управления.

Конструктивно система управления антенной разделена на блоки: блок управления антенной МТМ-71; блок сопровождения по азимуту и углу места МТМ-72; блок магнитных усилителей МТМ-73; блок антенной колонки МТМ-74; блок автосопровождения по угловым координатам МТМ-75; пульт дистанционного управления МТМ-76.

Система счета необходима для подсчета числа импульсов метеоданных в определенном интервале времени, поступающих от радиозонда, и для синхронизации работы системы передачи и регистрации данных.

Подсчет импульсов единиц и десятков метеоданных производится счетчиком МТМ-41, а сотен и тысяч — счетчиком МТМ-42. В блоке эталонных импульсов МТМ-43 формируются импульсы, определяющие время счета и время печати результатов счета, и импульсы сброса результатов счета.

Система счета может работать в режиме «Абсолютный счет», когда время подсчета импульсов равно 1 с, и в режиме «Относительный счет», когда время подсчета импульсов может изменяться оператором в пределах 0,87—0,99 с. В случае возникновения замираний сигналов счет прекращается на время замирания. Результаты счета контролируются по приборам.

Кроме того, в системе счета вырабатываются импульсы с частотой следования 1000 Гц для проверки работы системы и на напряжение синхронизации счетчика времени. Индикацию счета импульсов обеспечивает блок электронного индикатора счета импульсов МТМ-44.

Система передачи и регистрации данных предназначена для передачи значений текущих угловых координат и наклонной дальности цели в автоматическое регистрирующее устройство МТМ-62 и для регистрации времени, текущих координат и метеоданных на бумажной ленте. Передача угловых координат с антенной колонки и наклонной дальности из системы дальности осуществляется с помощью сельсинных связей. Печать этих данных происходит через каждые 5 или 30 с. Метеоданные печатаются через каждые 2,5 или 5 с специальными механизмами печати.

Программа регистрации метеоданных, т. е. темп регистрации, вырабатывается в блоке эталонных импульсов.

Формирование напряжений, обеспечивающих регистрацию угловых координат и дальности, производится в блоке сервоусилителей МТМ-61 и в блоке магнитных усилителей МТМ-63.

Система электропитания служит для обеспечения всех систем станции необходимыми для их нормальной работы напряжениями.

На вход системы подается напряжение 220 В, 400 Гц от станции питания или от сетевого агрегата питания.

1.4. Особенности работы станции

На станции «Метеорит-2» предусмотрены два режима работы: «Уголковый отражатель» и «Радиозонд».

В режиме «Уголковый отражатель» радиолокационная станция пеленгует уголковый отражатель, поднимаемый на оболочке, наполненной водородом (радиопилот), при этом определяются его угловые координаты и наклонная дальность. Передающая система РЛС работает импульсами, благодаря чему шар-пилот с уголковым отражателем облучается энергией СВЧ. Отраженная от уголкового отражателя энергия принимается антенной РЛС и после преобразования и усиления подается на индикаторное устройство. По времени запаздывания отраженного импульса относительно зондирующего определяется наклонная дальность D :

$$D = \frac{ct}{2},$$

где c — скорость распространения радиоволн, t — время запаздывания отраженного импульса.

Текущие угловые координаты радиопилота определяются методом конического развертывания диаграммы направленности антенной системы с высокой точностью. По данным угловых координат и наклонной дальности определяются скорость и направление ветра. Дальность автоматического сопровождения уголкового отражателя со стороны основания уголка 500 мм составляет 60 км.

В режиме «Радиозонд» станция работает совместно с радиозондом РКЗ. Серийный радиозонд представляет собой телеметрическое устройство, способное измерять метеорологические элементы и передавать информацию по радиоканалу на наземную установку, в качестве которой используют РЛС. Радиозонд выпускается в свободный полет с помощью оболочки, наполненной водородом. Радиозонд и наземная установка, объединенные каналом радиосвязи, представляют собой систему зондирования атмосферы. Данные о температуре и влажности воздуха передаются в виде сигналов. В РКЗ применяется число-импульсная система формирования сигналов. Чувствительные элементы температуры и влажности через определенные интервалы времени подключаются поочередно к сеточной цепи измерительного генератора радиоблока РКЗ, вырабатывающего импульсы напряжения отрицательной полярности. Частота повторения этих импульсов определяется величиной сопротивления резисторов того или другого чувствительного элемента, подключенного к сеточной цепи генератора. С выхода измерительного генератора импульсы отрицательной полярности управляют работой передат-

чика СВЧ радиозонда, образуя паузы в излучении. По частоте пауз в излучении передатчика радиозонда определяют температуру и влажность воздуха.

При обработке данных температуру и влажность обычно определяют по отношению частоты температуры или влажности к опорной частоте, периодически вырабатываемой передатчиком:

$$\frac{F_t}{F_{оп}} \text{ и } \frac{F_u}{F_{оп}}.$$

Передатчик СВЧ радиозонда управляется также модулятором — генератором синусоидальных колебаний 800 кГц. Модулятор обеспечивает сверхрегенеративный режим работы передатчика. Колебания 800 кГц (суперный шум), вырабатываемые передатчиком радиозонда, используются для сопровождения радиозонда по угловым координатам. В этом режиме передатчик радиозонда, кроме функций передачи сведений о метеорологических элементах, выполняет функции радиолокационного ответчика, реагирующего на импульсные сигналы запроса, посылаемые радиолокационной станцией с частотой 416 Гц. По времени запаздывания ответного сигнала радиозонда относительно запросного импульса станции определяется наклонная дальность до радиозонда.

На экране индикатора дальности ответный импульс выделяется увеличением амплитуды суперного шума над средним уровнем этих шумов и последующей паузой (прекращением суперного шума на время около 1 мкс после импульса). При сопровождении радиозонда станция работает по активной цели. Мощность сигналов передатчика радиозонда значительно больше мощности сигналов, отраженных от уголкового отражателя, что позволяет определять координаты радиозонда и метеоданные на больших удалениях от станции, порядка 250 км.

Атмосферное давление на различных высотах подъема радиозонда вычисляется на основе барометрической формулы при использовании полученных данных: высоты подъема радиозонда, температуры воздуха на соответствующих высотах и наземного давления.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные тактико-технические данные станции «Метеорит-2».
2. Нарисуйте блок-схему станции «Метеорит-2» и расскажите о назначении каждого блока.
3. Какие режимы работы предусмотрены на станции и чем они отличаются?

Передающая система МТМ-10

2.1. Технические данные

Передающая система, состоящая из стойки передатчика МТМ-10, блока управления передатчиком МТМ-11 и передатчика малой мощности МТМ-12, характеризуется следующими основными данными:

- частота генерируемых колебаний 1770—1795 МГц;
- частота следования импульсов 416 Гц;
- длительность импульсов магнетронного генератора 1,5 мкс, мощность в импульсе 200 кВт;
- длительность импульсов генератора малой мощности 0,7 мкс, мощность в импульсе 1—2 кВт.

2.2. Функциональная схема передатчика малой мощности МТМ-12

На рис. 2.1 изображена функциональная схема передатчика малой мощности.

В режиме «Радиозонд» в начале радиозондирования работает передатчик малой мощности. При удалении радиозонда до

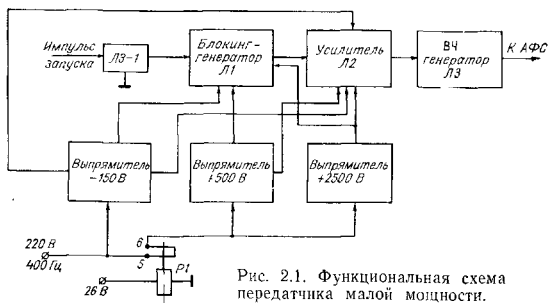


Рис. 2.1. Функциональная схема передатчика малой мощности.

1—2 км включается автоматически передатчик большой мощности, при этом высокое напряжение с передатчика малой мощности снимается. Переключение передатчиков происходит автоматически путем переключения импульса запуска с входа передат-

чика малой мощности на вход передатчика большой мощности. Положительные импульсы запуска передатчика малой мощности амплитудой 60—100 В и длительностью 0,4 мкс с блока МТМ-51 подаются в блок МТМ-12 на линию задержки ЛЗ-1. Запускающие импульсы, задержанные в ЛЗ-1 на 0,1 мкс, управляют работой импульсного модулятора, состоящего из блокинг-генератора Л1 и усилителя Л2. Блокинг-генератор формирует импульсы амплитудой 390—460 В и длительностью 0,7 мкс. С усилителя Л2 импульсы амплитудой 2300 В подаются на запуск высокочастотного генератора Л3. Частота следования импульсов модулятора равна частоте запускающих импульсов. Высокочастотный генератор с приходом на анод лампы модулирующих импульсов генерирует импульсы высокочастотной энергии. Пусковое реле Р1 выключает высокое напряжение передатчика малой мощности при перегрузке выпрямителя.

2.3. Функциональная схема передатчика большой мощности

Передатчик большой мощности запускается импульсами запуска с МТМ-51 (рис. 2.2) амплитудой 60—100 В и длительностью 0,4 мкс, которые поступают из канала запуска блока дальности МТМ-51 в блок МТМ-11 на генератор импульсов поджига Л1. Сформированные генератором поджига, положитель-

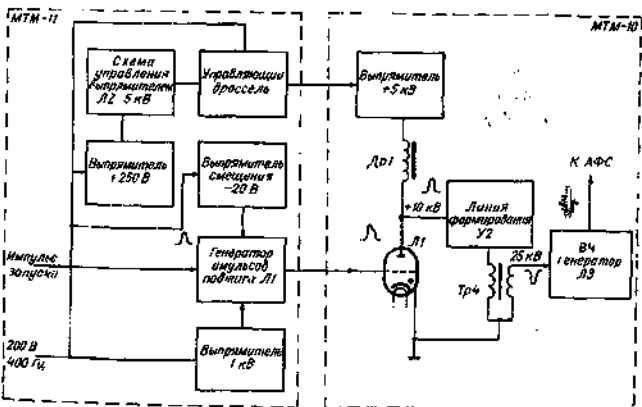


Рис. 2.2. Функциональная схема передатчика большой мощности.

ные импульсы амплитудой 250 В и длительностью 5—9 мкс используются для поджига тиратронного модулятора *Л1*, расположенного в стойке передатчика МТМ-10. Тиратрон *Л1*, зарядный дроссель *Др1*, линия формирования *У2* и повышающий импульсный трансформатор *Тр4* представляют собой импульсный модулятор с полным разрядом накопителя энергии. Отрицательные импульсы напряжения модулятора амплитудой 22—24 кВ и длительностью 1,5 мкс подаются на катод магнетрона *Л3*, возбуждая в нем мощные импульсы высокочастотных колебаний. Частота следования импульсов модулятора определяется частотой следования импульсов поджига, которая равна частоте запускающих импульсов — 416 Гц.

2.4. Принципиальная схема передатчика малой мощности МТМ-12

Передатчик малой мощности запускается импульсами запуска с блока МТМ-51 системы измерения дальности. Эти импульсы управляют импульсным модулятором, состоящим из блокинг-генератора *Л1* (рис. 2.3) и усилителя *Л2*. Линия задержки *ЛЗ-1* на входе модулятора устанавливает время задержки зондирующего импульса передатчика малой мощности, которое соответствует времени задержки зондирующего импульса передатчика большой мощности.

Блокинг-генератор собран по схеме с параллельным запуском. В нормальном состоянии обе половины лампы *Л1* заперты отрицательным напряжением, подаваемым в цепи управляющих сеток.

С приходом на сетку левой половины лампы *Л1* положительного импульса запуска генератор возбуждается. Положительные импульсы с выхода блокинг-генератора поступают на управляющую сетку усилителя. Длительность этих импульсов определяется параметрами линии формирования *У1*, которая состоит из пятисекционной катушки индуктивности и пяти конденсаторов. Гнездо *Г7* выведено для контроля импульсов блокинг-генератора.

Усилитель собран по трансформаторной схеме на лампе *Л2*. В нормальном состоянии лампа *Л2* заперта отрицательным напряжением смещения (—150 В), которое подается на управляющие сетки ламп через обмотку 5—6 трансформатора *Тр5* блокинг-генератора. Положительные импульсы блокинг-генератора отпирают лампу усилителя. На выходной обмотке 3—4 трансформатора *Тр6* образуются положительные импульсы амплитудой 2300 В и длительностью 0,7 мкс, которые через высоковольтный разъем *Ш2*, *Ш3* поступают на анод лампы высокочастотного генератора.

Высокочастотный генератор собран на металлокерамической лампе ЛЗ, контурами которого служат коаксиальные линии. Анодно-сеточный контур представляет собой отрезок коаксиальной линии длиной $3/4 \lambda$, короткозамкнутый на одном конце и нагруженный на междуэлектродную емкость сетка—анод лампы ЛЗ на другом конце. Изменением длины коаксиальной линии с помощью подвижного короткозамкнутого поршня С14 произ-

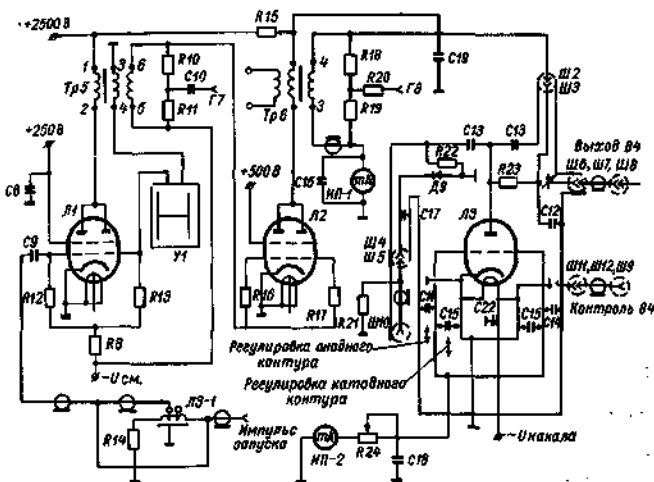


Рис. 2.3. Принципиальная схема передатчика малой мощности.

водится настройка анодно-сеточного контура на заданную частоту.

Конденсатор С13 блокировочный, служит для разделения анодной цепи лампы от корпуса по постоянному току.

Аналогично выполнен катодно-сеточный контур, нагруженный на междуэлектродную емкость сетка—катод лампы. Этот контур настраивается на ту же частоту, что и анодно-сеточный с помощью короткозамкнутого поршня С15. Конденсаторы С13, С14, С15 выполнены в виде втулок. Обратная связь между контурами выполнена в виде трех штырей связи. Напряжение, выделяемое на R24 за счет сеточных токов, служит источником сеточного смещения лампы, которое можно регулировать. С помощью приборов ИП-1 и ИП-2, установленных на передней

панели блока МТМ-12, осуществляется контроль тока анода и тока сетки соответственно. Для контроля огибающей высокочастотных колебаний на переднюю панель блока выведен разъем *Ш10*. Огибающая выделяется путем детектирования высокочастотного сигнала детекторной секцией *Д9*, *С17*. Отбор мощности производится с анодно-сеточного контура при помощи диска связи, изменение положения которого позволяет менять величину выходной мощности в определенных пределах.

Через разъемы *Ш6*, *Ш7* и *Ш8* импульсы высокочастотной энергии поступают в штырь-конусную ненаправленную антенну. Высокочастотный разъем *Ш9*, выведенный на переднюю панель блока, позволяет контролировать наличие высокочастотного сигнала и его параметры.

2.5. Принципиальная схема передатчика большой мощности

Схема передатчика большой мощности приведена на рис. 2.4. Генератор импульсов поджига собран по схеме блокинг-генератора с параллельным запуском. Он вырабатывает положительные прямоугольные импульсы амплитудой 250 В и длительностью 5—9 мкс, которые подаются на управляющий электрод водородного тиратрона модулятора для его поджига. Расположен генератор в блоке МТМ-11.

Запуск генератора осуществляется положительными импульсами запуска, приходящими с блока МТМ-51.

Для контроля импульса запуска передатчика на переднюю панель блока МТМ-11 выведено гнездо *Г1*. Цепочка *Р11*, *С12* является фильтрующим элементом, а также накопителем энергии в интервалах между импульсами и служит дополнительным источником питания в момент прохождения через лампу импульса анодного тока. Резистор *Р18* ослабляет реакцию сеточной цепи тиратрона на работу блокинг-генератора в момент разряда накопителя энергии линии формирования *У2*.

В модуляторе применена типовая схема с полным разрядом накопителя энергии, включающая в себя линию формирования *У2*, водородный тиратрон *Л1*, зарядный дроссель *Др1* и повышающий импульсный трансформатор *Тр4*.

В интервале времени между импульсами поджига тиратрон заперт. Линия формирования *У2* заряжается через дроссель *Др1* резонансным способом от выпрямителя +5 кВ.

С приходом на управляющий электрод положительного импульса генератора поджига тиратрон зажигается, его внутреннее сопротивление резко падает и линия формирования разряжается через тиратрон на первичную обмотку импульсного

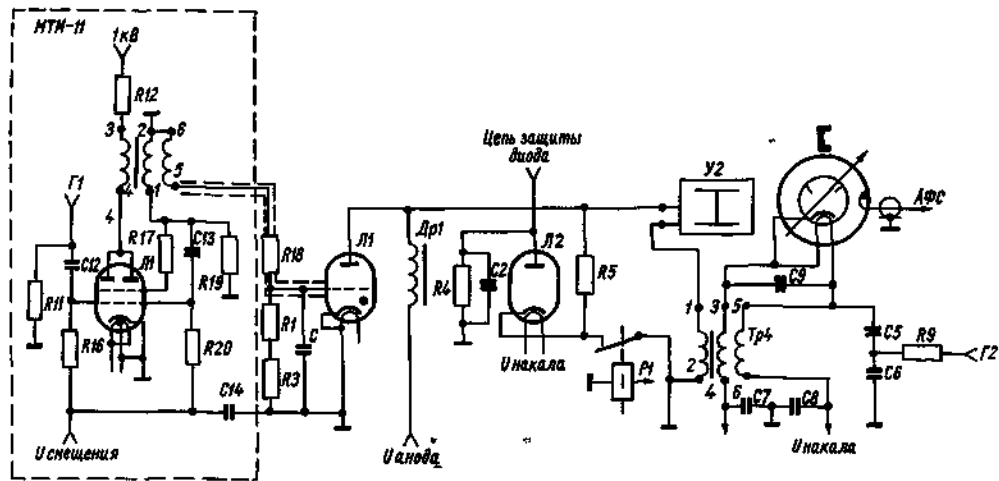


Рис 24 Принципиальная схема передатчика большой мощности

трансформатора $Tr4$, который повышает амплитуду импульсов напряжения до 22—24 кВ и подает их на катод магнетрона.

Линия формирования состоит из четырехсекционной катушки индуктивности и четырех емкостей. Параметры L , C подобраны таким образом, что волновое сопротивление линии равно сопротивлению нагрузки.

Индуктивность зарядного дросселя $Dp1$ подобрана так, чтобы собственная частота цепи заряда линии была вдвое меньше частоты следования импульсов запуска передатчика. Это позволит к моменту поджига тиратрона зарядить линию формирования до напряжения порядка 8,5—9 кВ, вдвое превышающего напряжение выпрямителя. Кроме того, зарядный дроссель служит для ограничения тока в моменты разряда линии, когда малое внутреннее сопротивление зажженного тиратрона шунтирует выпрямитель.

С выхода магнетронного генератора высокочастотные импульсы по жесткому коаксиальному фидеру подаются к излучателю антенны. Для контроля модулирующих импульсов предусмотрено гнездо $G2$. С целью устранения перенапряжений на высокочастотных элементах модулятора и подавления отрицательного импульса напряжения, возникающего на линии $У2$ после ее разряда, применена цепочка, состоящая из резисторов $R4$, $R5$, диода $D2$ и конденсатора $C2$.

2.6. Антенно-фидерная система МТМ-20

Антенно-фидерная система обеспечивает канализацию высокочастотной энергии при передаче в диапазоне 1770—1795 МГц, при приеме в диапазоне 1745—1795 МГц.

Ширина диаграммы направленности составляет $5 \pm 1,0^\circ$ на уровне $0,5 P_{\text{макс}}$. Обзор пространства по азимуту неограничен, по углу места — от -12 до $+90^\circ$.

Диаграмма направленности штырь-конусной антенны имеет тороидальную форму. Максимум излучения направлен под небольшим углом места к горизонту, минимум излучения — в зенит. Для излучаемой электромагнитной энергии характерна вертикальная ориентация электрического поля.

Основными узлами антенно-фидерной системы (рис. 2.5) являются высокочастотные коаксиальные фидеры, медленно вращающиеся соединения и антенна.

Каждый узел высокочастотного фидера изготовлен из двух латунных трубок, одна из которых помещена внутри другой. Электромагнитная энергия при передаче по такой линии заключена в пространстве между внутренним и наружным проводниками, поэтому потери на излучение отсутствуют. Внутренняя

трубка удерживается на осевой линии относительно наружной при помощи четвертьволновых изоляторов (рис. 2.6).

Медленно вращающиеся соединения обеспечивают передачу сигналов от передатчика к антенне и от антенны к приемнику.

Антенна состоит из параболического отражателя с фильтром и антенной головки. Поверхность параболоида перфорирована с целью уменьшения веса параболоида и парусности. Диаметр отражателя параболоида 2500 мм, фокусное расстояние 750 мм.

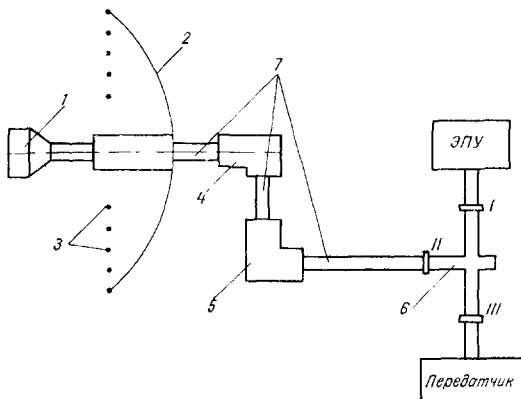


Рис. 2.5. Антенно-фидерная система.

1 — антенная головка, 2 — рефлектор, 3 — фильтр, 4 — угломестный высокочастотный токосъемник, 5 — азимутальный высокочастотный токосъемник, 6 — тройник, 7 — участки жесткой коаксиальной линии

Горизонтально натянутые проводники по внешнему краю параболоида выполняют роль поляризационного фильтра. Расстояние между проводниками должно быть меньше полуволны. Через фильтр проходит только вертикальная составляющая напряженности электрического поля излучения антенны.

Антенная головка является излучателем подводимой к ней электромагнитной энергии. Она состоит из неподвижного полуволнового вибратора и вращающегося контррефлектора.

Принцип работы антенно-фидерной системы заключается в следующем. Электромагнитная энергия с передатчика через высокочастотный выход магнетрона подается по высокочастотному фидеру через тройник, азимутальное и угломестное медленно вращающиеся соединения в антенную головку. Излучатель

в виде полуволнового вибратора излучает энергию как в сторону параболического отражателя, так и в сторону контррефлектора. Контррефлектор отражает электромагнитную энергию, направляя ее к параболоиду, где она складывается с энергией, излученной вибратором непосредственно в сторону параболического отражателя. Контррефлектор представляет собой коротко замкнутый отрезок круглого волновода, на боковой стенке которого прорезаны четыре щели. Щели расположены асимметрично относительно оси вращения антенной головки и длина их близка к половине длины волны. Токи высокой ча-

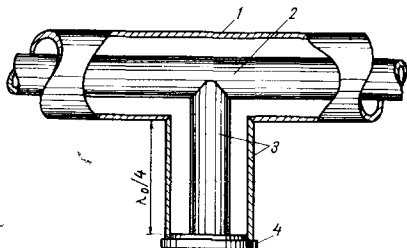


Рис 26 Четвертьволновый участок волновода АФС

1 — внешний проводник коаксиальной линии, 2 — внутренний проводник коаксиальной линии, 3 — четвертьволновый изолятор, 4 — короткозамкнутый участок четверть волнового изолятора

стоты, протекающие по боковой поверхности контррефлектора, пересекают щели и возбуждают их. При асимметричном расположении щелей энергия, отраженная от контррефлектора, смещается относительно вершины параболического отражателя. Энергия, отраженная от зеркала параболического отражателя, формируется в узкий пучок, ось которого наклонена относительно геометрической оси параболоида на угол, равный примерно $4,5-6^\circ$.

При вращении контррефлектора луч описывает в пространстве коническую поверхность, в результате чего образуется равносигнальная зона в излучении.

В режиме «Прием» энергия отраженного или ответного сигнала принимается на зеркало параболоида и, отражаясь от него, концентрируется на полуволновом вибраторе антенной головки. Токи высокой частоты, возникшие в вибраторе, передаются в обратном порядке на вход электронного параметрического усилителя, который одновременно выполняет функцию антенного переключателя.

Штырь-конусная антенна используется только как передающая в начальное время сопровождения радиозонда до дальности 1—2 км. Ее конструкция включает в себя штырь-конусный излучатель со штангой и соединительный кабель с трансформатором.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные технические характеристики передающей системы МТМ-10.
2. Расскажите по функциональной схеме о работе передатчика малой мощности.
3. Расскажите по принципиальной схеме, как генерируется зондирующий импульс в передатчике малой мощности.
4. По функциональной схеме расскажите о работе модулятора передатчика большой мощности.
5. Какую функцию выполняет антенно-фидерная система?
6. Как устроен контррефлектор антенной головки?
7. Объясните работу четвертьволнового участка длинной линии.
8. Каков принцип работы параболической антенны?

ГЛАВА 3

Приемная система МТМ-30

3.1. Функциональная схема приемной системы

Приемная система выполнена по супергетеродинной схеме с автоматической и ручной регулировкой усиления, а также с автоматической и ручной подстройкой частоты гетеродина.

Приемная система может работать в двух режимах: «Угловой отражатель» и «Радиозонд». Поэтому при изложении принципа работы приемной системы особенности работы в том или другом режиме будут рассмотрены особо.

Высокочастотные сигналы от радиозонда или углового отражателя, принятые антенной, по фидерному тракту поступают в электронный параметрический усилитель (ЭПУ) (рис. 3.1). ЭПУ выполняет функцию маломощного усилителя высокой частоты, а также совместно с тройником АФС образует антенный переключатель, защищающий приемную систему от воздействия мощных импульсов передатчика. Для создания режима усиления ЭПУ на его вход подаются высокочастотные колебания с генератора накачки блока МТМ-34. Частота накачки превышает частоту принимаемых сигналов в два раза. Уровень колебаний генератора накачки регулируется аттенуатором.

Усиленный в ЭПУ сигнал через полосовой фильтр поступает на смеситель, куда одновременно с гетеродина Л9 подаются непрерывные высокочастотные колебания. Частота колебаний гетеродина на 30 МГц выше частоты принимаемых сигналов. В результате смешивания двух напряжений с разными частотами в смесителе выделяется разностная (промежуточная) частота, равная 30 МГц. На этой промежуточной частоте осуществляется основное усиление сигнала.

С выхода смесителя сигнал с частотой 30 МГц поступает на входной контур предварительного усилителя промежуточной частоты (ПУПЧ), выполненного на лампах Л1—Л5 и разме-

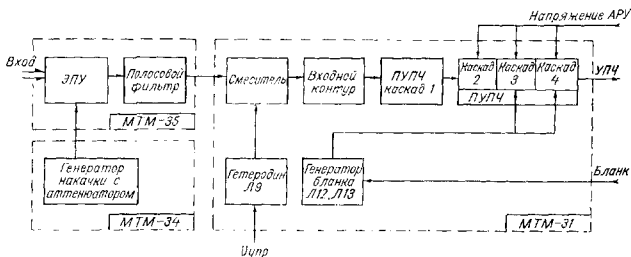


Рис. 3.1. Функциональная схема блока приемника МТМ-30.

щенного в блоке МТМ-31. Три последних каскада ПУПЧ охвачены автоматической регулировкой усиления (АРУ). На каскады 3 и 4 ПУПЧ с генератора бланка Л12 и Л13 подается бланкирующий импульс. Запускается генератор бланка импульсами запуска передатчика. Бланкирующие импульсы используются для запираания каскадов ПУПЧ на время действия мощных зондирующих импульсов передатчика.

С выхода ПУПЧ сигнал по высокочастотному кабелю поступает в главный усилитель МТМ-32 (рис. 3.2). Главный усилитель предназначен для усиления и преобразования по форме сигналов промежуточной частоты, необходимых для использования в системах измерения дальности и угловой автоматики.

Тракт усиления и преобразования по форме сигналов разбит на два канала: канал дальности и канал угловой автоматики. Сигнал промежуточной частоты усиливается двумя каскадами УПЧ (Л6 и Л7) и поступает одновременно в оба канала. В канале дальности осуществляются усиление сигнала на частоте 30 МГц, выделение видеосигнала, усиление и передача его в систему измерения дальности.

Сигнал, усиленный каскадами усилителя *Л6* и *Л7*, поступает на УПЧ канала дальности *Л8*. Коэффициент усиления каскада может изменяться с помощью потенциометра *R50* путем изменения напряжения смещения на управляющей сетке лампы. С выхода УПЧ канала дальности сигнал поступает на детектор *Д1* канала дальности, где выделяется видеосигнал, подаваемый затем на двухкаскадный видеоусилитель, собранный на лампах *Л9*, *Л10*. С выхода видеоусилителя, собранного на лампе *Л9*, положительные видеосигналы, ограниченные сверху на уровне 30 В, через катодный повторитель (*Л11*) подаются в блок автосопровождения по дальности МТМ-52. С видеоусилителя (*Л10*) усиленные по амплитуде до 100 В видеопульсы отрицательной полярности поступают в блок индикатора дальности МТМ-51.

Канал угловой автоматики необходим для преобразования частоты 30 МГц в видеосигнал, используемый в системе управления антенной. В этом же канале формируется постоянное напряжение, необходимое для автоматической регулировки усиления трех каскадов ПУПЧ.

В канале угловой автоматики сигнал промежуточной частоты усиливается двухкаскадным усилителем *Л12*, *Л13*. Коэффициент усиления каскада *Л12* может изменяться с помощью потенциометра *R67* в режиме работы станции «Угловой отражатель» или с помощью потенциометра *R68* в режиме «Радиозонд» путем изменения смещения на лампе.

После усиления по промежуточной частоте сигнал в зависимости от режима работы направляется либо в канал угловой автоматики углового отражателя, либо в канал угловой автоматики радиозонда.

Канал угловой автоматики углового отражателя состоит из детектора *Д2* и видеоусилителя *Л14* и *Л15*. Детектор *Д2* выделяет импульсы отрицательной полярности, промодулированные частотой сигнала ошибки 24 Гц. Усиленный видеоусилителем сигнал поступает в систему управления антенной, а также через контакты реле *P4* на детектор АРУ (*Л16а*).

При работе по угловому отражателю УПЧ *Л13* нормально закрыт и открывается в момент действия принятого сигнала импульсом положительной полярности амплитудой 120 В и длительностью 0,3 мкс (ультраузкий строб — УУС), поступающим с блока МТМ-52 через контакты реле *P3* на экранную сетку лампы *Л13*.

При работе с радиозондом каскад на лампе *Л13* нормально открыт и бланкируется (запирается) импульсом отрицательной полярности амплитудой 130 В на 100—120 мкс, на время действия зондирующего импульса передатчика. Бланкирующий импульс опережает на 15—20 мкс импульс запуска передатчика.

Он формируется мультивибратором *Л17* и усилителем *Л18*. Запуск мультивибратора производится импульсом отрицательной полярности, поступающим с блока дальности МТМ-51.

Схема автоматической регулировки усиления (*АРУ*) обеспечивает постоянство амплитуд сигналов на выходе приемной системы при значительных изменениях сигналов на входе. При этом схема реагирует только на медленные изменения амплитуды сигнала, происходящие в результате изменения дальности до цели, и не реагирует на быстрые изменения, обусловленные флуктуациями сигнала и коническим развертыванием диаграммы направленности антенны.

Напряжение отрицательной полярности, выделяемое на детекторе *АРУ*, через контакты тумблера *В4* «*АРУ—РРУ*» поступает на катодный повторитель *Л16б*. С катодного повторителя напряжение *АРУ* подается на три каскада *ПУПЧ* в блок МТМ-31. Переключением тумблера *В4* в положение *РРУ* вход катодного повторителя подключается к потенциометру *Р96* «Усиление», с которого и снимается управляющее напряжение на сетку катодного повторителя. Потенциометром *Р95* «Установка нуля *АРУ*» устанавливается нулевое напряжение на выходе схемы *АРУ* при отсутствии сигнала на входе схемы. Потенциометром *Р92* «Задержка *АРУ*» регулируется напряжение задержки *АРУ*, т. е. устанавливается уровень сигнала, при котором *АРУ* не действует.

В режиме «Радиозонд» с помощью контактов реле *Р4* к входу схемы *АРУ* подключается полосовой фильтр, который защищает схему *АРУ* от воздействия на нее кратковременных импульсных помех. Применение такого фильтра вызвано тем, что схема *АРУ* в режиме «Радиозонд» не стробируется.

В канале угловой автоматики радиозонда сигнал промежуточной частоты поступает на детектор *Д3*, который выделяет из преобразованного сигнала радиозонда видеосигнал частоты 800 кГц. С выхода детектора через катодный повторитель *Л19* видеосигнал подается в блок формирования считаемых импульсов МТМ-33.

В режиме работы «Радиозонд» предусмотрена автоматическая подстройка частоты гетеродина, для чего с каскада *УПЧ Л6* канала дальности сигнал поступает в канал *АПЧ*.

В канале *АПЧ* формируется напряжение, которое обеспечивает подстройку частоты гетеродина таким образом, что промежуточная частота приемника в процессе работы станции поддерживается равной частоте 30 МГц с точностью $\pm 0,2$ МГц.

После усиления усилителем промежуточной частоты *Л1* и ограничения по амплитуде усилителем-ограничителем, собранным на лампе *Л2*, сигнал подается на частотный детектор (дискриминатор) *Л3*. В дискриминаторе выделяется постоянное

напряжение, величина и полярность которого изменяются пропорционально изменению промежуточной частоты. Напряжение с дискриминатора подается на усилитель постоянного тока *Л5* и далее через контакты реле *Р1* на отражатель клистрона гетеродина *Л9* в блок МТМ-31 (см. рис. 3.1).

В схеме предусмотрена ручная подстройка частоты, когда напряжение на отражатель клистрона снимается с потенциометра *R29* «Выбор зоны РПЧ». Необходимая величина напряжения на отражателе устанавливается потенциометром *R27* «Напряжение на отражателе клистрона».

При работе в режиме «Угловой отражатель» срабатывает реле *Р1* и действует только ручная подстройка частоты.

Для контроля отклонения частоты от номинального значения 30 мГц используется микроамперметр *ИП-1*, на который подается напряжение с дискриминатора канала *АПЧ*, предварительно усиленное усилителем постоянного тока *Л4*. Этим же прибором контролируется ток детектора канала дальности.

На рис. 3.3 изображена функциональная схема блока формирования считаемых импульсов МТМ-33. Блок МТМ-33 предназначен:

— для выделения из видеосигналов радиозонда синусоидального сигнала частоты 800 кГц, преобразования его в сигнал второй промежуточной частоты 465 кГц, усиления сигнала 465 кГц, стабилизации амплитуды и частоты сигнала на выходе канала угловой автоматики радиозонда и передачи этого сигнала в систему управления антенной (блок МТМ-75);

— для формирования напряжения запрета, носящего название «Перепад АРУ», и передачи его в систему счета (блок МТМ-43);

— для формирования считаемых импульсов и передачи их в систему счета (блок МТМ-41).

С катодного повторителя *Л19* блока МТМ-32 видеосигналы радиозонда поступают в усилитель высокой частоты *Л1* блока МТМ-33. Регулировка уровня сигнала на входе усилителя производится с помощью потенциометра *R1* «Усиление». Каскад усилителя *Л1* собран по резонансной схеме. Первая гармоника сигнала радиозонда, равная 800 кГц и усиленная *УВЧ Л1*, поступает на преобразователь, выполненный на лампе *Л2*. Гетеродин преобразователя настраивается на частоту, отличную от частоты сигнала радиозонда на 465 кГц, с помощью переменного конденсатора, спаренного с конденсатором настройки *УВЧ Л1*. Настройка *УВЧ* и гетеродина осуществляется одновременно с помощью ручки «Настройка».

Реактивная лампа *Л3* выполняет функцию эквивалентной индуктивности, включенной параллельно индуктивности контура гетеродина в схеме автоподстройки частоты.

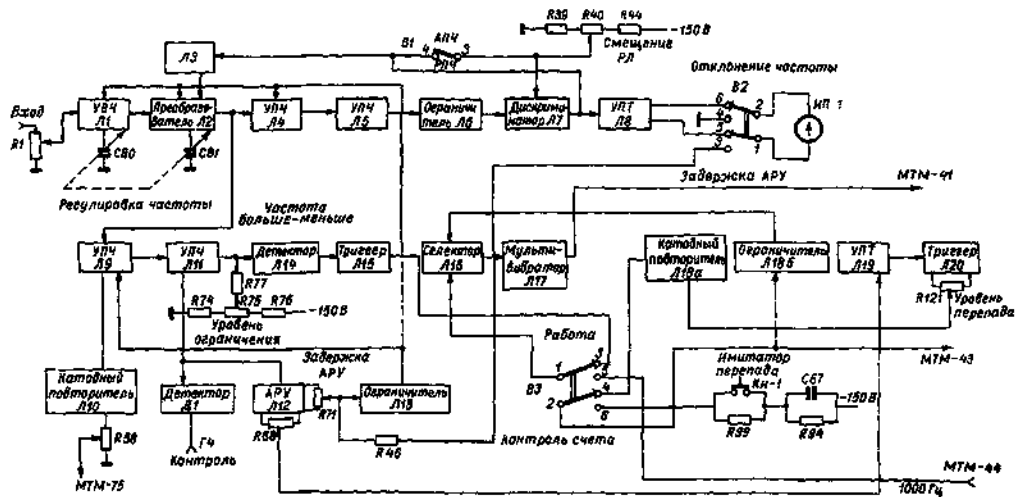


Рис 33 Функциональная схема блока МТМ 33

С выхода преобразователя сигнал второй промежуточной частоты 465 кГц подается на вход усилителя промежуточной частоты Л9, а с УПЧ Л9 — на катодный повторитель Л10. С катодного повторителя сигнал частоты 465 кГц с огибающей 24 Гц подается в систему управления антенной (блок МТМ-75). С помощью потенциометра R58 «Усиление КУАРЗ» можно менять уровень сигнала на входе блока МТМ-75.

Сигнал с выхода УПЧ Л9 подается также на схему формирования считаемых импульсов, состоящую из усилителя Л11, детектора Л14, триггера Л15, селектора Л16 и мультивибратора Л17. Сигнал, усиленный усилителем Л11, детектируется детектором Л14, на выходе которого образуются видеоимпульсы отрицательной полярности. Задний фронт импульсов соответствует началу паузы в излучении радиозонда. Триггер Л15 запускается задним фронтом этих импульсов. Сформированные триггером положительные импульсы, соответствующие паузам в излучении радиозонда, через тумблер В3 в положении «Работа» поступают на селектор Л16. Лампа селектора нормально открыта, а на время замирания сигнала запирается перепадом напряжения, поступающего со схемы формирования перепада. Таким образом, во время приема сигнала, величина которого больше двойного уровня шумов, селектор Л16 открыт и работает как усилитель, а на время глубокого замирания сигнала, когда величина его меньше двойного уровня шумов, селектор запирается и формирование считаемых импульсов прекращается.

Усиленные селектором импульсы запускают мультивибратор Л17, формирующий считаемые импульсы положительной полярности длительностью 120 мкс, амплитудой 60 В, частота следования которых равна частоте пауз в излучении радиозонда. Считаемые импульсы подаются в систему счета блока МТМ-41.

Устранение влияния собственных шумов приемника на работу триггера Л15 осуществляется установкой уровня ограничения потенциометром R75.

В положении тумблера В3 «Контроль счета» производится проверка работы системы счета. На вход открытого селектора с блока МТМ-44 подаются импульсы частотой 1000 Гц. Замирания сигнала радиозонда имитируют нажатием кнопки Кн1 «Имитатор перепада», выведенной на переднюю панель блока МТМ-33. С выхода усилителя Л11 сигнал частоты 465 кГц подается также на схему индикации сигналов радиозонда (Д1, Г4) и на детектор схемы АРУ 465 кГц. В детекторе Л12 сигнал 465 кГц детектируется и выделяется напряжение АРУ, которое после соответствующего преобразования подается на управляющие сетки лампы УВЧ Л1 и УПЧ Л2, Л4, Л9, что обеспечивает постоянство амплитуды выходного сигнала. Напряжение за-

держки АРУ регулируется потенциометром *R71* и контролируется по прибору ИП-1.

Схема формирования напряжения перепада состоит из усилителя постоянного тока УПТ *Л19*, триггера *Л20* и катодного повторителя *Л18а*.

Усилитель постоянного тока усиливает напряжение АРУ до величины, необходимой для управления триггером. Триггер *Л20* срабатывает при определенном значении напряжения АРУ, которое можно установить с помощью потенциометра *R68* «Порог перепада» (при двойном превышении сигнала над шумами).

Напряжение перепада, сформированное триггером, через катодный повторитель *Л18а* поступает в систему счета и на селектор *Л16* схемы формирования считаемых импульсов через контакты 2—4 тумблера *В3*. Уровень перепада регулируется потенциометром *R121*. Величина напряжения перепада равна —50 В.

3.2. Принципиальная схема параметрического усилителя

Параметрический усилитель с полосовым фильтром и вентилятором обдува выполнен в виде отдельного блока МТМ-35 (рис. 3.4).

Электронный параметрический усилитель (ЭПУ) при работе станции на прием выполняет функции малошумящего СВЧ усилителя, а при работе станции на передачу — роль разрядника защиты приемника. Он представляет собой электровакуумный прибор, в котором для передачи и усиления высокочастотных сигналов используются быстрые волны электронного потока, называемые циклотронными.

Электронный поток, сформированный в электронной пушке, проходит последовательно через входной элемент связи, резонансную систему, называемую квадрупольной из-за наличия четырех электродов, выходной элемент связи и попадает на коллектор. По всей длине прибора электронный поток фокусируется магнитным полем, резонансная частота которого определяется напряженностью магнитного поля, создаваемого соленоидом. Величина напряженности поля существенно влияет на усиление и шумовую температуру прибора. Для обеспечения резонанса, называемого циклотронным, на средней частоте полосы пропускания необходимо подбирать соответствующую напряженность магнитного поля из условия

$$\omega_{ц} = \omega_{с},$$

где $\omega_{ц}$ — циклотронная частота, $\omega_{с}$ — средняя частота полосы пропускания принимаемого сигнала.

Напряженность магнитного поля определяется током, протекающим по катушке соленоида. С помощью потенциометра, ось которого выведена на переднюю панель блока МТМ-89, можно регулировать ток катушки в пределах 0,4—0,6 А. Величина тока контролируется по прибору, установленному на передней панели того же блока.

Энергия высокочастотного сигнала во входном элементе связи преобразуется в кинетическую энергию вращения электронов, которые под действием входного сигнала двигаются по раскручивающимся спиральям вдоль оси прибора. Входной эле-

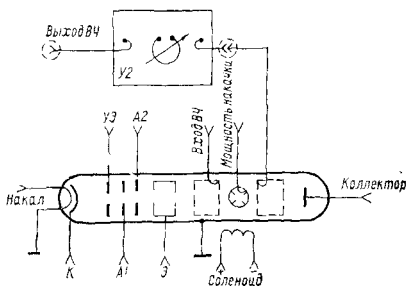


Рис. 34 Принципиальная схема электронного параметрического усилителя.

мент связи представляет собой резонатор с емкостным зазором.

Усиление энергии поперечных колебаний электронов, а следовательно, энергии полезного сигнала осуществляется в квадрупольной системе путем возмущения электронного потока высокочастотным полем, создаваемым генератором накачки, частота которого вдвое больше циклотронной частоты.

Высокочастотное напряжение накачки, действуя на систему электродов, раскручивает электронный поток, вращающийся с циклотронной частотой, увеличивая кинетическую энергию. В выходном элементе связи наводится ток, величина которого пропорциональна кинетической энергии электронного потока.

Под действием поперечных колебаний электронов возбуждается выходной элемент связи усилителя, устройство которого аналогично входному элементу. В выходном элементе связи происходит обратный процесс преобразования поперечных колебаний электронов в высокочастотный сигнал. На выходе ЭПУ установлен перестраиваемый полосовой фильтр, который с помощью элемента перестройки можно настраивать на любую частоту

рабочего диапазона. С выхода фильтра высокочастотный сигнал подается в блок МТМ-31 для преобразования и дальнейшего усиления.

При работе станции на передачу на вход ЭПУ поступает часть энергии зондирующего импульса. Мощность входного сигнала резко возрастает, что ведет к увеличению радиуса электронных траекторий и оседанию электронов на ламелях входного резонатора. Такое явление возможно при мощности входного сигнала 10^{-2} Вт.

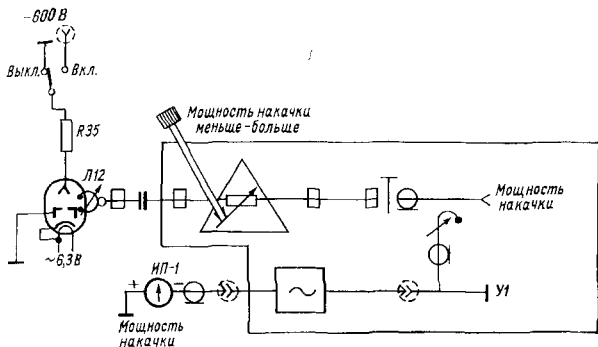


Рис. 3.5. Генератор накачки ЭПУ.

Вход ЭПУ оказывается как бы закороченным для мощного СВЧ сигнала. Длина фидера от плоскости короткого замыкания ЭПУ до средней линии тройника (АФС) выбрана такой, что входное сопротивление тройника в этом сечении бесконечно велико. Поэтому вся мощность сигнала СВЧ, генерируемая передатчиком, попадает в антенну, не ответвляясь в ЭПУ. Следовательно, при работе станции на передачу ЭПУ выполняет функции разрядника защиты присмника. Время восстановления ЭПУ после окончания импульса передатчика не превышает 0,1 мкс.

Генератор накачки ЭПУ. Генератор накачки конструктивно размещен в блоке МТМ-34. Назначение генератора — создавать СВЧ колебания частоты, вдвое превышающей циклотронную частоту ЭПУ и равной 3560 мГц.

Генератором накачки Л12 (рис. 3.5) служит клистрон типа К-92Б-1. Как видно из схемы, резонатор клистрона заземлен. На катод клистрона относительно резонатора подано напряжение —500 В со стабилизированного выпрямителя, расположен-

ного в блоке МТМ-87. Напряжение на отражатель и резонатор клистрона подключается с помощью реле времени, расположенного в том же блоке и срабатывающего через 2 мин после включения канала.

СВЧ колебания с выхода генератора через высокочастотный переход *У1* подаются на параметрический усилитель. Высокочастотный переход состоит из переменного волноводного аттенюатора, устройства для измерения проходящей мощности и высокочастотного разъема *ШЗ*. Переменным аттенюатором осуществляется регулировка мощности СВЧ колебаний, поступающих в блок МТМ-35. Ручка регулировки мощности выведена на переднюю панель блока.

Часть высокочастотной энергии с помощью поворотной петли связи ответвляется на детектор, в качестве которого используется кремниевый диод типа ДК-С7М.

Для контроля мощности накачки *ЭПУ* напряжение с выхода детектора через фильтр (отфильтровывающий высокочастотную составляющую тока) подается на прибор *ИП-1*, который расположен на передней панели блока МТМ-34.

3.3. Принципиальная схема предварительного усилителя промежуточной частоты МТМ-31

Принципиальная схема *ПУПЧ* изображена на рис. 3.6. Конструктивно *ПУПЧ* размещен в блоке МТМ-31 и состоит из смесителя *У2*, гетеродина *Л9*, усилителя промежуточной частоты *Л1—Л5*, генератора бланка *Л12—Л13* и устройства встроенного контроля.

Преобразование сигнала СВЧ в промежуточную частоту осуществляется в смесителе *У2*, представляющем собой отрезок коаксиальной линии. Этот отрезок через высокочастотный разъем одним концом связан с полосовым фильтром блока МТМ-35. На другом конце линия нагружена на детектор *Д4*. Входное сопротивление детектора согласовано с волновым сопротивлением линии (80 Ом). Это позволяет подвести к смесителю максимальную мощность входного сигнала. К детектору смесителя по коаксиальной линии, заканчивающейся емкостным зондом связи, подводятся колебания гетеродина, частота которых на 30 МГц выше частоты сигнала. Мощность высокочастотных колебаний, поступающих от гетеродина, регулируется изменением величины погружения зонда «Связь с гетеродином».

В результате воздействия напряжений сигнала и гетеродина на детектор на выходе детектора выделяется промежуточная частота 30 МГц, равная разности частот гетеродина и сигнала.

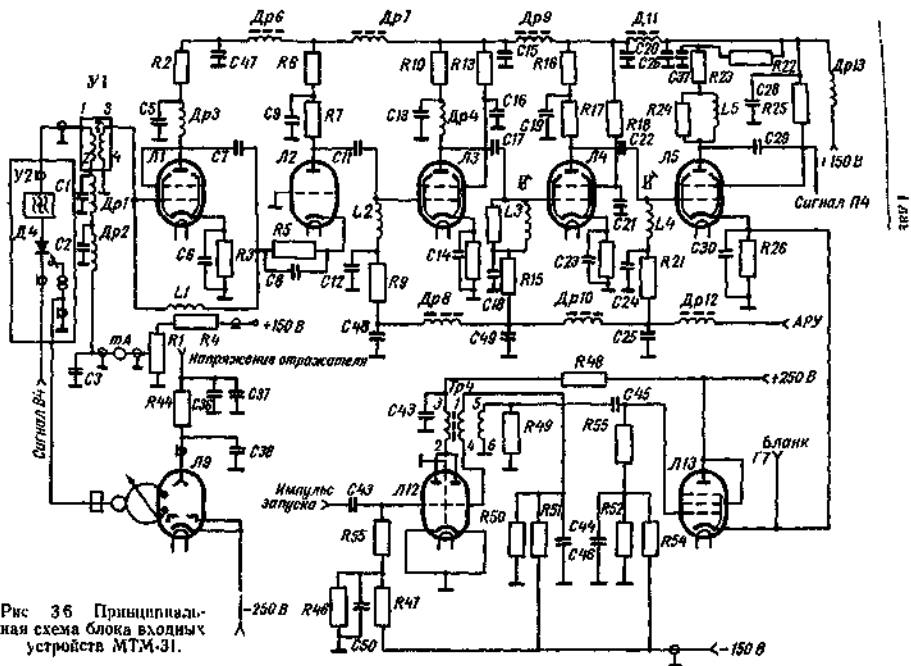


Рис 36 Принципиальная схема блока входных устройств МТМ-31.

На выходе детектора-смесителя включен заградительный фильтр, обеспечивающий фильтрацию промежуточной частоты от высокой. Колебания промежуточной частоты через высоко-частотный разъем поступают на вход ПУПЧ.

Гетеродин собран на клистроне К-41 с внешним заземленным резонатором. Частота резонатора, а следовательно, и частота колебаний гетеродина определяются объемом резонатора. Последний зависит от глубины ввертывания винтов (плунжеров). С помощью перемещения одного из плунжеров резонатора достигается ручная регулировка частоты гетеродина. Подстроечная ручка механически связана с плунжером регулировки и имеет надпись «Частота гетеродина больше — меньше» (остальные три плунжера выведены под шлиц).

Для получения высокой стабильности частоты генерируемых колебаний отражатель и резонатор клистрона питаются стабилизированными напряжениями.

Предварительный усилитель промежуточной частоты состоит из входной цепи У1 и четырех каскадов усилителей промежуточной частоты. Входная цепь выполнена по двухконтурной схеме с трансформаторной связью между контурами. Первичный контур образован обмоткой 1—2 трансформатора и емкостью монтажа, вторичный — обмоткой 3—4 трансформатора, емкостью монтажа и емкостью сетка — катод лампы Л1. Оба контура с помощью магнетитового сердечника настроены на частоту 30 МГц.

Дроссели Др1 и Др2 и конденсаторы С1, С2, С3 образуют запирающие фильтры для промежуточной частоты в цепи постоянной составляющей тока кристаллического смесителя. Положительное напряжение смещения подается на кристаллический смеситель с делителя R1, R4.

Постоянная составляющая тока диода измеряется прибором ИП-1, имеющим надпись «Ток кристалла». Рабочая точка характеристики диода выбирается с помощью потенциометра R1 «Смещение кристалла».

Первый каскад УПЧ выполнен на лампах Л1 и Л2 по схеме «Заземленный катод — заземленная сетка». Применение такой схемы обусловлено тем, что она имеет очень малый коэффициент шума, дает достаточно большое усиление и обеспечивает высокую стабильность работы.

Нагрузкой каскада служат контур Л2, емкость сетка — катод лампы Л3, выходная емкость лампы Л2 и емкость монтажа. Контур настраивается на частоту 30 МГц изменением индуктивности Л2 с помощью латунного сердечника.

Второй и третий каскады выполнены на лампах Л3 и Л4 по обычной пентодной схеме с одиночными резонансными контурами, настроенными на частоту 30 МГц. Четвертый каскад выполнен на лампе Л5. Нагрузкой каскада служит колебательный

контур, образованный катушкой индуктивности $L5$, выходной емкостью лампы, емкостью монтажа и емкостью кабеля, соединяющего выход ПУПЧ со входом главного усилителя (блоком МТМ-32). Для устранения самовозбуждения усилителя в анодные и экранные сетки ламп включены RLC -фильтры.

Регулировка усиления усилителя производится вручную или автоматически подачей дополнительного отрицательного смещения на управляющие сетки ламп $L3$, $L4$, $L5$ со схемы АРУ или РРУ блока МТМ-32 через развязывающие фильтры: $R9$, $C12$, $Dr8$, $C48$; $R15$, $C18$, $Dr10$, $C49$; $R21$, $C24$; $Dr12$, $C25$.

На время действия импульса передатчика малой мощности четвертый и пятый каскады ПУПЧ запираются положительным бланкирующим импульсом, поступающим на катоды ламп $L4$ и $L5$ с генератора бланка. Генератор бланка собран на лампах $L12$ и $L13$.

На лампе $L12$ собран блокинг-генератор с параллельным запуском, который запускается импульсами запуска передатчика. Выходные импульсы положительной полярности, снимаемые с обмотки 5—6 трансформатора $Tr4$, через катодный повторитель $L13$ подаются на катоды ламп $L4$ и $L5$, запирая их на время действия зондирующих импульсов. С помощью гнезда $Г7$ «Бланк-импульс» производится контроль бланкирующих импульсов (см. рис. 3.5).

На рис. 3.7 изображена принципиальная схема устройства встроенного контроля. Это устройство выполняет функцию имитатора сигнала радиозонда при частоте метеопаз 1000 Гц и применяется для проверки и настройки приемной системы в режиме «Радиозонд».

Устройство встроенного контроля состоит из мультивибратора, собранного на $L1$, генератора 800 кГц — на $L2$, генератора 30 мГц — на $L3$, модулятора — на $L4$ и усилителя — на $L5$.

На вход устройства с блока МТМ-44 подаются импульсы напряжения стабилизированной частоты 1000 Гц. Этими импульсами синхронизируется работа мультивибратора, вырабатывающего прямоугольные импульсы напряжения положительной полярности, длительность которых может регулироваться с помощью потенциометра $R8$. Ось потенциометра выведена на шасси блока с надписью «Длительность метеопазы».

Прямоугольные импульсы частоты 1000 Гц длительностью 200—1000 мкс через разделительный конденсатор $C4$ подаются на защитную сетку лампы $L2$ генератора 800 кГц. На время действия импульсов лампа генератора запирается и в его генерации образуются паузы. Генератор собран по схеме с индуктивной обратной связью. Со вторичной обмотки трансформатора $Tr1$ напряжение частоты 800 кГц, промодулированное паузами частотой 1000 Гц, подается на защитную сетку лампы модуля-

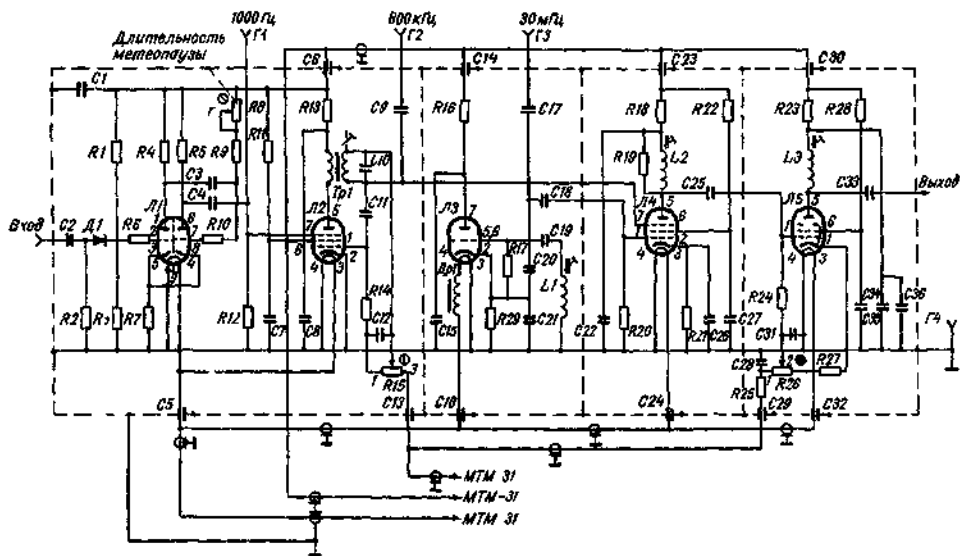


Рис 37 Принципиальная схема устройства встроенного контроля

тора *Л4*. На управляющую сетку лампы *Л4* подается напряжение с генератора 30 мГц.

Генератор 30 мГц собран на лампе *Л3* по схеме емкостной трехточки. В модуляторе сигнал частоты 30 мГц модулируется сигналом 800 кГц. С помощью потенциометра *R15* «Смещение» изменением отрицательного напряжения на защитной сетке лампы *Л4* регулируется глубина модуляции сигнала 30 мГц. Контур анодной нагрузки лампы *Л4*, образованный индуктивностью катушки *L2* и межэлектродными емкостями ламп и монтажа, настроен на частоту 30 мГц.

Напряжение частоты 30 мГц, промодулированное по амплитуде напряжением частоты 800 кГц с паузами частотой 1000 Гц, с анодной нагрузки лампы *Л4* модулятора подается на усилитель, собранный на лампе *Л5* с переменной крутизной. Анодной нагрузкой лампы *Л5* служит контур, образованный индуктивностью катушки *L3* и межэлектронными емкостями ламп и монтажа.

Потенциометром *R26*, ось которого выведена на шасси блока, производится регулировка усиления путем изменения отрицательного напряжения смещения на управляющей сетке лампы *Л5*. Ось потенциометра обозначена «Выходной уровень».

Сигнал с выхода усилителя *Л5* в режиме «Контроль» подается в блок МТМ-32 через высокочастотный разъем. В этом режиме на устройство встроенного контроля подается напряжение питания +250 В от стабилизированного источника.

В режиме «Работа» напряжение питания снимается и устройство встроенного контроля выключается.

3.4. Принципиальная схема отдельных узлов главного усилителя

Автоматическая подстройка частоты. Схема АПЧ (рис. 3.8) работает только по сигналу радиозонда. В нее входит усилитель промежуточной частоты, собранный на лампе *Л1*, усилитель ограничитель — на *Л2*, частотный детектор (дискриминатор) — на *Л3*, усилитель постоянного тока — на *Л5* и индикаторная схема — на *Л4*, с измерительным прибором ИП-1.

Сигнал промежуточной частоты с нагрузки лампы *Л6а* (см. рис. 3.1) поступает на управляющую сетку лампы *Л1*. Установка необходимого усиления каскада осуществляется изменением напряжения смещения на лампе *Л1* по катодной цепи потенциометром *R6*.

Второй каскад усиления, собранный на лампе *Л2*, работает в режиме усилителя ограничителя, что устраняет влияние амплитудной модуляции на работу частотного детектора.

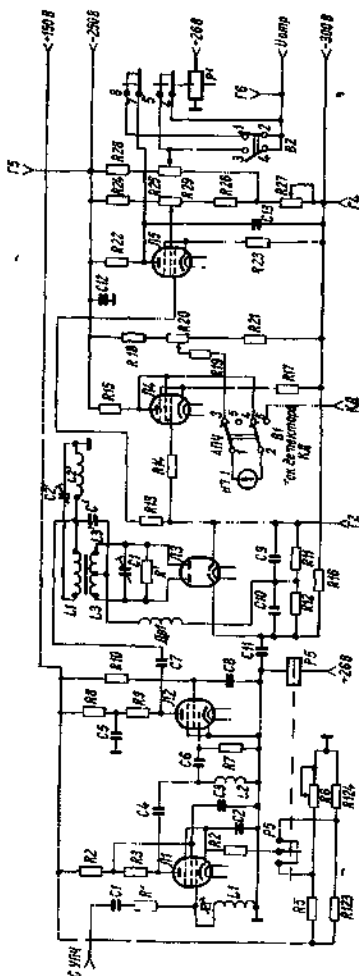


Рис 38 Принципиальная схема АПЧ блока МТМ-32

В анодную цепь лампы $Л2$ включена первичная обмотка трансформатора, состоящая из двух катушек индуктивности ($L1'$ и $L2'$). Вторичная обмотка, состоящая из катушек индуктивности $L3$ и $L3'$, подключена соответственно к анодам двойного диода $Л3$.

Напряжение промежуточной частоты поступает с первичной обмотки трансформатора во вторичную обмотку двумя путями: через емкость C' и индукцию, возникающую за счет индуктивной связи между обмотками трансформатора, при этом напряжения на катушках $L3$ и $L3'$ равны по амплитуде и сдвинуты по фазе на 180° .

Катушки индуктивности и соответствующие подстроечные конденсаторы $C1$ и $C2'$ составляют контуры, точно настроенные на промежуточную частоту. Если поступающая промежуточная частота равна частоте настройки контуров, напряжения на катушках $L3$ и $L3'$, возникшие за счет индуктивной связи, сдвинуты относительно напряжения, поступающего через

емкость C' , на 90° . Результирующие напряжения, поступающие на лампу ЛЗ, равны по амплитуде и суммарное напряжение на выходе дискриминатора равно нулю.

Если поступающая промежуточная частота становится больше или меньше частоты настройки контуров, то фазовый сдвиг этих напряжений становится больше или меньше 90° . Следовательно, результирующие напряжения на анодах лампы ЛЗ, а также выпрямленные напряжения на резисторах $R11$, $R12$ не равны друг другу. На выходе дискриминатора появляется положительное или отрицательное напряжение рассогласования. Полярность напряжения зависит от того, ниже или выше промежуточная частота относительно частоты настройки контуров дискриминатора 30 мГц.

Гнездо Г2 служит для контроля напряжения на выходе дискриминатора. Напряжение рассогласования с выхода дискриминатора подается на вход усилителя постоянного тока, собранного на лампе Л5, и на вход индикаторной схемы Л4.

Усиленное усилителем постоянного тока напряжение через контакты 7—8 реле Р1 и контакты 1—2 тумблера В2 АПЧ — РПЧ подается на отражатель клистрона 1-го гетеродина, чем и обеспечивается подстройка частоты.

Выбор зоны генерации клистрона гетеродина при автоматической подстройке частоты осуществляется изменением режима работы усилителя Л5 по экранной сетке: грубо — потенциометром $R25$ «Выбор зоны АПЧ» и точно — потенциометром $R27$ «Напряжение отражателя». Ось потенциометра $R25$ выведена на переднюю панель блока под шлиц, а ось потенциометра $R27$ имеет ручку.

Для контроля режима работы УПТ на переднюю панель блока вынесены гнезда: Г4—300 В и Г5—250 В.

Индикаторная схема используется для контроля расстройки по частоте. Она состоит из усилителя постоянного тока Л4, измерительного прибора ИП-1 и переключателя В1 «АПЧ — ток детектора КД». С помощью тумблера В1 прибор ИП-1 можно включать для контроля расстройки частоты или для измерения тока детектора канала дальности. В положении АПЧ прибор ИП-1 включается по мостовой схеме между анодом лампы Л4 и движком потенциометра $R20$. При отсутствии напряжения рассогласования на выходе дискриминатора стрелка прибора устанавливается на нуль с помощью потенциометра $R20$, ось которого выведена под шлиц на переднюю панель блока с надписью «Нуль прибора».

Кроме режима АПЧ, в блоке предусмотрена ручная подстройка частоты гетеродина РПЧ. Переход с автоматической регулировки частоты на ручную производится с помощью тумблера В2 «АПЧ — РПЧ».

В режиме «Угловой отражатель» независимо от положения тумблера *B2* реле *P1* контактами 7—8 производит отключение схемы *АПЧ* и контактами 4—5 — включение схемы *РПЧ*. В этом режиме станция работает только с ручной подстройкой частоты гетеродина. Подстройка частоты гетеродина (выбор зоны генерации) осуществляется изменением напряжения на отражателе клистрона гетеродина, которое подается с делителя напряжения *R25*, *R29*, *R27*. Потенциометром *R29* устанавливается зона генерации клистрона. Ось потенциометра *R29* выведена под шлиц на переднюю панель блока с надписью «Выбор зоны *РПЧ*». Точная подстройка частоты генерации клистрона производится потенциометром *R27*, ось которого выведена на переднюю панель блока МТМ-32 с надписью «Напряжение отражателя».

Автоматическая регулировка общего усиления. Автоматическая регулировка усиления (*АРУ*) предотвращает перегрузки приемной системы при сильных сигналах и поддерживает неизменной амплитуду сигнала на выходе приемника при увеличении входного сигнала выше определенного уровня.

В системе предусмотрена также ручная регулировка усиления (*РРУ*). В том и другом случае усиление регулируется подачей дополнительного отрицательного напряжения смещения в цепи управляющих сеток второго, третьего и четвертого каскадов *ПУПЧ*.

Схема *АРУ* (рис. 3.9) состоит из детектора *Л16а* и катодного повторителя *Л16б*. На входе детектора включен фильтр, состоящий из катушек индуктивности *L9*, *L10*, *L11* и емкостей конденсаторов *C59* и *C61* и настроенный на среднюю частоту, от 800 до 900 кГц. Это дает возможность защищать схему *АРУ* от влияния импульсных помех в режиме «Радиозонд».

Сигнал 800 кГц, промодулированный сигналом ошибки, через фильтр поступает на детектор *АРУ*. Импульсные помехи дифференцируются и через контур *L11*, *C61* закорачиваются на корпус, так как для импульсов контур представляет малое сопротивление.

В режиме «Угловой отражатель» фильтр отключается с помощью реле *P4*, и сигнал через конденсатор *C58* поступает непосредственно на детектор.

При отсутствии сигнала с видеоусилителя анод детектора находится под небольшим отрицательным потенциалом, снимаемым с делителя *R95*, *R96*, *R97*. Ток детектора отсутствует. На нагрузке детектора (*R93*, *R94*, *R95*) не будет падения напряжения, следовательно, потенциал сетки катодного повторителя будет равен потенциалу анода детектора.

Нагрузка катодного повторителя *R101* выбрана так, что при отсутствии сигнала на входе детектора напряжение на его ка-

теля. Отрицательное напряжение с катода лампы катодного повторителя используется в качестве напряжения смещения на управляющие сетки регулируемых каскадов *ПУПЧ*, что вызывает уменьшение коэффициента усиления этих каскадов, а следовательно, и коэффициента усиления всего приемника.

Двойной Т-образный фильтр *R98, R100, C69, C67, C68, R99*, настроенный на частоту 24 Гц и включенный на входе катодного повторителя, обеспечивает подавление переменной составляющей, обусловленной изменениями сигнала за счет конечного развертывания диаграммы направленности антенны.

При положении тумблера *B4 «РРУ»* включается ручная регулировка усиления. Сетка катодного повторителя отключается от детектора *APY* и подключается тумблером *B4* к движку потенциометра *R96 «Усиление»*. Напряжение, снимаемое с потенциометра *R96*, подается на управляющую сетку лампы катодного повторителя.

3.5. Принципиальная схема узлов блока формирования считаемых импульсов *МТМ-33*

Усилитель высокой частоты (рис. 3.10), выполненный на лампе *Л1*, предназначен для усиления амплитуды входных сигналов. Анодной нагрузкой служат связанные контуры. Первичный контур состоит из индуктивности *L1*, выходной емкости лампы *Л1* и емкости монтажа, вторичный — из индуктивности *L2*, входной емкости лампы *Л2*, емкости монтажа и емкостей конденсаторов *C6* и *C8a*. С помощью конденсатора переменной емкости *C8a* производится настройка вторичного контура на первую гармонику видеопульсов сигнала радиозонда.

Резистор *R8*, ухудшая качество контура *L2*, позволяет расширить полосу пропускания до 50 кГц.

С помощью потенциометра *R1*, ось которого выведена на лицевую переднюю панель блока *МТМ-33* с надписью «Усиление», производится изменение уровня сигнала на входе усилителя.

Со вторичного контура *L2* видеосигнал поступает на вход преобразователя, собранного на лампе *Л2*, левая половина которой (в виде гектода) является смесителем, а правая, триодная часть лампы — гетеродином. Гетеродин выполнен по схеме с индуктивной обратной связью с контуром в цепи сетки. Контур гетеродина образован индуктивностью, емкостями конденсаторов *C15, C17, C18, C19, C86* и эквивалентной индуктивностью реактивной лампы *Л3*.

Перестройка частоты гетеродина производится переменным конденсатором *C86*, размещенным на одной оси с конденсатором *C8a*. Ось конденсатора через редуктор связана с ручкой,

ров (*L3*, *C12* и *L4*, *C16*), настроенных на вторую промежуточную частоту 465 кГц. Резисторы *R14*, *R17*, ухудшая качество, способствуют расширению полосы пропускания контуров фильтра.

Автотрансформаторное включение контуров фильтра в анодную цепь лампы *L2* и в сеточные цепи последующих ламп способствует ослаблению влияния междueleктродных емкостей ламп и емкостей монтажа на частотную характеристику фильтра.

Огибающая сигнала радиозонда, преобразованная в сигнал второй промежуточной частоты, с выхода смесителя поступает на усилитель второй промежуточной частоты, а также на схему АПЧ второго гетеродина.

Формирование перепада напряжения. Точность получения метеоинформации во многом зависит от правильности подсчета числа импульсов метеоданных за эталонное время счета. Для большей надежности подсчета импульсов формирование их допускается только при уровне сигналов, превышающих двойной уровень шумов. Поэтому во время глубокого замирания сигналов радиозонда схема вырабатывает запирающее напряжение перепада, исключающее возможность ложного подсчета считаемых импульсов.

Схема формирования перепада напряжения (рис. 3.11) состоит из усилителя постоянного тока *L19*, триггера *L20*, катодного повторителя *L18a* и ограничителя *L18б*.

При отсутствии сигнала радиозонда на управляющую сетку *L19* подается положительное напряжение 10—20 В со схемы АРУ. Благодаря сеточным токам лампы *L19* большая часть этого напряжения падает на резисторе *R106*, поэтому напряжение на управляющей сетке *L19* приблизительно равно нулю. Лампа *L19* открыта.

В результате гальванической связи между анодом лампы *L19* и управляющей сеткой левой половины лампы *L20*, на которой собран триггер, левая половина лампы *L20* закрыта, а правая — открыта.

Между анодом правой половины лампы триггера и источником напряжения — 150 В включен делитель напряжения *R120*, *R121*, с которого снимается напряжение перепада. При отсутствии сигналов радиозонда это напряжение имеет отрицательную полярность (—50; —30 В). При наличии сигнала радиозонда лампа усилителя постоянного тока *L19* закрывается и опрокидывает триггер. При этом потенциал анода правой половины лампы триггера возрастает и уровень напряжения перепада увеличивается до —14, —16 В.

Уровень перепада устанавливается потенциометром *R121*. ось которого выведена на шасси блока МТМ-33.

и подаются на запуск ждущего мультивибратора Л17. Мульти-
вибратор формирует импульсы положительной полярности длительностью 120 мкс с частотой повторения, равной частоте повторения пауз. Эти импульсы поступают в блок МТМ-41 для их подсчета счетчиком за выбранный временной интервал. (В режиме «Абсолютный счет» этот интервал равен 1 с.)

На время замираний сигнала селектор закрывается по пентодной сетке напряжением перепада, и формирование считаемых импульсов прекращается.

Тумблер В3 используется для контроля работы системы счета. При этом на вход селектора подаются контрольные импульсы с частотой 1000 Гц, вырабатываемые в блоке МТМ-44.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные характеристики системы приема МТМ-30.
2. Чем определяется чувствительность системы приема станции «Метеорит»?
3. Назовите основное назначение каждого блока по функциональной схеме системы приема МТМ-30.
4. Расскажите, как работает параметрический усилитель. (Принцип действия.)
5. Как работает электронный параметрический усилитель?
6. Для чего применяется генератор накачки ЭПУ?
7. Для какой цели в системе приема применяется схема ПУПЧ?
8. Как работает клистронный гетеродина?
9. По принципиальной схеме объясните работу устройства встроенного контроля.
10. Для какой цели предназначены схемы АПЧ и АРУ? Каковы принципы их работы?
11. Какую функцию выполняет схема перепада напряжения?
12. По принципиальной схеме объясните принцип формирования считаемых импульсов.

ГЛАВА 4

Система счета МТМ-40

4.1. Функциональная схема системы счета

Система счета включает в себя схему формирования импульса счета, схему формирования импульсов сброса и переброса, схему электронного счетчика импульсов единиц и десятков, схему электронного счетчика импульсов сотен и тысяч, схему формирования импульсов 25 Гц и схему индикации счета. Каждая схема выполняет свою функцию.

Схема формирования импульса счета. Данная схема размещена в блоке МТМ-43 (рис. 4.1) и предназначена для формирования интервала времени, называемого импульсом счета, длительность которого в режимах абсолютного и относительного счета различна. Схема включает в себя два селектора, делитель 1:125, два делителя 1:10, делитель 1:2, схему плавной и линейной задержки (санатрон с селекторами), генератор секундного импульса, генератор импульса счета и катодных повторителей.

На селекторы 1 и 2 из блока МТМ-51 подаются стабилизированные по частоте импульсы 5 кГц. Импульсы через селекторы подаются на вход системы делителей с коэффициентом деления 1:125, состоящей из семи триггеров, собранных на лампах ЛЗ—Л9. С выхода системы делителя 1:125 импульсы частоты 40 Гц подаются на вход второй системы делителей с коэффициентом деления 1:10, собранной на лампах Л10—Л13 и делящей частоту до 4 Гц. Импульсы частоты 4 Гц поступают на вход следующего делителя 1:10, который собран на лампах Л14—Л17 и делит частоту до 0,4 Гц. С выхода этого делителя импульсы поступают на делитель 1:2, где частота делится до 0,2 Гц. Импульсы частоты 0,2 или 0,4 Гц (последние через катодный повторитель) через тумблер В1 «2,5 с — 5 с» подаются на запуск генератора секундного импульса, собранного на лампе Л25. Таким образом, делители частоты обеспечивают повторение циклов счета, а следовательно, и циклов регистрации метеоданных через 5 или 2,5 с.

Генератором секундного импульса является триггер, запуск которого осуществляется отрицательным фронтом импульсов частоты 0,2 или 0,4 Гц. Срыв триггера производится отрицательным перепадом с правого анода триггера Л15 делителя 1:10. В результате на выходе триггера Л25 формируются импульсы длительностью 1 с, с частотой повторения 0,2 или 0,4 Гц. Эти импульсы подаются на генератор импульса счета и запускают его.

Генератор импульса счета представляет собой триггер, собранный на лампе Л26. В режиме «Абсолютный счет» запуск генератора осуществляется передним фронтом секундного импульса, а срыв — задним фронтом того же импульса. Таким образом, в этом режиме генератор вырабатывает импульсы счета длительностью 1 с.

В режиме «Относительный счет» срыв триггера производится через схему плавной и линейной задержки (санатрон), что обеспечивает изменение длительности импульса счета в пределах 0,87—0,99 с.

Переключение режимов срыва триггера Л26 осуществляется с помощью реле Р1. В режиме «Абсолютный счет» реле обесто-

чено. Переключение его производится с помощью тумблера В2, расположенного в блоке МТМ-62.

Запуск санатрона происходит с начальной задержкой на 0,8 с относительно начала секундного импульса. Для получения этой задержки запуск схемы санатрона осуществляется через три селектора (Л186, Л20а и Л20б).

Положительные импульсы счета амплитудой 100 В через катодный повторитель, собранный на лампе Л27б, поступают на селекторы электронного счетчика блока МТМ-41 (рис. 4.2, см. вклейку), на селектор Л20 схемы формирования импульсов печати сотен и тысяч блока МТМ-42 (рис. 4.3) и в блок МТМ-51 для блокировки запуска передатчика на время счета.

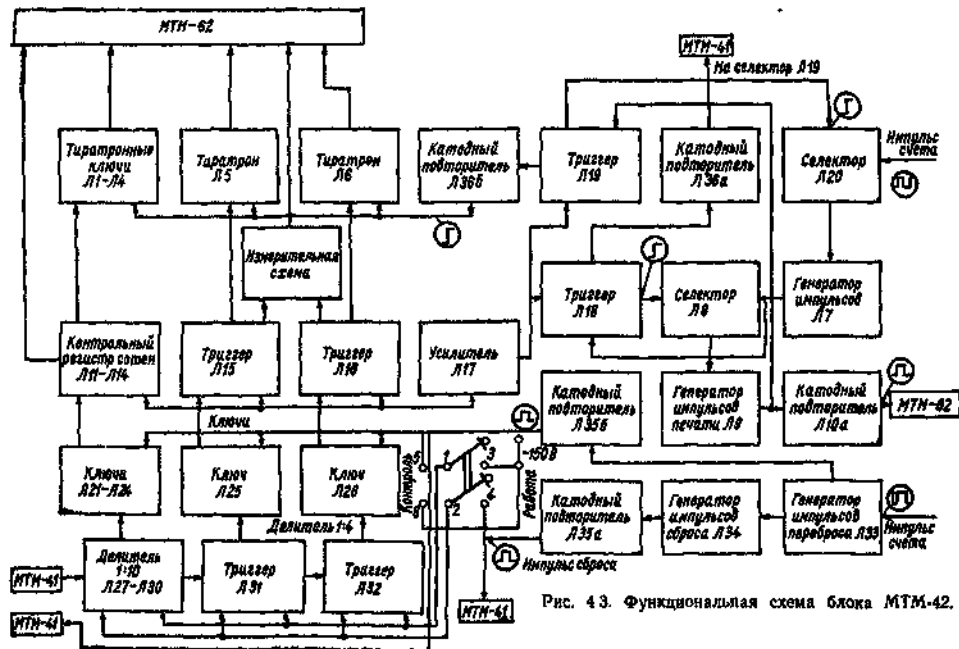
Отрицательный импульс счета амплитудой 100 В через второй катодный повторитель, собранный на лампе Л27а, подается в блок МТМ-42 на запуск генератора импульсов переброса.

Для того чтобы избежать ошибочных результатов подсчета импульсов метеоданных вследствие замирания сигналов радиозонда в момент подсчета импульсов, до входа на делители используется система двух селекторов, обеспечивающая блокирование импульса счета на время, соответствующее времени отсутствия сигнала на входе счетчика. При этом время, в течение которого электронные счетчики производят подсчет импульсов, остается постоянным, независимо от продолжительности замирания, так как в случае замирания длительность импульса счета равняется времени счета плюс продолжительность замирания. Достигается это следующим образом.

Импульсы, запускающие схему формирования импульса счета, подаются параллельно через два селектора, собранных на лампе Л2. Второй селектор нормально открыт, но запирается на время замирания сигнала напряжением перепада АРУ, поступающим из блока МТМ-33. Первый селектор тоже нормально открыт, но на время импульса счета запирается импульсом, приходящим с генератора импульса счета.

В момент совпадения замирания сигнала со временем счета импульсы частотой 5 кГц на вход делителей поступать не будут. Длительность импульса счета при этом увеличивается на величину, соответствующую длительности замирания. При этом схема делителей остановится в одном из своих устойчивых состояний равновесия и будет находиться в нем до появления импульсов на входе делителей, т. е. до момента окончания замирания сигналов радиозонда. Во время замирания считаемые импульсы на счетчик не подаются. Счет прекращается, а счетчик запоминает прошедшее через него количество импульсов (до момента замирания).

По окончании замирания второй селектор открывается, и схема заканчивает формирование импульса счета. Счетчик



при этом досчитывает за оставшееся время счета количество импульсов, недосчитанное вследствие возникшего замирания.

Схема формирования импульсов сброса и переброса формирует импульсы, управляющие работой электронных счетчиков. Конструктивно схема размещена в блоке МТМ-42, функциональная схема которого представлена на рис. 4.3. Схема состоит из двух генераторов импульсов (*Л33* и *Л34*) и двух катодных повторителей, собранных на двойной лампе *Л35*.

Генератор импульсов переброса, собранный на лампе *Л33*, запускается задним фронтом отрицательного импульса счета, при этом формируются положительные импульсы переброса длительностью 300—500 мкс, частота которых соответствует частоте импульсов счета. Через катодный повторитель (*Л35б*) импульсы переброса амплитудой 70 В подаются на схему ключей электронных счетчиков в блоки МТМ-41 (рис. 4.2) и МТМ-42 (рис. 4.3).

Генератор импульсов сброса, собранный на лампе *Л34*, запускается задним фронтом отрицательного импульса переброса и формирует также положительный импульс длительностью 300—500 мкс, с частотой, равной частоте импульсов счета. Через катодный повторитель (*Л35а*) этот импульс амплитудой 100 В подается на электронные счетчики в блоки МТМ-41 и МТМ-42.

Электронный счетчик импульсов единиц и десятков расположен в блоке МТМ-41 (рис. 4.2). Он состоит из селектора *Л33*, пересчетных декад основного регистра *Л34—Л37* и *Л38—Л41*, схемы ключей *Л22—Л29*, контрольного регистра *Л1—Л8* и измерительной схемы.

На вход селектора поступают считаемые импульсы с блока МТМ-33 и положительный импульс счета. На время импульса счета селектор открыт, поэтому счетчик считает импульсы метеоданных только за время действия импульса счета. Число подсчитанных импульсов, соответствующее разряду единиц и десятков, фиксируется в виде определенного электрического состояния триггеров пересчетных декад основного регистра.

Импульс переброса, поступающий с блока МТМ-42 на схему ключей по окончании времени счета, передает это число в контрольный регистр и в регистр добора схемы формирования импульса печати единиц и десятков. В контрольном регистре это число запоминается в течение 2,5 или 5 с, в зависимости от частоты цикла счета до поступления следующего импульса переброса.

Основной регистр возвращается в исходное состояние импульсом сброса, который поступает по окончании импульса переброса с блока МТМ-42.

Контрольный регистр служит для запоминания результатов счета единиц и десятков импульсов в течение цикла счета.

В схему контрольного регистра включены измерительные сопротивления таким образом, что каждому устойчивому состоянию триггера (каждому числу подсчитанных импульсов) соответствует определенное падение напряжения на измерительных сопротивлениях. В качестве индикаторов измерительной схемы используются контрольные стрелочные приборы, которые измеряют эти напряжения. Они установлены на лицевой панели блока МТМ-62.

С выхода второй пересчетной декады основного регистра счетчика импульсов единиц и десятков импульсы через селектор *Л21а* подаются на вход генератора сотен, выполненного на *Л21б*. Генератор сотен формирует импульсы, кратные сотням герц, которые подсчитываются счетчиком сотен и тысяч. Для того чтобы исключить ложное срабатывание генератора сотен от импульсов, возникающих в момент сброса основного регистра на нуль, на входе генератора поставлен селектор.

Электронный счетчик импульсов сотен и тысяч расположен в блоке МТМ-42 (рис. 4.3) и состоит из основного регистра, куда входит пересчетная декада сотен (*Л27—Л30*) и неполная декада тысяч (*Л31, Л32*), схемы ключей (*Л21—Л26*), контрольного регистра сотен (*Л11—Л14*) и контрольного регистра тысяч (*Л15, Л16*), измерительной схемы и схемы управления механизмами набора сотен и тысяч.

Приборы измерительной схемы сотен и тысяч, как и приборы единиц и десятков, размещены на лицевой панели блока МТМ-62.

Электронный счетчик сотен и тысяч работает аналогично счетчику единиц и десятков. Число подсчитанных импульсов фиксируется в виде определенного положения триггеров основного регистра. Под действием импульса переброса это число переписывается в контрольный регистр.

С выхода контрольного регистра информация подается на тиратронную схему управления механизмами набора сотен и тысяч (тиратроны *Л1—Л6*). Если информация на выходе контрольного регистра изменилась, т. е. число подсчитанных импульсов последующего цикла отличается от предыдущего, что может произойти при смене вида информации или неправильном подсчете, возникает отрицательный импульс, который подается на схему формирования импульса печати сотен и тысяч.

Схема формирования импульса печати единиц и десятков размещена в блоке МТМ-41 (рис. 4.2) и включает регистр добора (*Л11—Л18*), датчик импульсов нуля *Э2* и датчик импульсов спирального барабана *Э1*, расположенные в блоке МТМ-62, усилители (*Л32* и *Л44б*), генератор импульсов добора (*Л43* и *Л44а*), селекторы *Л31, Л42, Л19*, триггеры *Л9, Л30*, генератор импульсов печати *Л20* и катодный повторитель *Л10*.

Импульс печати единиц и десятков подается в блок МТМ-62 на схему управления электромагнитом печати единиц и десятков для регистрации метеоданных на бумажную ленту. Для автоматической регистрации единиц и десятков метеоданных в блоке МТМ-62 имеется электромеханическое устройство и электромагнит печати. Исполнительным элементом электромеханического устройства является барабан со спиральным витком на его поверхности и двумя кольцевыми выступами по краям.

С приходом импульса печати срабатывает электромагнит печати. При срабатывании электромагнит ударяет по молоточку, последний — по бумаге, прижимая ее через красящую ленту к выступающим точкам барабана. Отсчет значения единиц и десятков частоты импульсов радиозонда производится по расстоянию между отметкой от левого кольцевого выступа и отметкой от спирального витка. Расстояние между отметками на бумажной ленте (в миллиметрах) и соответствует частоте (в герцах).

Барабан со спиральным витком вращается с постоянной скоростью 1 об/с. С его осью кинематически связаны индукционные датчики импульсов (датчик импульсов нуля Э2 и датчик импульсов спирального барабана Э1). Импульсы, вырабатываемые датчиками, служат связующим звеном между электронным счетчиком импульсов единиц и десятков и спиральным барабаном. За один оборот спирального барабана с датчика импульсов нуля снимается один импульс положительной полярности амплитудой около 2 В, жестко привязанный к нулевому положению спирального барабана, с датчика импульсов спирального барабана снимается 100 импульсов отрицательной полярности амплитудой 2 В.

Каждый сотый импульс спирального барабана совпадает по времени с импульсом нуля. Эти импульсы подаются в блок МТМ-41 для формирования импульса печати единиц и десятков.

По окончании импульсов переброса в блок МТМ-41 с блока МТМ-42 поступает положительный импульс сброса, возвращающий схему основного регистра в исходное состояние (сброс на нуль). Задним фронтом импульса сброса опрокидывается триггер Л9, с которого на селектор импульса нуля Л31 поступает разрешающий перепад напряжения (рис. 4.2). На управляющую сетку лампы селектора Л31 через усилитель Л32 подаются положительные импульсы нуля. Следующий по времени за импульсом сброса импульс нуля проходит через селектор, опрокидывая триггер Л30 в такое состояние, при котором на селекторы Л42 и Л19 подается разрешающий перепад напряжения.

На управляющую сетку лампы селектора Л42 подаются положительные импульсы добора, представляющие собой импульсы спирального барабана, усиленные усилителем (Л44б) и сформированные генератором (Л43 и Л44а).

С приходом на селектор *Л42* разрешающего перепада напряжения импульсы добора проходят на вход регистра добора. Регистр добора представляет собой параллельно-последовательный регистр.

С приходом импульса переброса результат счета с помощью ключей переписывается из основного регистра в регистр добора. Как указывалось выше, по окончании импульса сброса с приходом следующего по времени импульса нуля импульсы добора проходят на счетный вход регистра добора. Регистр добора производит подсчет этих импульсов до тех пор, пока общее число (переписанное из основного регистра и число импульсов добора) не будет равно 99. Следующий импульс добора переводит регистр добора в исходное (нулевое) состояние, а на выходе его образуется положительный перепад напряжения. Положительный импульс, образующийся вследствие дифференцирования этого перепада, через селектор *Л19* подается на запуск генератора *Л20*.

На выходе генератора *Л20* формируется положительный импульс длительностью 4,5—5 мкс. Этот импульс через катодный повторитель *Л10* подается в блок МТМ-62 на схему управления электромагнитом печати единиц и десятков. С триггера *Л18* отрицательный фронт положительного импульса переводит триггеры *Л9* и *Л30* в исходное состояние. При этом селекторы *Л19*, *Л31* и *Л42* закрываются и импульсы добора на вход регистра добора не проходят.

Вращение спирального барабана производится в сторону, противоположную нарастанию числа. Положение точки спирального винта в момент прихода импульса печати будет соответствовать числу, переписанному в регистр добора из основного регистра, т. е. числу импульсов, подсчитанному счетчиком.

При изменении сотен и тысяч частоты метеоданных селектор *Л19* закрывается отрицательным перепадом напряжения с триггера *Л18*, импульс печати не проходит в блок МТМ-62, и печать метеоданных в данном цикле не производится. Печать возобновится в следующем цикле, если результат подсчета значений сотен и тысяч повторится. Управление работой селектора *Л19* осуществляется схемой формирования импульса печати сотен и тысяч, что исключает возможность отпечатывания неправильно подсчитанной информации.

Регистрация сотен и тысяч частоты метеоданных производится только при изменении их значений, причем только в том случае, если результат изменения повторится дважды.

Схема формирования импульса печати сотен и тысяч размещена в блоке МТМ-42 (рис. 4.3). Схема состоит из усилителя *Л17*, триггеров *Л18*, *Л19*, генераторов импульсов *Л7* и *Л9*, селекторов *Л8* и *Л20* и катодных повторителей *Л10а* и *Л36*.

Отрицательный импульс, сформированный в контрольном регистре в результате несовпадения значений подсчета с ранее записанным значением в регистре контроля, через усилитель *Л17* поступает на запуск триггеров *Л18* и *Л19*. С триггера *Л18* отрицательный перепад напряжения поступает на селектор *Л8*, запрещая печать сотен и тысяч, а через катодный повторитель *Л36* — в блок МТМ-41, запрещая печать единиц и десятков. С триггера *Л19* отрицательный перепад напряжения через катодный повторитель *Л36б* поступает на катоды тиратронов *Л1—Л6*, разрешая набор сотен и тысяч. Положительный перепад напряжения с триггера *Л19* подается на селектор *Л20*, открывая его по пентодной сетке.

С приходом следующего по времени импульса счета на управляющую сетку лампы селектора *Л20* на его выходе формируется отрицательный импульс, совпадающий по времени с передним фронтом импульса счета. Этим импульсом запускается генератор *Л7*, на выходе которого формируется положительный импульс длительностью не менее 500 мкс. Импульс с выхода генератора подается на управляющую сетку лампы селектора *Л8*. Селектор *Л8* в этот момент закрыт по пентодной сетке, поэтому импульс генератора *Л7* через селектор не проходит. Задним фронтом этого импульса триггер *Л18* возвращается в исходное состояние, создавая на выходе отрицательный перепад напряжения. Этот перепад напряжения подается на селектор *Л8* и катодный повторитель *Л36а*, разрешая запуск генератора печати сотен и тысяч и генератора печати единиц и десятков в блоке МТМ-41.

Отрицательный импульс с селектора *Л8*, совпадающий по времени с передним фронтом следующего импульса счета, запускает генератор импульсов печати *Л9*. Генератор вырабатывает положительные импульсы длительностью 5 мкс, которые подаются в блок МТМ-62 на схему, управляющую работой электромагнита печати ЭМ10.

Задним фронтом импульс печати переводит триггер *Л19* в исходное состояние. При этом на выходе триггера *Л19* формируется запрещающий уровень напряжения, поступающий на селектор *Л20*, который действует до следующего изменения информации на входе блока МТМ-42. Этот же уровень напряжения подается на катоды тиратронов *Л1—Л6*, запрещая набор сотен и тысяч. Тиратронные каскады *Л1—Л6* управляют работой дифференциальных механизмов сотен и тысяч метеоданных.

Схема индикации счета (рис. 4.4) конструктивно размещена в блоке МТМ-44 и предназначена для контроля работы системы счета. Схема состоит из триггера *Л5*, генератора пилообразного напряжения *Л6* и индикатора *Л7*. В ней предусмотрено два режима: «Работа» и «Контроль».

В режиме «Работа» на триггер Л5 подаются считаемые импульсы с блока МТМ-41. Импульсами, сформированными триггером, запускается генератор развертки Л6. пилообразное напряжение развертки подается на горизонтально-отклоняющие пластины трубки, создавая ждущую развертку. На вертикально-отклоняющие пластины подаются считаемые импульсы. В результате на экране индикатора просматривается наличие и форма считаемых импульсов.

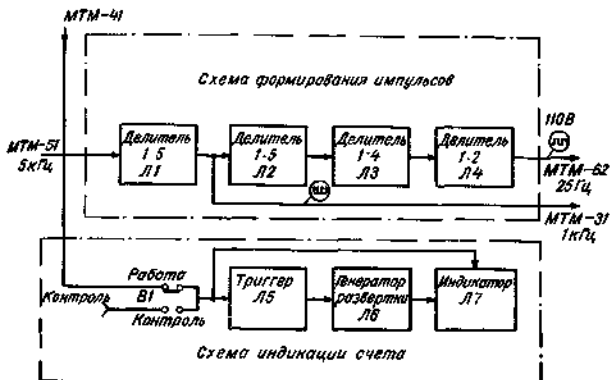


Рис. 4.4. Функциональная схема блока МТМ-44.

В режиме «Контроль» производится контроль работы системы счета, в этом случае индикатор используется в качестве осциллографа.

В блоке МТМ-44 формируются импульсы 25 Гц, используемые в блоке МТМ-62 для питания двигателя коммутатора. Схема формирования импульсов 25 Гц состоит из двух делителей частоты 1:5, делителя 1:4 и делителя 1:2. На вход делителей из блока МТМ-51 поступают импульсы стабилизированной частоты 5 кГц. В результате деления частоты на выходе делителя 1:2 получается напряжение частоты 25 Гц.

4.2. Принципиальная схема узлов системы счета

Отдельные узлы и каскады системы счета, такие, как делители частоты импульсов, генераторы импульсов, селекторы, счетчики и т. п., собраны на стандартных схемах. Рассмотрим здесь селектор и делитель частоты.

Принципиальная схема селектора 1 блока МТМ-43 приведена на рис. 4.5. На управляющую сетку лампы Л26 через разделительный конденсатор С3 с блока МТМ-51 подается напряжение стабилизированной частоты 5 кГц. На тот же вход селектора через резистор R6 подается напряжение перепада АРУ (во время замирания сигналов).

При отсутствии замирания на управляющей сетке лампы селектора поддерживается напряжение, равное -15 В, и положительные импульсы частоты 5 кГц, имеющие амплитуду 30 В, проходят на запуск делителей частоты.

На время замирания сигнала радиозонда в блоке МТМ-33 создается отрицательный перепад напряжения, равный примерно -50 В. Поступая на сетку лампы селектора 1, напряжение перепада запирает ее, и импульсы 5 кГц через селектор не проходят.

Простейшим делителем с двумя устойчивыми состояниями равновесия является двоичная пересчетная ячейка (триггер).

Для получения импульсов, следующих с периодом повторения 5 с (частота 0,2 Гц), нужно осуществить деление частоты входного напряжения на 25 000. Следовательно, для получения полного цикла счета необходимо, чтобы на вход цепи делителей поступило 25 000 импульсов частоты 5000 Гц.

Особенностью делителя, собранного на триггерных ячейках, является то, что схема счетчика может запоминать любое число импульсов, пришедших на его вход, т. е. останавливаться в любой момент времени цикла, если на вход делителя подача импульсов прекратится. Например, если после прохождения 1000 импульсов прекратится их поступление вследствие замирания, то схема останется в устойчивом состоянии, соответствующем подаче на ее вход 1000 импульсов, и будет находиться в нем до возобновления импульсов на входе делителей. Формирование цикла счета закончится после прохождения $25\,000 - 1000 = 24\,000$ импульсов с момента окончания замирания сигнала радиозонда.

Для получения цикла счета, равного 2,5 с (частота 0,4 Гц), необходимо произвести деление на 12 500.

Простейшим делителем с двумя устойчивыми состояниями равновесия является триггерная ячейка. Каждая двоичная пересчетная ячейка (триггер) в делителе собрана на двойном триоде и представляет собой двухкаскадный усилитель постоянного тока с положительной обратной связью и симметричными элементами каскадов. Принципиальная схема триггерной ячейки делителя 1 : 125 приведена на рис. 4.6.

На управляющие сетки через резисторы R9 и R13 подается отрицательное смещение, -150 В. При включении анодного напряжения в схеме в первый момент времени возникает симмет-

ричный режим, однако он является неустойчивым. Незначительное изменение анодного тока одного из триодов в результате дестабилизирующих факторов и неидеального равенства параметров вызывает лавинообразный процесс, в результате которого один из триодов оказывается закрытым, а другой — открытым. Это состояние является устойчивым.

В устойчивом состоянии напряжение на аноде закрытого триода равняется $+145$ В, напряжение на аноде открытого триода $+45$ В. Оба коммутирующих диода закрыты, так как на их катоды подается напряжение $+150$ В, превышающее напря-

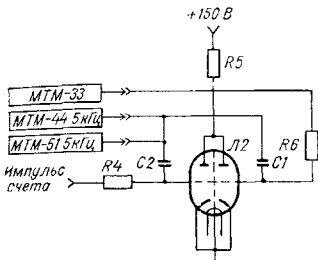


Рис. 4.5. Принципиальная схема селектора 1 блока МТМ-43.

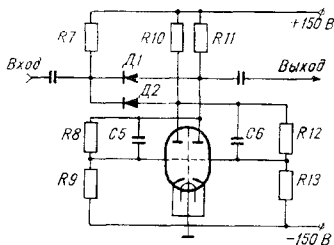


Рис. 4.6. Принципиальная схема пересчетной ячейки делителя.

жение анодов. Отрицательный запускающий импульс амплитудой 30 В уменьшает потенциал катодов диодов до $+120$ В. Коммутирующий диод, анод которого связан с анодом закрытого триода, открывается, и отрицательный импульс, проходя на сетку открытого триода, закрывает его. Положительный перепад напряжения с анода этого триода поступает на сетку закрытого триода и открывает его.

Таким образом, схема переходит во второе устойчивое состояние равновесия. Следующий отрицательный импульс вернет схему в исходное положение.

Выходные прямоугольные импульсы, образующиеся на анодной нагрузке, будут иметь частоту повторения, вдвое меньшую, чем импульсы запуска на входе триггера. В результате каждый триггер является делителем частоты на два.

Прямоугольные импульсы на выходе каждого триггера подвергаются дифференцированию, в результате чего образуются два обостренных фронта. Импульсы отрицательной полярности поступают на катоды следующего триггера делителя.

В делителе частоты 1 : 125 используется семь ячеек, соединенных в последовательный ряд. Семь триггерных ячеек дают

коэффициент деления $K=2^7=128$. Чтобы получить коэффициент деления, равный 125, введена обратная связь с последнего каскада на первый и второй.

Импульсы обратной связи опрокидывают эти каскады, что равноценно подаче на вход ячейки дополнительного количества импульсов. В результате этого количество импульсов частоты 5000 Гц, вызывающих формирование импульса на выходе схемы делителя, уменьшается на один импульс за счет подачи обратной связи на первый триггер и на два импульса за счет подачи обратной связи на второй триггер. Таким образом, коэффициент деления схемы будет равняться $128 - (1+2) = 125$.

Делитель 1:10 состоит из четырех триггерных ячеек. Коэффициент деления четырех ячеек $K=2^4=16$. Для уменьшения коэффициента деления на 6 с последней ячейки подается обратная связь на второй и третий каскады. Коэффициент деления при этом будет равняться $16 - (2+4) = 10$.

Формирование импульса счета. Принципиальная схема формирования импульса счета (рис. 4.7) состоит из генератора секундного импульса Л25, генератора импульса счета Л26 и катодного повторителя Л27.

Генератор секундного импульса собран по схеме симметричного триггера. Параметры триггера Л25 аналогичны параметрам триггеров делителей частоты. Запускается триггер через диод Д40 импульсами отрицательной полярности, полученными в результате дифференцирования импульсов частоты 0,4 или 0,2 Гц, поступающих с выхода делителя через контакты тумблера В1.

Срыв триггера при любом положении тумблера В1 осуществляется импульсами с третьего каскада делителя 1:10. В результате на анодах лампы Л25 генератора формируются импульсы длительностью 1 с с периодом повторения 2,5 или 5 с, в зависимости от положения тумблера В1.

Эпюры напряжений, поясняющие формирование импульсов, показаны на рис. 4.8.

Отрицательные импульсы с анода лампы Л25а подаются на запуск генератора импульса счета. Положительные секундные импульсы с анода лампы Л25б подаются на схему формирования задержки (санатрон).

Генератор импульса счета собран по схеме триггера. Запуск генератора импульса счета осуществляется отрицательным импульсом, образующимся в результате дифференцирования секундного импульса. Импульс отрицательной полярности поступает через диод Д42 на вход лампы Л26а и опрокидывает триггер, при этом на аноде лампы Л26б образуется положительный перепад напряжения. Возвращение схемы генератора в исходное состояние происходит под действием отрицательного импульса, поступающего на анод лампы Л26б через диод Д41.

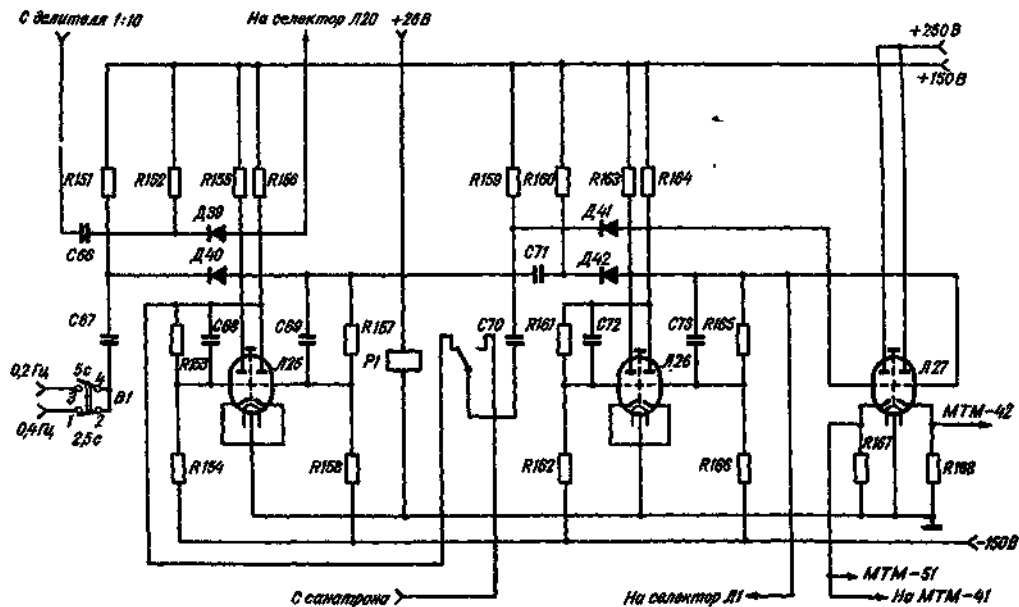


Рис 47. Принципиальная схема формирования импульса счета.

В режиме «Абсолютный счет» срыв триггера производится импульсом отрицательной полярности, полученным в результате дифференцирования положительного секундного импульса.

В режиме «Относительный счет» отрицательный импульс срыва формируется схемой задержки (санатроном), которая управляется передним фронтом секундного импульса, снимаемого с анода лампы Л25б. Длительность импульса счета при этом можно изменять с помощью переключателей «Регулировка времени счета», установленных на лицевой панели блока МТМ-62, от 0,87 до 0,99 с.

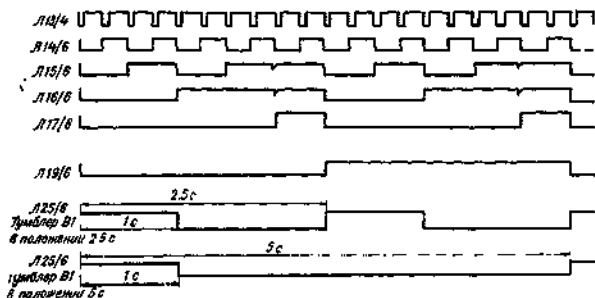


Рис 4.8 Эпюры напряжений.

Переключение режимов работы генератора импульса счета производится с помощью реле Р1, коммутирующий тумблер которого установлен в блоке МТМ-62.

Положительный импульс счета через катодный повторитель, собранный на лампе Л27а, подается в блок МТМ-41. Отрицательный импульс счета через катодный повторитель, собранный на правой половине лампы Л27б, подается в блок МТМ-42.

Формирование задержки. Схема задержки приведена на рис. 4.9. В нее входит три селектора, собранных на лампах Л20 (селекторы 3 и 5) и Л18б (селектор 4), и санатрон.

На выходе схемы задержки формируется импульс, задержанный относительно входного импульса на 0,87—0,99 с.

С помощью трех селекторов обеспечивается задержка импульса, запускающего селектор на 0,8 с, относительно переднего фронта секундного импульса. Делается это следующим образом.

На управляющую сетку селектора 3, собранного на лампе Л20а, через дифференцирующую цепочку С5б, R126 подаются импульсы с анода левой половины лампы 3-й ячейки делителя

1 5 блока МТМ-43. На эту же сетку через делитель напряжения $R127$, $R126$ подается напряжение с анода правой половины лампы 1-й ячейки делителя 1:10.

На катод лампы селектора подано напряжение +150 В. Селектор открывается при совпадении положительных импульсов, приходящих на управляющую сетку после их дифференцирования.

С выхода селектора 3 отрицательные импульсы через переходную цепочку $C55$, $R125$ подаются на сетку селектора 4, со-

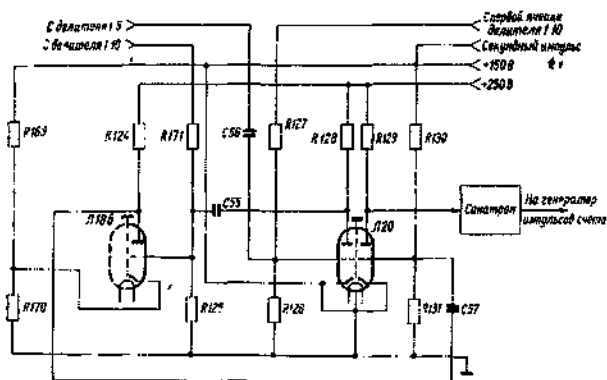


Рис 4.9 Схема формирования задержки

бранного на лампе Л186. На управляющую сетку того же селектора через делитель $R171$ и $R125$ подается напряжение с анода правой половины лампы 2-й ячейки делителя 1:10.

На катод селектора с делителя $R169$, $R170$ подано напряжение +110 В. Селектор 4 открывается под действием положительных перепадов напряжения с делителя 1:10, и отрицательные импульсы, сформированные селектором 3, проходят через него.

Положительные импульсы с выхода селектора 4 через цепочку $C57$, $R131$ подаются на сетку селектора 5, собранного на лампе Л206. Управляется селектор 5 положительными импульсами, поступающими с генератора секундного импульса через делитель напряжения $R130$, $R131$. На выходе селектора 5 образуются отрицательные импульсы с частотой, соответствующей циклу счета, задержанные относительно переднего фронта секундного импульса на 0,8 с. Эпюры напряжений, поясняя

щие работу схемы, приведены на рис. 4.10. Эти импульсы подаются на запуск схемы санатрона. Время задержки выходного импульса санатрона относительно запускающего импульса регулируется в пределах 0,07—0,19 с путем изменения управляющего напряжения, подаваемого с блока МТМ-62.

Время задержки «Точно» и «Грубо» регулируется соответственно с помощью переключателей В4 и В3, установленных на передней панели того же блока.

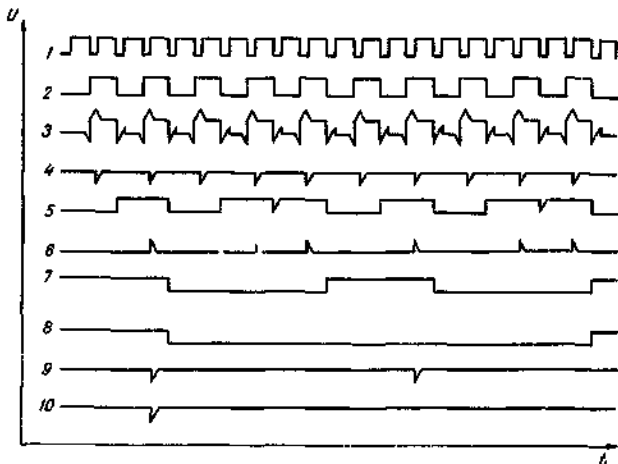


Рис. 4.10. Эпюры напряжений схемы формирования задержки.

1 — выход делителя 1:10; 2 — выход 1-й ячейки делителя 1:10; 3 — на управляющей сетке селектора 3; 4 — на аноде селектора 3; 5 — выход 2-й ячейки делителя 1:10; 6 — на аноде селектора 4; 7 — выход селектора 4, 0,2 Гц; 8 — на аноде селектора 5, 0,4 Гц; 9 — выход селектора 5 при $f=0,4$ Гц; 10 — выход селектора 5 при $f=0,2$ Гц.

Электронный счетчик единиц и десятков состоит из двух декад по четыре разряда. Поскольку все восемь разрядов двух декад счетчика аналогичны, рассмотрим работу одного разряда (рис. 4.11).

Вход счетчика открывается селекторным каскадом на время действия импульса счета, в зависимости от режима работы станции. На входе схемы имеется селектор, собранный на лампе Л83а. Лампа селектора в нормальном состоянии закрыта положительным напряжением на катоде +150 В. Напряжение на сетку подается с блока МТМ-43 через резистор R181.

Импульс счета повышает потенциал сетки до $+140$ В, и положительные считаемые импульсы, поступающие на сетку лампы с блока МТМ-33 через конденсатор *C49*, отпирают лампу. Сформированные отрицательные импульсы в анодной цепи лампы через коммутирующие диоды *D58*, *D59* поступают на вход первой декады счетчика, а через конденсатор *C41* подаются в блок МТМ-44 на индикатор считаемых импульсов.

Первый разряд каждой декады счетчика (в данном случае декады единиц и десятков) состоит из триггерной ячейки основного регистра *J34*, электронного ключа *J22*, триггерной ячейки регистра добора *J11* и ячейки контрольного регистра *J1*.

В исходном состоянии левая половина лампы *J34* открыта, правая — закрыта. С приходом первого импульса на вход ячейки триггер опрокидывается, в результате чего левая половина лампы закрывается, правая — открывается. Второй импульс приведет триггер в исходное состояние. Импульс, возникший на аноде левой половины лампы, опрокинет триггер второй ячейки и т. д.

Каждому из 10 пришедших на вход декады импульсов соответствует вполне определенная комбинация состояний триггеров декады. Число импульсов, поступающих на вход счетчика, определяется по электрическому состоянию всех восьми ячеек счетной схемы.

По окончании времени счета результат счета с помощью схемы ключей переписывается из основного регистра в регистр добора и в регистр контроля измерительной схемы. По окончании передачи результата счета из основного регистра триггеры приводятся в исходное состояние положительным импульсом сброса, подаваемым на сетки левых половин ламп триггеров.

Сетки лампы ключа каждого разряда через соответствующие резисторы (*R149*, *R150*) подключены к анодам лампы триггера основного регистра. Таким образом, на сетки лампы ключа поступает информация о состоянии разряда счетчика в виде низкого ($+40$ В) или высокого ($+140$ В) потенциала. Нагрузкой ключа служат анодные нагрузки лампы триггера регистра контроля *J1* и регистра добора *J11*. В исходном состоянии лампа ключа закрыта отрицательным напряжением, поступающим на управляющие сетки.

После окончания импульса счета уровень этого напряжения на время 300—500 мкс резко повышается за счет подачи положительного импульса переброса. В зависимости от состояния триггера *J34* открывается та половина лампы ключа, на сетку которой подастся уровень $+140$ В.

На анодах ламп триггеров *J1* и *J11*, подключенных к открывшемуся ключу, формируются отрицательные импульсы. Эти импульсы перебрасывают триггеры в такое положение, при ко-

тором половины ламп, подключенные к открывшемуся ключу, откроются (если были закрыты), а вторые половины ламп закроются. Если соответствующие триггеры регистров контроля и добора до прихода импульса переброса уже находились в указанном выше состоянии, то их состояние не изменится.

Таким образом, в регистры контроля и добора с приходом импульса переброса переписывается число, подсчитанное электронным счетчиком единиц и десятков за время счета.

Для развязки регистров добора и контроля аноды ламп ключей подключены к анодам ламп триггеров регистров через развязывающие диоды $D5, D6$.

Регистр добора в режиме добора числа до 99 работает аналогично основному регистру с последовательным счетом. Импульсы добора поступают на вход первой ячейки регистра добора через конденсатор $C4$ и развязывающие диоды $D3, D4$.

Измерительная схема декады единиц контрольного регистра. Измерительные схемы декад единиц и десятков идентичны, поэтому для уяснения принципа их работы достаточно рассмотреть измерительную схему декады единиц.

Пересчетная декада основного регистра, а следовательно, и триггерные ячейки измерительной схемы, в которые переписывается результат счета, имеют 10 устойчивых состояний равновесия. Каждому из 10 импульсов, пришедших на вход декады основного регистра, соответствует вполне определенная комбинация электрических состояний триггеров.

Измерительные резисторы включены в триггерные ячейки измерительной схемы таким образом, что каждому из устойчивых состояний равновесия триггеров соответствует определенное напряжение на измерительных резисторах.

Схема измерительных резисторов (рис. 4.12) состоит из двух одинаковых цепочек, $R10, R11, R12$ и $R16, R17, R18$, причем величины сопротивлений резисторов $R10$ и $R18$ равны и в два раза больше сопротивлений остальных резисторов. Первая из цепочек включена в анодные цепи левых триодов триггеров, вторая — в анодные цепи правых триодов триггеров.

Рассмотрим процессы, протекающие в цепочке измерительных резисторов $R10, R11, R12$. Измерительные резисторы включены последовательно с анодными нагрузками левых триодов триггеров. Величины их сопротивлений много меньше величин сопротивлений анодных нагрузок триггеров, поэтому включение измерительных резисторов в анодные цепи на режим триггеров не сказывается. Анодные токи всех триггеров можно считать равными. Следовательно, падение напряжения на цепочке измерительных резисторов будет целиком определяться комбинациями электрических состояний триггеров, т. е. результатом счета.

В исходном состоянии декады левые триоды всех триггеров измерительной схемы заперты, поэтому напряжение на цепочке резисторов $R10$, $R11$, $R12$ будет равно нулю.

При результате счета, равном единице, первый триггер опрокидывается, через резистор $R12$ потечет ток и на нем произойдет падение напряжения. Нетрудно видеть, что это же напряжение будет приложено ко всей цепочке резисторов. При результате счета 2 первый триггер возвращается в исходное состояние и опрокидывается второй триггер. Анодный ток левого триода второго триггера, протекая по резисторам $R11$ и $R12$, создает падение напряжения на этих резисторах. В результате на

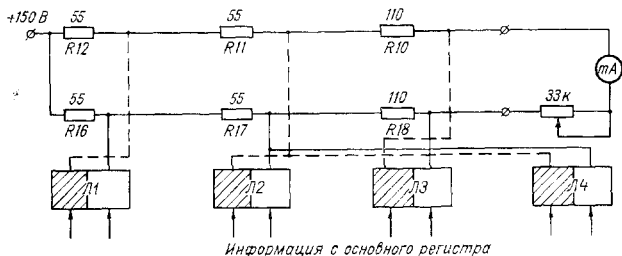


Рис. 4.12. Измерительная схема декады единиц контрольного регистра.

всей цепочке резисторов действует напряжение, в два раза большее предыдущего. При результате счета 3 падение напряжения на цепочке резисторов, создаваемое открытыми левыми триодами первого и второго триггеров, будет в три раза больше падения напряжения, создаваемого первым триггером.

Таким образом, с изменением результата счета на единицу напряжение на цепочке резисторов изменяется равными ступенями, от 0 до 9. Десятый импульс возвращает схему в исходное состояние, при этом напряжение на цепочке резисторов $R10$, $R11$ и $R12$ падает до нуля.

Совершенно аналогично работает вторая цепочка резисторов, с той лишь разницей, что в исходном состоянии напряжение на цепочке резисторов максимально. С изменением результатов счета на единицу это напряжение уменьшается на $1/9$ часть от максимальной величины. При результате счета 9 оно становится равным нулю, а при результате счета 10 увеличивается снова до максимального значения. При непрерывном изменении результата счета от 0 до 9 разность напряжений между двумя цепочками изменяется ступенчато, от максималь-

ной отрицательной до максимальной положительной величины девятью равными ступенями (рис. 4.13).

Контрольный прибор измеряет эту разность напряжений между цепочками резисторов. Он имеет электрический ноль в середине шкалы. Шкала прибора имеет оцифровку слева направо от 0 до 9. В исходном состоянии триггеров стрелка прибора стоит в левом крайнем положении на нуле и с изменением результата счета на единицу перемещается на один участок, показывая количество отсчитанных импульсов.

Электронный счетчик сотен и тысяч. Счетная схема сотен и тысяч чтеоданных состоит из основного регистра, схемы ключ-

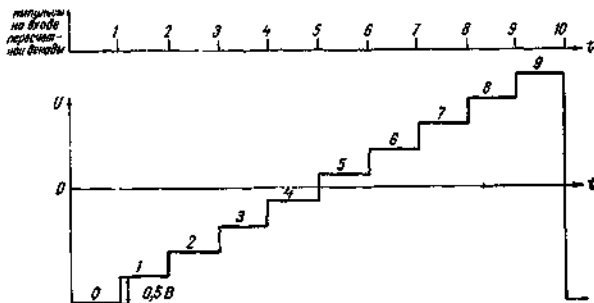


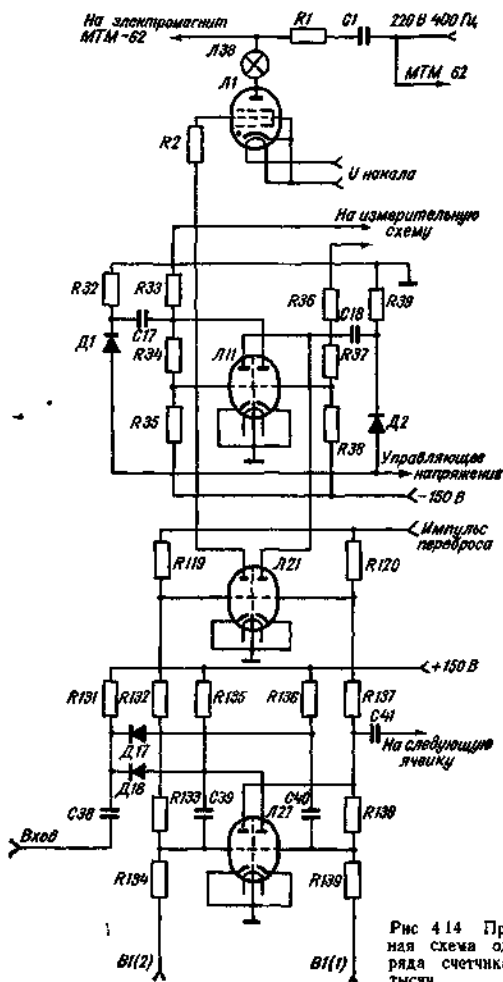
Рис. 4.13. Эпюры напряжений на выходе измерительной схемы

чей, измерительной схемы и тиратронных каскадов механизма набора. Декада сотен имеет четыре одинаковых разряда, а декада тысяч — два.

Рассмотрим работу одного разряда счетчика сотен и тысяч. На вход первого разряда (рис. 4.14) поступают импульсы сотен с блока МТМ-41 (с генератора сотен). Схема основного регистра сотен и тысяч выполнена аналогично схеме основного регистра единиц и десятков.

Аналогичное подключение имеет и схема ключей. Так как результат счета переписывается только в один регистр, в анодных цепях ламп ключей отсутствуют развязывающие диоды. Передача результата счета основным регистром в регистр контроля производится параллельно через схему ключей.

Измерительная схема декады сотен аналогична измерительной схеме декад единиц и десятков. Измерительная схема тысяч состоит всего из двух триггерных ячеек, и шкала прибора разделена только на четыре участка. Максимальное количество



импульсов, которое может зафиксировать измерительная схема тысяч, равно 3. Максимальное число, которое может зафиксировать счетчик, равно 3999.

При изменении информации и повторении ее дважды вырабатывается импульс печати, разрешающий печать метеоданных. Импульс изменения информации формируется схемой (рис. 4.15), состоящей из усилителя Л17, триггера Л19 и катодного повторителя Л36.

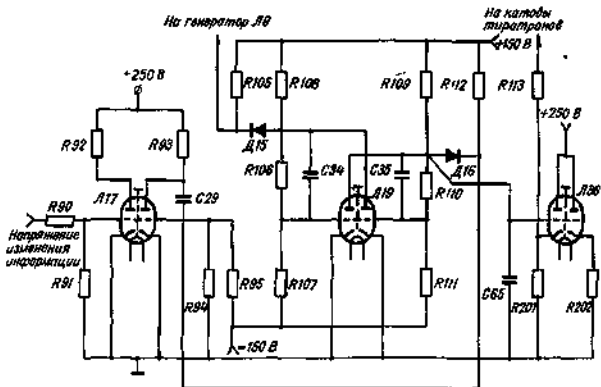


Рис. 4.15 Принципиальная схема формирования импульсов изменения информации.

При изменении состояния триггеров контрольного регистра на соответствующих резисторах ($R32, R39...$) (рис. 4.14) возникает перепад напряжения, который через соответствующие развязывающие диоды ($Д1, Д2...Д12$) поступает на управляющую сетку первого каскада двухкаскадного усилителя Л17 (рис. 4.15).

Двухкаскадный усилитель импульсов изменения информации собран по реостатной схеме. Левая половина лампы в исходном состоянии открыта: напряжение на сетке ее равно нулю. Правая половина лампы закрыта отрицательным напряжением -65 В, снимаемым с делителя $R94, R95$. Перепад напряжения, возникший при изменении информации, усиливается усилителем.

Сформированный отрицательный импульс с выхода второго каскада усилителя поступает на запуск триггера Л19 через конденсатор $C29$ и диод $Д16$. Триггер переводится в такое со-

стояние, при котором левая половина лампы *Л19* будет открыта, а правая — закрыта. С левого анода лампы *Л19* уровень напряжения $+40$ В поступает на сетку катодного повторителя, собранного на лампе *Л36*. С нагрузки *R201* катодного повторителя уровень напряжения $+40$ В подается через резистор *R113* на катоды тиратронов, разрешая набор числа.

Тиратронные каскады являются передаточным звеном между триггерными ячейками регистра контроля и дифференциальными механизмами набора сотен и тысяч метеоанных. Тиратроны питаются напряжением 220 В, 400 Гц. Сетки тиратронов через развязывающие резисторы *R2...* подсоединены к анодным нагрузкам правых половин ламп триггеров регистра контроля. На катоды тиратронов подаются смещение $+250$ В и напряжение с катодного повторителя *Л36* (рис. 4.3), равное $+130$ В. Результирующее напряжение на катодах тиратронов будет равно $+180$ В и тиратроны будут закрыты.

При изменении информации (частоты импульсов на входе электронного счетчика сотен и тысяч) уровень напряжения на выходе катодного повторителя падает до $+40$ В. Результирующее напряжение на катодах тиратронов падает до $+125$ В.

Тиратроны, на сетки которых с анодных нагрузок правых половин ламп триггеров регистра контроля подается напряжение $+140$ В, открываются. Тиратроны, на сетки которых подается уровень напряжения $+40$ В, остаются закрытыми.

В анодные цепи тиратронов включены обмотки наборных электромагнитов механизмов набора сотен и тысяч блока МТМ-62. Механизмы набора связаны с исполнительными наборными механизмами.

Каждому числу считаемых импульсов, поданных на вход счетчика, соответствует определенная комбинация устойчивых состояний триггеров, а следовательно, и определенная комбинация открытых тиратронов.

Наборный механизм печати сотен метеоанных устроен так, что если горит только один первый тиратрон, то набирается число, равное 1, если только второй тиратрон, — число 2. При зажигании только третьего тиратрона набирается число 4, при зажигании только четвертого тиратрона — число 8.

Таким образом, при поступлении на счетчик, например, пяти импульсов комбинация состояний триггеров будет такой, что зажгутся первый и третий тиратроны. При этом наборный механизм наберет число, равное $1+0+4=5$. Аналогично набираются все числа от 0 до 9.

В анодной цепи тиратрона включены лампы накаливания. В холодном состоянии сопротивление нити накала невелико, поэтому в момент зажигания тиратронов начальный ток, проходящий через электромагниты, значительно больше номинального.

Этим обеспечивается уверенное срабатывание электромагнитов.

По мере разогрева лампы сопротивление возрастает, и ток в обмотке электромагнита устанавливается равным 90—100 мА. Триггер Л19 переводится в исходное состояние задним фронтом импульса печати, приходящим с генератора Л9.

Контрольные вопросы

1. Из каких блоков состоит система счета?
2. Какую функцию выполняет блок эталонных импульсов?
3. Для какой цели в блоке эталонных импульсов предусмотрена схема саматрон?
4. Какую функцию выполняет блок МТМ-41?
5. По функциональной схеме расскажите о работе блока МТМ-42.
6. Нарисуйте блок-схему электронного индикатора и расскажите, как он работает.
7. Как работает первый селектор блока МТМ-43?
8. Объясните работу принципиальной схемы пересчетной ячейки делителя.
9. По принципиальной схеме расскажите, как формируется импульс счета.
10. В какой последовательности формируются импульсы счета, сброса, блокировки?
11. Как работает первый разряд счетчика единиц и десятков?
12. Объясните работу измерительной схемы декады единиц контрольного регистра.
13. Объясните работу одного разряда счетчика сотен и тысяч.
14. Какую функцию выполняет схема выходных тиратронов?
15. Объясните работу схемы формирования импульсов изменений информации.

ГЛАВА 5

Система измерения дальности МТМ-50

Система измерения дальности позволяет осуществлять сопровождение углового отражателя, радиозонда или метеорологической ракеты.

Для визуального наблюдения сигналов, отраженных от углового отражателя, и сигналов радиозонда используется электронный индикатор с амплитудной отметкой сигнала, имеющий два масштаба развертки — 30 и 2 км. Задержка начала разверток может плавно изменяться, что обеспечивает возможность наблюдения сигналов от мишени, находящейся на разных дальностях, от 0 до 300 км.

В систему измерения дальности входят:

- блок дальности МТМ-51;
- блок автосопровождения по дальности МТМ-52;
- блок управления по дальности МТМ-53.

5.1. Функциональная схема блока дальности МТМ-51

Блок дальности МТМ-51, функциональная схема которого приведена на рис. 5.1, с помощью кварцевого генератора вырабатывает синусоидальное напряжение частоты 75 кГц, которое используется для формирования импульсов запуска передатчика, развертки 30 и 2 км, импульсов, синхронизирующих систему счета, и импульсов запуска генератора бланкирующих импульсов приемной системы.

В блоке расположена электронно-лучевая трубка, являющаяся индикатором дальности. Индикатор дальности предназначен для визуального наблюдения сигналов и калибровки моста фазовращателя. Индикатор используется также в качестве осциллографа для проверки ряда каскадов системы.

В блок дальности также входит калибратор, который формирует калиброванное напряжение, используемое для настройки и проверки линейности следования электрического визира развертки 2 км за поворотом точной шкалы дальности.

Функциональная схема блока дальности состоит из схемы формирования частоты 5 кГц и 416 Гц, канала запуска передатчика и канала грубого измерения дальности.

Формирование частоты 5 кГц и 416 Гц. Эталонном времени для измерения дальности является генератор синусоидального напряжения *Л1*, частота которого стабилизирована кварцем и равна 75 кГц ($74,955 \text{ кГц} \pm 5 \text{ Гц}$).

С выхода кварцевого генератора *Л1* через катодный повторитель *Л2* синусоидальное напряжение 75 кГц поступает на схему делителей частоты для формирования импульса запуска передатчика и импульсов, синхронизирующих работу системы измерения дальности и системы счета. Кроме того, это напряжение подается на фазосдвигающий каскад калибратора и фазовращатель блока МТМ-53.

Синусоидальное напряжение, снимаемое с катодного повторителя *Л2*, ограничивается и дифференцируется в генераторе импульсов *Л3а* и в виде остrokонечных импульсов напряжения поступает на первый делитель частоты 1:3 (лампа *Л4а*), с выхода которого снимаются импульсы частотой 25 кГц. Это напряжение через катодный повторитель *Л4б* подается на второй делитель частоты 1:5 (лампа *Л5а*), который понижает частоту до 5 кГц.

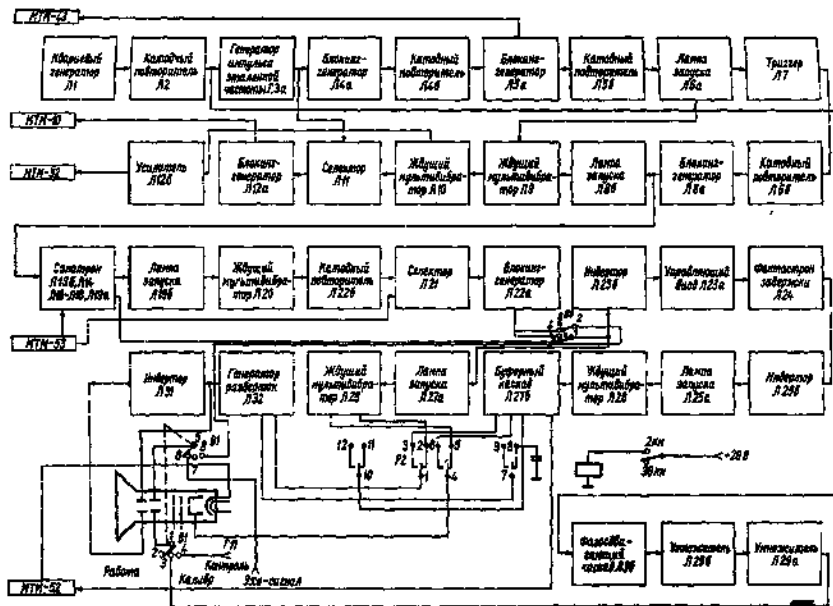


Рис 51. Функциональная схема блока МТМ-51.

Импульсы напряжения частотой 5 кГц подаются в систему счета для ее синхронизации, а через катодный повторитель *Л56* — на лампу запуска *Л6а*. С лампы запуска импульсы частотой 5 кГц поступают на срыв ждущего мультивибратора *Л9* и на запуск схемы делителя частоты 1:2 (триггер *Л7*). Через катодный повторитель *Л66* импульсы частотой 2,5 кГц поступают на вход четвертого делителя частоты 1:6 (лампа *Л8*), с выхода которого снимаются импульсы частотой 416 Гц. Частота 416 Гц является частотой посылок импульсов станции. Импульсы частотой 416 Гц подаются в канал запуска передатчика и канал грубого измерения дальности.

Канал запуска передатчика. Импульсы частотой 416 Гц с выхода четвертого делителя поступают через лампу запуска *Л86* на ждущий мультивибратор *Л9*. Схема ждущего мультивибратора вырабатывает импульсы той же частоты, длительностью 200 мкс. Задним фронтом отрицательного импульса мультивибратора запускается ждущий мультивибратор *Л10*, который вырабатывает селекторные импульсы длительностью 25 мкс.

Положительный селекторный импульс с выхода мультивибратора *Л10* подается на селектор *Л11* и через дифференцирующую цепочку — на блокинг-генератор *Л12а* и усилитель *Л126*. Импульс отрицательной полярности с выхода усилителя *Л126* подается в блок МТМ-32 на запуск генератора бланкирующего импульса.

На селектор *Л11*, кроме селекторного импульса, с мультивибратора *Л10* поступают импульсы частотой 75 кГц с генератора импульсов эталонной частоты *Л3а*. На выходе селектора образуется импульс только тогда, когда один из импульсов частотой 75 кГц совпадает по времени с селекторным импульсом. Селектор является лампой запуска блокинг-генератора *Л12а*.

С выхода блокинг-генератора снимаются положительные импульсы длительностью 0,4 мкс, жестко привязанные к определенной фазе напряжения кварцевого генератора. Эти импульсы при дальности от 0 до 1500 ± 500 м поступают на запуск передатчика малой мощности, а при больших дальностях — на запуск передатчика большой мощности.

Запуск блокинг-генератора, а следовательно, и передатчика происходит с такой же частотой, как и запуск схемы грубого измерения дальности, но с задержкой, равной 206 мкс. Данная схема запуска передатчика обеспечивает расположение сигнала, отраженного от цели, в центре развертки индикатора. Кроме того, такая задержка запуска передатчика позволяет исключить из работы нелинейный участок развертки.

Лампа запуска *Л8* на время счета запирается импульсом счета, подаваемым с блока МТМ-43, что исключает влияние импульсов передатчика на результат подсчета импульсов радио-

зонда. Таким образом, во время счета запуска передатчика не происходит.

Канал грубого измерения дальности. С четвертого делителя *Л8* импульсы напряжения частоты 416 Гц подаются на схему плавной и линейной задержки запуска генераторов разверток по отношению к импульсу запуска передатчика (санатрон). Величина задержки санатрона зависит от величины управляющего напряжения, снимаемого с потенциометра строба, расположенного в блоке МТМ-53.

Движок потенциометра кинематически связан со штурвалом и двигателем механизма дальности.

С выхода схемы санатрона задержанный по времени импульс положительной полярности частоты 416 Гц поступает на лампу запуска *Л196* мультивибратора *Л20* и на переключатель *В3*.

Положительные селекторные импульсы длительностью 12 мкс с мультивибратора *Л20* через катодный повторитель *Л226* поступают на селектор *Л21*. На этот же селектор из блока МТМ-53 поступают подвижные импульсы частотой 75 кГц. На выходе селектора появляется импульс только тогда, когда один из импульсов частоты 75 кГц совпадает по времени с селекторным импульсом. Лампа селектора является одновременно запускающей лампой блокинг-генератора *Л22а*.

С блокинг-генератора положительные импульсы через контакты тумблера *В3* в положении «Работа», через инвертор *Л236* и управляющий диод *Л23а* поступают на запуск фантастрона задержки *Л24*, а через лампу запуска *Л27а* — на запуск генератора 30-км строба, выполненного по схеме ждущего мультивибратора на лампе *Л28*.

Для проверки работы и настройки санатрона тумблер *В3* ставится в положение «Линейность санатрона». В этом случае импульс с выхода санатрона поступает непосредственно на запуск схем грубой и точной разверток дальности, а импульсы с выхода блокинг-генератора *Л22а* через контакты тумблер *В3* и переключателя *В1* (в положении «Контроль») поступают на вертикально отклоняющую пластину трубки для создания отметки на экране индикатора.

Ждущий мультивибратор *Л28* вырабатывает импульс длительностью 200 мкс, что соответствует 30 км по дальности. Этот импульс отрицательной полярности через контакты 1 и 2 реле *Р2* поступает на генератор разверток *Л32*. С генератора разверток пилообразное напряжение подается на одну из горизонтально отклоняющих пластин электронно-лучевой трубки и через инвертор *Л31* — на другую горизонтально отклоняющую пластину трубки. Импульс положительной полярности с выхода мультивибратора через контакты 4—5 реле *Р2* подается на

управляющую сетку трубки для подсветки прямого хода луча развертки.

Фантастрон задержки *Л24* вырабатывает импульсы положительной полярности длительностью 86 мкс, что соответствует 14 км по дальности. Импульсы положительной полярности поступают на инвертор *Л256*, с которого снимаются импульсы отрицательной полярности.

Задним фронтом отрицательного импульса через лампу запуска *Л25а* запускается генератор 2-км строба, представляющий собой ждущий мультивибратор, собранный на лампе *Л26* и вырабатывающий импульсы длительностью 13,3 мкс, что соответствует 2 км по дальности.

Импульс положительной полярности с выхода мультивибратора поступает на буферный каскад *Л276*, а с него через контакты 1—3 реле *P2* (реле *P2* включено) импульс отрицательной полярности подается на генератор разверток *Л32*. С генератора разверток пилообразное напряжение подается на одну из горизонтально отклоняющих пластин трубки и через инвертор *Л31* — на другую горизонтально отклоняющую пластину трубки. Через контакты 4—6 реле *P2* импульс положительной полярности поступает на управляющую сетку трубки для подсветки прямого хода развертки. В режиме развертки 30 км через контакты 10—11 реле *P2* и контакты 1—2 переключателя *B1* в положении «Работа» на одну из вертикально отклоняющих пластин трубки подается 2-км строб, образующий на грубой развертке «Пьедестал», указывающий временное расположение точной развертки и являющийся грубым визиром. Так как 2-км строб задержан фантастроном относительно начала грубой развертки на 86 мкс, то он находится примерно посередине развертки 30 км.

С буферного каскада *Л276* 2-км строб положительной полярности поступает в блок МТМ-52 для формирования ультразвукового строба, электрического визира и импульсов полустроби.

На одну из вертикально отклоняющих пластин трубки из блока МТМ-32 поступает сигнал от цели через контакты 5—6 переключателя *B1* в положении «Работа», создавая на экране изображение сигнала.

Индикатор выполнен на электропно-лучевой трубке с электростатическим отклонением и фокусировкой луча и имеет три режима работы: «Работа», «Контроль», «Калибровка». Во всех режимах на горизонтально отклоняющие пластины трубки подается пилообразное напряжение развертки, на катод — импульсы визира. В режиме «Работа» на одну из вертикально отклоняющих пластин трубки подается сигнал от сопровождаемой цели, на другую пластину — 2-км строб, служащий визиром грубой развертки.

В центре точной развертки имеется электрический визир в виде двух затемненных участков, который формируется в блоке МТМ-52. Совмещая электрический визир с сигналом, отраженным от цели, оператор по шкалам механизма дальности отсчитывает величину дальности до цели.

В режиме «Калибровка» на одну из вертикально отклоняющих пластин трубки подается калибрационное напряжение. Совмещая визир с контрольными точками калибрационного напряжения, можно проверить и, если нужно, настроить схему фазовращателя.

В режиме «Контроль» на вертикально отклоняющие пластины могут быть поданы напряжения с контролируемых каскадов, если индикатор использовать как осциллограф.

Калибратор состоит из фазосдвигающей схемы и умножителей частоты. С выхода катодного повторителя Л2 синусоидальное напряжение 75 кГц подается на фазосдвигающий каскад Л36. С выхода этого каскада снимается синусоидальное напряжение, фаза которого регулировкой может изменяться на 45°. Это напряжение подается на умножители Л29а и Л29б, повышающие частоту напряжения до 600 кГц последовательным умножением на 4 и 2. С выхода второго умножителя синусоидальное напряжение 600 кГц через контакты 3—1 переключателя В1 в положении «Калибровка» подается на одну из вертикально отклоняющих пластин электронно-лучевой трубки.

5.2. Функциональная схема блоков автосопровождения по дальности МТМ-52 и управления по дальности МТМ-53

Блок МТМ-52, функциональная схема которого изображена на рис. 5.2, предназначен для выделения напряжения сигнала ошибки по дальности и преобразования его в напряжение, управляющее исполнительным двигателем, а также для формирования импульсов электрического визира и импульса ультраузкого строба.

Блок МТМ-53 предназначен для ручного сопровождения цели по дальности в режимах «Угловой отражатель», «Радиозонд» и «Метеоракета», определения наклонной дальности до цели по шкалам дальности, передачи текущего значения наклонной дальности в регистратор, а также для автоматического захвата цели по дальности в режиме «Метеоракета». Функциональная схема блока представлена на рис. 5.3.

Канал точного измерения дальности. В схеме канала точного измерения дальности формируются импульсы дальности, фаза которых жестко привязана к фазе входного синусоидального напряжения 75 кГц.

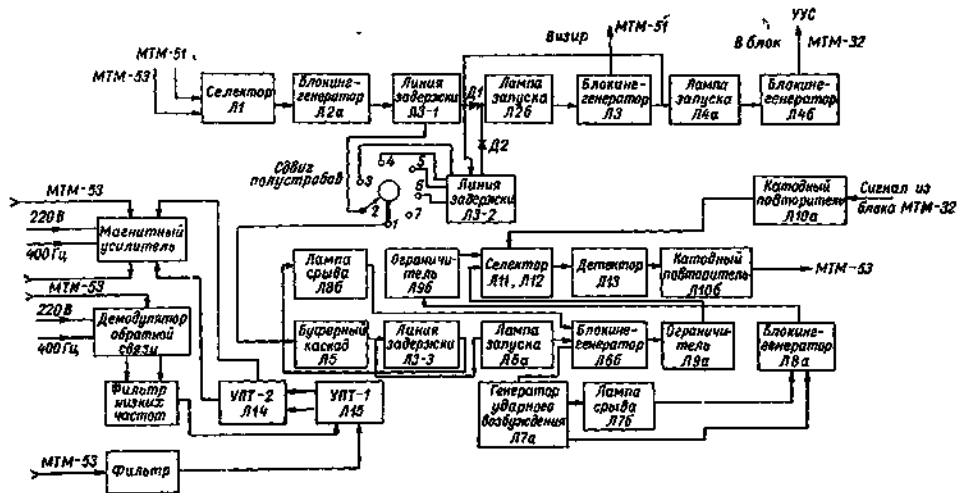


Рис. 5. 2. Функциональная схема блока MTM-52.

С катодного повторителя *Л2* блока МТМ-51 синусоидальное напряжение 75 кГц поступает на фазорасщепляющий мост блока МТМ-53 (рис. 5.3), который вырабатывает четыре синусоидальных напряжения, сдвинутых относительно друг друга на 90°. Эти напряжения поступают на фазовращатель, ротор которого кинематически связан со штурвалом или двигателем механизма дальности. При вращении ротора фазовращателя фаза напряжения на его выходе линейно изменяется.

Сдвинутое по фазе напряжение, усиленное двумя каскадами усилителей *Л1* и *Л2а*, поступает на генератор подвижных импульсов напряжения эталонной частоты *Л2б*. С генератора *Л2б* напряжение в виде остроконечных импульсов 75 кГц подается на селектор импульса дальности *Л1* блока МТМ-52 (рис. 5.2) и селектор *Л21* блока МТМ-51 (рис. 5.1).

На селектор импульса дальности *Л1* (рис. 5.2) поступает также импульс 2-км строба из блока МТМ-51. Этот импульс отпирает лампу селектора, и в момент совпадения с ним одного из импульсов частоты 75 кГц на выходе селектора образуется импульс, который запускает блокинг-генератор *Л2а*. Блокинг-генератор вырабатывает импульсы дальности положительной полярности, задержка которых относительно запуска передатчика изменяется линейно от 0 до 300 км.

Импульсы дальности поступают на линии задержки *ЛЗ-1* и *ЛЗ-2*. Так как импульс дальности поступает на лампу запуска *Л2б* с двух различных звеньев линии задержки, то на выходе лампы запуска образуются два импульса, сдвинутые относительно друг друга во времени. Они запускают блокинг-генератор визира *Л3*, который вырабатывает два импульса положительной полярности длительностью 0,3 мкс, сдвинутые относительно друг друга на 1,2 мкс. Эти импульсы поступают на катод ЭЛТ блока МТМ-51 и, запирая трубку, образуют электрический визир в виде разрывов 2-км развертки (темновых отметок).

Импульс дальности через линию задержки *ЛЗ-2* поступает на лампу запуска *Л4а* блокинг-генератора ультразвукового строба (УУС) *Л4б*. Блокинг-генератор *Л4б* вырабатывает импульсы УУС длительностью 0,5 мкс положительной полярности, которые подаются в главный усилитель блока МТМ-32 (см. рис. 3.1).

С пяти различных звеньев линий задержки *ЛЗ-1* и *ЛЗ-2* импульс дальности поступает на контакты переключателя *В1* «Сдвиг полустроби», с помощью которого осуществляется сдвиг полустроби на 1,0—1,6 мкс относительно импульсов визира. Необходимость сдвига полустроби вызвана тем, что автоматическое сопровождение цели по дальности в режиме «Радиозонд» производится не по всплеску ответного сигнала, а по паузе, которая следует за всплеском. Первое положение переключателя соответствует режиму «Уголкового отражателя».

С переключателя *B1* задержанный импульс дальности через буферный каскад *Л5* подается на линию задержки *ЛЗ-3*, которая определяет длительность импульса первого полустроба. Импульсы, снимаемые с начала линии задержки *ЛЗ-3*, поступают на лампу запуска *Л6а* блокинг-генератора первого полустроба *Л6б*.

С конца линии задержки *ЛЗ-3* задержанные импульсы дальности поступают на лампу срыва первого полустроба *Л8б*. Задним фронтом отрицательного импульса первого полустроба через генератор ударного возбуждения *Л7а* запускается блокинг-генератор второго полустроба *Л8а*. На аноде генератора ударного возбуждения возникают затухающие колебания с периодом, равным 2,4 мкс, которые через лампу *Л7б* срывают колебания блокинг-генератора второго полустроба, стабилизируя его длительность. Полустробы длительностью 1,2 мкс после ограничения в каскадах диодных ограничителей *Л9б* подаются на селектор дискриминатора *Л11* и *Л12*.

Селектор дискриминатора и детектор *Л13* формируют сигнал ошибки. На селектор дискриминатора с блока МТМ-32 через катодный повторитель *Л10а* подается также сигнал от цели. Напряжение, получающееся в результате сравнения временного положения сигнала и полустробов, поступает на детектор *Л13*, который выполняет функцию формирователя сигнала ошибки. Полярность напряжения сигнала ошибки на выходе детектора зависит от того, с каким из полустробов совпадает сигнал.

Напряжение сигнала ошибки через катодный повторитель *Л10б* (рис. 5.2) подается в канал сервоусилителя блока МТМ-53 и далее на двигатель автосопровождения. Двигатель поворачивает механизм дальности до тех пор, пока отраженный сигнал не расположится симметрично относительно полустробов, при этом сигнал ошибки становится равным нулю.

Канал сервоусилителя. Усиление напряжения сигнала ошибки до величины, достаточной для управления двигателем автосопровождения, производится сервоусилителем. Режим усиления при автосопровождении уголкового отражателя или радиозонда отличается от режима усиления при сопровождении метеоракеты. Рассмотрим режим «Уголкового отражатель — радиозонд».

Напряжение сигнала ошибки с выхода детектора через катодный повторитель *Л10б* и контакты 4—5 реле *P4* (рис. 5.3) блока МТМ-53 подается на корректирующий фильтр низких частот (рис. 5.2.). При прохождении через фильтр высокочастотные составляющие сигнала, наличие которых могло бы привести к вредным перегрузкам последующих каскадов, отфильтровываются. Сглаженное напряжение поступает на вход суммирующего усилителя постоянного тока *УПТ-1 Л15*, на ко-

торый также подается напряжение обратной связи, осуществляющее стабилизацию следящей системы автоматического сопровождения по дальности. Это напряжение снимается со специальной тахометрической обмотки 7—8 двигателя автосопровождения *М1* блока МТМ-53, выпрямляется демодулятором обратной связи блока МТМ-52 и корректируется с помощью специального фильтра. Суммирование прямого сигнала и сигнала обратной связи, а также предварительное усиление этих сигналов осуществляются в УПТ-1 *Л15*.

Второй усилитель предварительного усиления УПТ-2 *Л14* работает в режиме усиления по току. В анодные цепи этого каскада включены управляющие обмотки магнитного усилителя. Напряжение, снимаемое с выхода магнитного усилителя, используется в качестве управляющего напряжения для исполнительного двигателя автосопровождения.

Режим «Метеоракета». При автоматическом сопровождении метеоракеты напряжение сигнала ошибки из блока МТМ-52 подается для предварительного усиления в блок МТМ-53 на усилитель постоянного тока УПТ-1, собранный на транзисторах *ПП1* и *ПП2* (рис. 5.3, см. вклейку). Дополнительное усиление напряжения сигнала ошибки вызвано тем, что скорость ракеты значительно больше скорости радиопилота. Увеличение скорости сопровождения по дальности в режиме «Метеоракета» достигается также за счет увеличения цены оборота двигателя *М1* до 30 м путем переключения кинематической схемы.

Чтобы обеспечить устойчивый захват быстро летящей метеоракеты (до 2 км/с), предусмотрена схема автоматического захвата с режимом предварительного разгона части механизма. В этом режиме производится разрыв кинематической цепи механизма с помощью электромагнитной муфты *ЭМ1*.

Управление скоростью двигателя осуществляется с помощью потенциометра *R44* «Скорость» блока МТМ-53. Напряжение с потенциометра поступает через контакты 7—9 реле *P4* и контакты 1—2 реле *P3* на вход УПТ-1 блока МТМ-52. При появлении сигнала ошибки на выходе дискриминатора, когда сигнал от метеоракеты совпадает с одним из полустробиов, появится сигнал ошибки, который поступит на вход УПТ-1 блока МТМ-53. На входе УПТ-1 включено реле *P2*. Реле срабатывает, через его контакты замыкается цепь питания реле *P3*. Реле *P3* срабатывает и через контакты 10—12 становится на самоблокировку, разрывается цепь управления двигателем от потенциометра «Скорость», а через контакты 1—3 реле *P3* замыкается цепь следящей системы.

К этому времени двигатель с частью механизма имеет скорость, близкую к скорости ракеты. Начинается автоматическое слежение за ракетой. Сигнал ошибки на выходе дискримина-

тора уменьшается. Реле $P2$ устанавливается в исходное состояние.

Схема автоматического захвата ракеты дублируется ручной схемой захвата. Имеются кнопки «Захват» и «Возврат», которые замыкают и размыкают цепи питания реле $P2$, $P3$ и, таким образом, позволяют вручную производить захват ракеты или возвращение схемы из режима автоматического сопровождения в режим предварительного разгона.

5.3. Принципиальная схема узлов блока дальности МТМ-51

Кварцевый генератор (рис. 54) собран по схеме с электронной связью на пентоде $\Lambda 1$. Лампа $\Lambda 1$ выполняет две функции — генератора с самовозбуждением и усилителя синусоидального

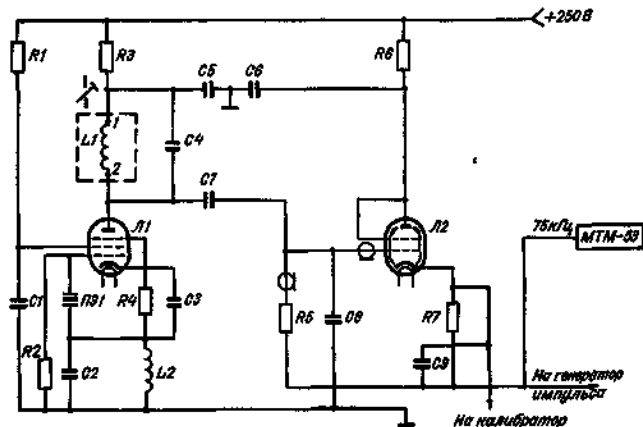


Рис. 54. Принципиальная схема кварцевого генератора.

напряжения. По схеме генератора работает участок катод — экранирующая сетка лампы; экранирующая сетка лампы играет роль анода. Дроссель $L2$ обеспечивает положительную обратную связь, необходимую для образования незатухающих колебаний. Кристалл кварца, стабилизирующий частоту генерируемых колебаний, включен в цепь управляющей сетки генератора. Анод-

ная цепь лампы работает как усилитель напряжения. Нагрузкой усилителя является резонансный контур $L1, C4$, настроенный на частоту кварца.

Электронная связь генератора с нагрузкой уменьшает влияние нагрузки на генератор и способствует увеличению стабильности генерируемой частоты.

На лампе $Л2$ собран катодный повторитель. Напряжение с анода лампы $Л1$ через переходную цепь $C7, R5$ поступает на сетку катодного повторителя. Синусоидальное напряжение 75 кГц, снимаемое с нагрузки катодного повторителя, подается

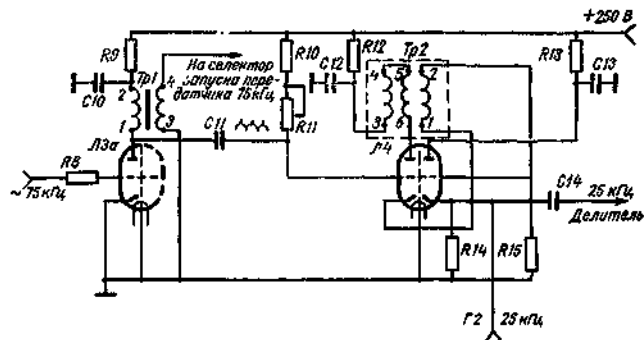


Рис. 5.5 Принципиальная схема генератора импульсов эталонной частоты и первого делителя

на генератор импульсов эталонной частоты и калибратор, а также в блок МТМ-53 на трансформатор, а с него на фазорасщепляющий мост (рис. 5.3).

Генератор импульсов эталонной частоты (рис. 5.5) представляет собой усилитель-ограничитель, выполненный на лампе $Л3а$, нагрузкой которого является дифференцирующий трансформатор $Тр1$. На управляющую сетку лампы генератора через резистор $R8$ подается синусоидальное напряжение с катодного повторителя $Л2$. Ограничение напряжения 75 кГц по верхнему уровню осуществляется за счет сеточных токов, по нижнему — за счет запирающего триода. Следовательно, импульсы анодного тока имеют форму, близкую к прямоугольной. В анодной цепи $Л3а$ за счет $C10$ и обмоток $Тр1$ происходит дифференцирование напряжения, в результате чего образуются двухполярные остроконечные импульсы напряжения 75 кГц, жестко привязанные по

фазе к 0 и 180° синусоидального напряжения кварцевого генератора.

Положительные импульсы, снимаемые с анода лампы *Л3а*, синхронизируют работу первого делителя частоты. Импульсы частотой 75 кГц, снимаемые со вторичной обмотки трансформатора *Тр1*, подаются на селектор импульса запуска передатчика.

Первый делитель частоты (рис 5.5) собран на лампе *Л4а* и представляет собой синхронизированный блокинг-генератор с анодно-катодной связью. На лампе *Л4б* собран катодный повторитель, выполняющий функцию связующего звена между первым и вторым делителями.

Синхронизация первого делителя частоты осуществляется импульсами эталонной частоты 75 кГц, поступающими с генератора через разделительный конденсатор *С11* на управляющую сетку блокинг-генератора. Для настройки делителя на коэффициент деления 1:3 в сеточную цепь блокинг-генератора введен потенциометр *Р11*, с помощью которого меняют постоянную времени этой цепи.

Второй и четвертый делители выполнены по аналогичной схеме. Третий делитель, как указано выше, выполнен по схеме триггера.

Канал запуска передатчика. Мультивибратор *Л10* (рис. 5.6) запускается импульсом положительной полярности, образованным дифференцированием заднего фронта импульса задержки. На выходе мультивибратора формируется селекторный импульс длительностью 25 мкс, частотой 416 Гц, который снимается с анодного резистора *Р51*, включенного в анодную цепь лампы *Л10б*. Этот импульс через дифференцирующую цепь *С38*, *Р66* подается на усилитель, собранный на лампе *Л12б*. С усилителя отрицательный импульс поступает в блок МТМ-32 для запира-ния канала угловой автоматики приемной системы в режиме «Радиозонд» на время действия импульса передатчика. Одновременно положительный селекторный импульс длительностью 25 мкс, частотой 416 Гц и амплитудой порядка 80 В с лампы *Л10б* подается на защитную сетку лампы селектора запуска передатчика *Л11*.

В исходном состоянии лампа селектора закрыта по управляющей и защитной сеткам напряжением смещения, созданным на катодном резисторе *Р56*. На управляющую сетку селектора поступают положительные импульсы 75 кГц со вторичной обмотки трансформатора *Тр1* генератора импульсов эталонной частоты (рис. 5.5). В момент совпадения одного из импульсов 75 кГц с селекторным импульсом лампа отпирается и в анодной цепи селектора образуется импульс отрицательной полярности. Анодной нагрузкой селекторной лампы является импульсный

трансформатор *Тр5* генератора импульса запуска передатчика (рис. 5.6).

Генератор импульса запуска передатчика собран на лампе *Л12а* по схеме ждущего блокинг-генератора с анодно-сеточной связью. С катодного резистора *R63* импульсы запуска передатчика положительной полярности длительностью 0,4 мкс подаются через контакты 7—8 реле *P1* в шкаф передатчика МТМ-10.

В режиме «Радиозонд» реле *P1* управляется с помощью концевого выключателя, связанного кинематически с механизмом дальности блока МТМ-53.

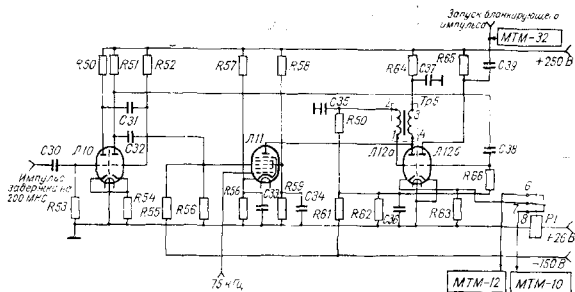


Рис. 5.6. Принципиальная схема канала запуска передатчика.

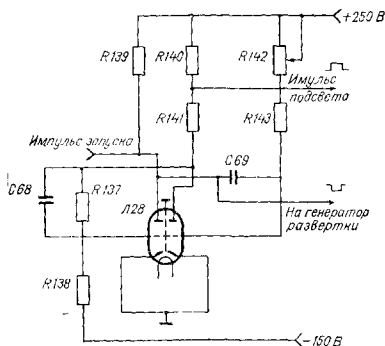
При дальностях от 0 до 1500 ± 500 м реле *P1* обесточено. Импульс запуска через контакты 6—7 подается на запуск передатчика малой мощности МТМ-12. При дальностях больше 1500 ± 500 м с помощью концевого выключателя срабатывает реле *P1* и через контакты 7—8 импульс запуска подается на передатчик большой мощности МТМ-10.

Формирование 30-км строга. Генератор 30-км строга (рис. 5.7) собран на лампе *Л28* по схеме ждущего мультивибратора. Длительность строга можно регулировать потенциометром *R142*, ось которого выведена на шасси блока МТМ-51. Запускается генератор положительными импульсами частоты 416 Гц, приходящими с блокинг-генератора *Л22а* (см. рис. 5.1).

Отрицательный импульс, снимаемый с анода лампы *Л28а*, поступает на генератор разверток, а положительный импульс амплитудой 15 В с части анодной нагрузки правой половины лампы *Л28б* подается на управляющую сетку электроно-лучевой трубки для подсвета прямого хода луча.

Формирование 2-км строба. Двухкилометровый строб, а следовательно, и 2-км развертка должны быть смещены во времени на середину 30-км развертки. Поэтому формирование 2-км строба осуществляется с задержкой на 14 км по дальности относительно переднего фронта 30-км строба.

Генератор задержки 2-км строба собран на лампе Л24 (рис. 5.8) по схеме фантастрона со связью по экранной сетке. Режим фантастрона подобран так, что при отсутствии импульсов запуска лампа Л24 закрыта по третьей сетке отрицательным смещением, снимаемым с делителя R116, R117, R118. Для за-



пуска схемы используются те же импульсы, что и при формировании 30-км строба.

Отрицательный импульс, снимаемый с инвертора Л23а, через Л23б (работающий как диод) запускает схему фантастрона, в результате чего на защитной сетке обра-

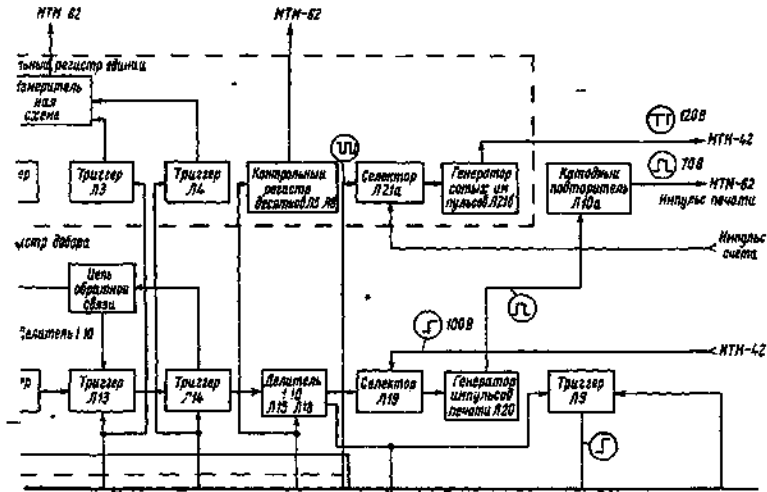
Рис. 5.7. Генератор 30-км строба

зуется положительный импульс длительностью 86 мкс, что соответствует 14 км по дальности.

Длительность задержки можно подстраивать потенциометром R114 «Задержка 2-км строба», ось которого выведена на шасси блока МТМ-51.

С выхода фантастрона положительный импульс подается через инвертор Л25а, дифференцирующую цепь C63, R123 и лампу запуска Л26б на генератор 2-км строба. Генератор 2-км строба собран по схеме ждущего мультивибратора с катодной связью на лампе Л26.

Потенциометром R125 «Строб 2 км» можно регулировать длительность 2-км строба. Ось потенциометра выведена на шасси блока. С резистора R127 снимается положительный 2-км строб и через буферный каскад (см. рис. 5.1) подается на генератор развертки, блок автосопровождения МТМ-52, управляющую сетку трубки для подсвета прямого хода луча и на вертикально отклоняющую пластину трубки (в режиме 30-км развертки) для создания визира грубой развертки.



Стекло

Стекло
защитное
стекло

Стекло
защитное
стекло

Стекло

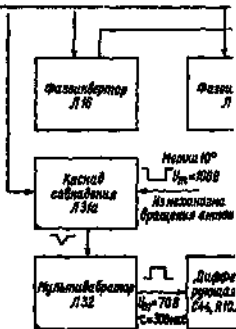


Рис 17.2 Функциональная схе

Генератор развертки (рис. 5.9) собран на лампах Л32, Л31 и представляет собой генератор линейно-растущего напряжения с использованием зарядного конденсатора. В режиме 2-км раз-

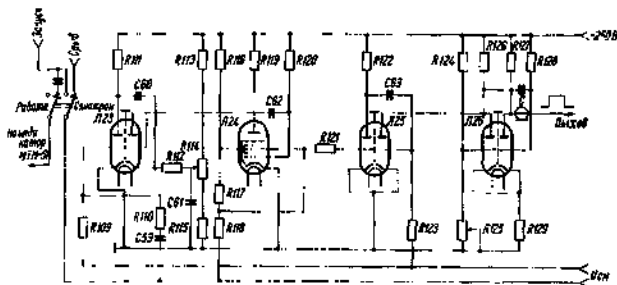


Рис. 5.8. Генератор 2-км строба.

вертки зарядным конденсатором является $C98$, емкость которого равна 91 пФ. В режиме 30-км развертки к $C98$ последовательно с помощью контактов 7—8 реле $P2$ подключается $C70$ емкостью 2700 пФ, длительность пилообразных импульсов генератора развертки при этом увеличивается.

Отрицательный прямоугольный импульс 2-км или 30-км строба поступает на сетку лампы Л326, закрывая ее. При этом начинается процесс заряда конденсаторов $C70$, $C98$ через резисторы $R181$, $R182$, $R183$. Конденсаторы $C70$, $C98$ соединены с сеткой лампы Л32а катодного повторителя.

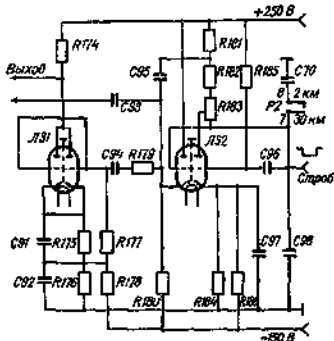


Рис. 5.9. Генератор развертки.

Для получения необходимой линейности пилообразного напряжения в цепь заряда конденсатора вводится компенсирующая ЭДС. Назначение этой ЭДС состоит в том, что она, компенсируя падение напряжения на зарядном конденсаторе, поддерживает постоянство зарядного тока. В качестве компен-

сирующей ЭДС используется напряжение, снимаемое с катодного повторителя. Напряжение с выхода катодного повторителя через конденсатор $C95$ подается на зарядный резистор $R182$.

С катода лампы $Л32а$ снимается положительное линейно-растущее напряжение с амплитудой около 200 В и через конденсатор $C93$ подается на одну из горизонтально-отклоняющих пластин трубки. На другую пластину подается линейно-падающее напряжение с амплитудой 200 В с инвертора, собранного на лампе $Л31$. Подключение катодов ламп $Л32$ и $Л31$ к источнику отрицательного напряжения — 150 В увеличивает эффек-

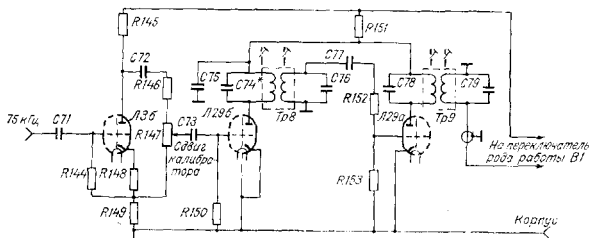


Рис. 5.10. Калибратор.

тивное анодное напряжение, что улучшает линейность пилообразных напряжений.

Для регулировки амплитуды напряжения развертки предусмотрен потенциометр $R183$ «Амплитуда развертки», ось которого выведена на шасси блока МТМ-51.

Калибратор (рис. 5.10) состоит из фазосдвигающей схемы $Л36$ и двух умножителей частоты, $Л296$ и $Л290$.

Для повышения точности калибровки моста фазовращателя канала точного измерения дальности в схеме калибраторов производится умножение частоты 75 кГц до 600 кГц. Сдвиг фазы синусоидального напряжения 600 кГц осуществляется в фазосдвигающем каскаде, представляющем усилитель $Л36$ с катодной и анодной нагрузками и фазосдвигающей цепочкой $C72$, $R146$, $R147$, включенной между анодом и катодом лампы $Л36$.

Потенциометр $R147$ «Сдвиг калибратора» позволяет изменить фазу напряжения 75 кГц на 45° . Ось потенциометра выведена на лицевую панель блока МТМ-51.

Умножение частоты производится последовательно на 4 и 2 умножителями, собранными на лампе $Л29$. Анодные нагрузки умножителей выполнены в виде полосовых фильтров, на-

строенных на частоты 300 и 600 кГц с целью улучшения фильтрации.

В режиме «Калибровка» со вторичного контура последнего умножителя напряжение частотой 600 кГц и амплитудой порядка 80 В подается на одну из вертикально отклоняющих пластин трубки. В других режимах схема калибратора выключается.

5.4. Принципиальная схема узлов блока автосопровождения по дальности МТМ-52

Формирование полустроби. Генератор полустроби (рис. 5.11) выполнен по схеме блокинг-генератора с параллельным запуском и принудительным срывом на лампах Л6—Л9.

Импульс эталонной частоты, сформированный генератором импульса дальности, поступает на лампу запуска генератора первого полустроби Л6а через конденсатор С20 и на согласованную линию задержки ЛЗ-3.

Генератор первого полустроби собран по схеме блокинг-генератора на лампе Л6б. Сеточная цепь генератора является анодной нагрузкой лампы срыва генератора первого полустроби Л8а. Лампа срыва управляется импульсом, приходящим с линии задержки ЛЗ-3 и задержанным относительно запускающего на 1,2 мкс. Отрицательный импульс, возникающий на аноде лампы срыва, срывает колебания блокинг-генератора первого полустроби, тем самым стабилизируя длительность импульса первого полустроби.

Отрицательный импульс первого полустроби с анода лампы Л6 подается на дифференцирующую цепочку С25, R33. Импульс с дифференцирующей цепочки, сформированный задним фронтом полустроби, запускает генератор с контуром ударного возбуждения, собранного на лампе Л7б.

Напряжение с контура ударного возбуждения, имеющее форму одного периода синусоиды, длительностью 2,4 мкс, запускает блокинг-генератор второго полустроби (Л8б) через конденсатор С26 и одновременно подается на сетку лампы срыва второго полустроби (Л7а), которая в исходном состоянии заперта напряжением на сетке, равным —15 В. Отрицательным импульсом, образованным на анодной нагрузке лампы Л7а, срываются колебания блокинг-генератора второго полустроби, стабилизируя длительность генерируемого импульса. Таким образом, формируются два импульса (полустроби), сдвинутые по времени относительно друг друга. С обмоток 5—6 трансформаторов Тр5 и Тр6 полустроби через диодные ограничители подаются на селекторы схемы формирования сигнала ошибки.

Диодные ограничители по максимуму, выполненные на двойном диоде Л9, применены для получения плоских вершин импульсов полустроби. (Ограничение по амплитуде происходит на нулевом уровне.)

Формирование сигнала ошибки. Схема формирования сигнала ошибки, представленная на рис. 5.12, состоит из времен-

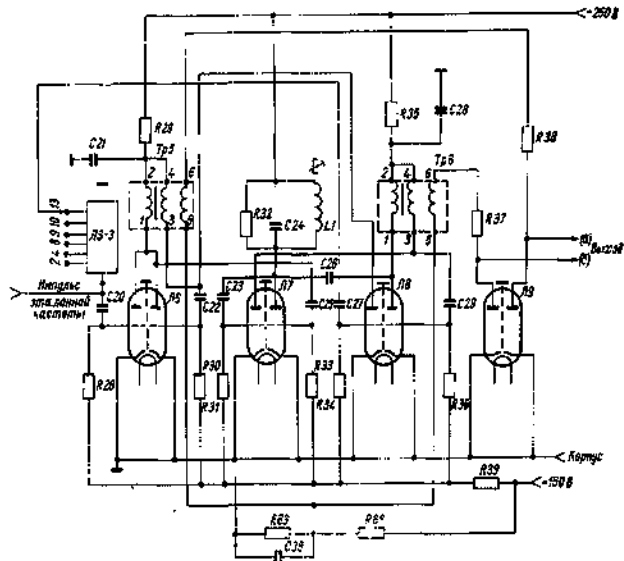


Рис. 5.11. Генератор полустроби.

ного дискриминатора Л11 и Л12, детектора Л13 и катодного повторителя Л10б.

Сигнал от цели после усиления и преобразования в блоке МТМ-32 подается на управляющие сетки ламп дискриминатора Л11 и Л12. Одновременно на защитные сетки ламп подаются полустроби.

При отсутствии полустроби обе лампы дискриминатора заперты напряжением -90 В, поступающим на защитные сетки с трансформаторов Tr5 и Tr6 схемы формирования полустроби (рис. 5.11). Когда приходит полустроб на вход одной лампы дискриминатора, напряжение на защитной сетке стано-

вится равным нулю и при совпадении импульса полустроба во времени с сигналом от цели в анодной цепи этой лампы будет формироваться импульс, который проинтегрируется импульсным трансформатором, выполняющим роль нагрузки анодной цепи лампы. Чем больше время совпадения сигнала с полустробом, тем больше будет площадь проинтегрируемого импульса, следовательно, будет больше длительность импульса.

То же происходит и на второй лампе дискриминатора при совпадении второго полустроба с сигналом от цели.

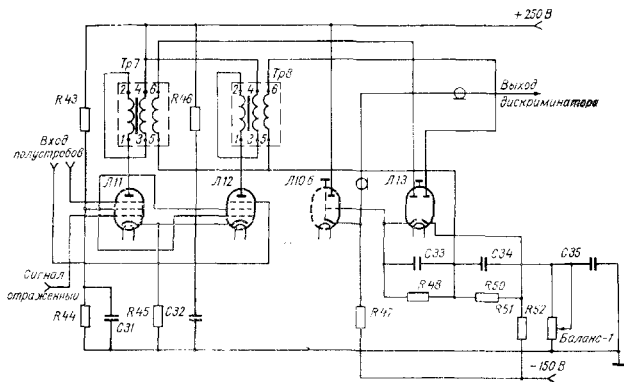


Рис. 5.12. Схема формирования сигнала ошибки.

С обмоток 5—6 трансформаторов *Tr7* и *Tr8* дискриминатора напряжение подается на аноды детекторов *Л13а* и *Л13б*. Диод, на анод которого пришел импульс, открывается и конденсатор *C33* или *C34*, стоящий в цепи катода, заряжается пропорционально длительности импульса на аноде. Постоянные времена цепей разряда конденсаторов очень велики.

Если временной центр сигнала совпадает с серединой полустробов, то импульсы, приходящие на аноды диодов, будут одинаковой длительности и конденсаторы *C33* и *C34* зарядятся до одинаковых величин. Разность напряжений на них будет равна нулю, и следовательно, сигнал ошибки тоже равен нулю.

При несовпадении стыка полустробов с серединой сигнала импульсы, снимаемые с анодов дискриминатора, будут разной длительности, и конденсаторы *C33* и *C34* зарядятся до разных величин. Разность напряжений на конденсаторах и будет являться сигналом ошибки. Полярность напряжения сигнала

ошибки будет зависеть от того, с каким из полустробиов больше совмещается сигнал. Напряжение сигнала ошибки подается на катодный повторитель Л106. При отсутствии сигнала от цепи потенциометром R52, ось которого выведена на переднюю панель блока МТМ-52 с надписью «Баланс-1», выставляется нуль напряжения сигнала ошибки на выходе катодного повторителя. С катодного повторителя Л106 напряжение сигнала ошибки подается на балансный усилитель.

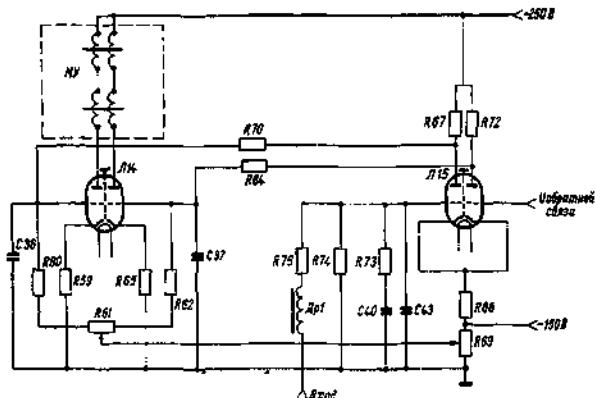


Рис. 5.13. Усилитель постоянного тока.

Усилитель постоянного тока. Напряжение сигнала ошибки, сглаженное фильтром низких частот, состоящим из дросселя Dr1, резисторов R76, R74 и конденсатора C43 (рис. 5.13), поступает на усилитель постоянного тока (УПТ-1) — на сетку лампы Л15а. На сетку лампы Л15а подается постоянное напряжение с демодулятора обратной связи, полярность которого зависит от направления вращения исполнительного двигателя, а величина пропорциональна скорости вращения двигателя.

Благодаря наличию большого сопротивления (резистор R68) в катодах ламп каскад имеет двухтактный выход и осуществляет суммирование напряжения обратной связи и напряжения сигнала ошибки.

Усиленное напряжение с выхода УПТ-1 через делитель, состоящий из резисторов R64, R60, R61, R62, R70, подается на вход второго усилителя постоянного тока (УПТ-2). Второй усилитель постоянного тока собран на двойном триоде Л14 по

схеме усилителя с анодно-катодной нагрузкой. Анодной нагрузкой его являются управляющие обмотки магнитного усилителя.

Потенциометром *R61* «Баланс МУ» осуществляется балансировка выходного напряжения магнитного усилителя при нулевом сигнале ошибки на входе первого усилителя постоянного тока (УПТ-1). Нулевое напряжение на входе УПТ-1 достигается замыканием сеток лампы *Л15* на корпус с помощью

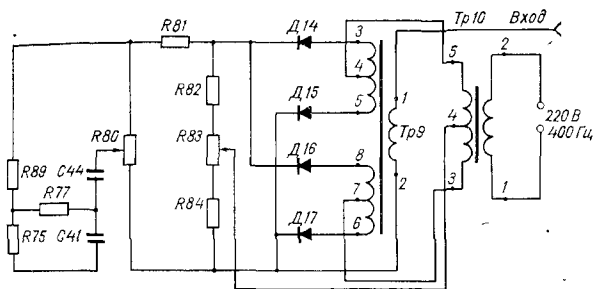


Рис 5.14 Демодулятор обратной связи

переключателя «Контроль балансов» в положении «Баланс МУ», установленного в блоке МТМ-52.

Необходимый режим работы лампы *Л14* устанавливается потенциометром *R69* «Уровень тока».

Демодулятор обратной связи. Устойчивость работы следящей системы создается за счет суммирования сигнала ошибки с напряжением обратной связи. Напряжение обратной связи снимается с тахометрической обмотки исполнительного двигателя. Преобразование напряжения обратной связи частотой 400 Гц в напряжение постоянного тока производится демодулятором.

Демодулятор (рис. 5.14) выполнен на четырех полупроводниковых диодах (*Д14—Д17*) по схеме двухполупериодного фазочувствительного детектора. На первичную обмотку трансформатора *Tr9* подается напряжение с тахометрической обмотки исполнительного двигателя, расположенного в блоке МТМ-53. Амплитуда напряжения, снимаемого с тахометрической обмотки двигателя, пропорциональна скорости вращения двигателя, а фаза изменяется на 180° при изменении направления вращения двигателя.

Опорное напряжение подается на демодулятор с трансформатора опорных напряжений *Tr10*, на первичную обмотку которого подается напряжение сети 220 В, 400 Гц. Демодулятор формирует напряжение постоянного тока, полярность которого зависит от направления вращения исполнительного двигателя, а величина пропорциональна скорости вращения двигателя.

Устойчивость следящей системы обеспечивается применением корректирующего контура в цепи обратной связи и фильтра в цепи прямого сигнала. Корректирующий контур представляет собой двойную дифференцирующую цепочку, образованную конденсатором *C44*, резистором *R77*, конденсатором *C41* и резистором *R75*.

Потенциометром *R83*, ручка которого выведена на переднюю панель блока МТМ-52, осуществляется балансировка плеч демодулятора при отсутствии напряжения на его выходе, когда напряжение на его входе равно нулю (исполнительный двигатель неподвижен).

Величина напряжения обратной связи регулируется потенциометром *R80*, ось которого также выведена на переднюю панель блока МТМ-52.

5.5. Принципиальная схема узлов блока управления по дальности МТМ-53

Формирование подвижных импульсов напряжения эталонной частоты. Напряжение кварцевого генератора 75 кГц с блока дальности поступает на первичную обмотку трансформатора *Tr1* фазорасщепительного моста (рис. 5.15). Вторичная обмотка через переходные конденсаторы *C1* и *C2* соединена потенциометром *R1*, движок которого соединен со средней точкой вторичной обмотки трансформатора и заземлен. Вследствие этого между концами вторичной обмотки трансформатора и корпусом действуют синусоидальные переменные напряжения, равные по амплитуде, но сдвинутые между собой по фазе на 180°. Точное выравнивание амплитуд этих двух напряжений производится перемещением заземленного движка потенциометра *R1* «Баланс». К крайним точкам потенциометра *R1* подключены фазосдвигающие цепи *R2*, *R3*, *C3* и *R5*, *R4*, *C4*. При равенстве реактивных сопротивлений конденсаторов *C3* и *C4* и активных сопротивлений резисторов *R3*, *R4* и потенциометров *R2*, *R5* в четырех точках фазорасщепляющего моста образуются четыре напряжения, равные по амплитуде и сдвинутые по фазе относительно друг друга на 90°.

Точное выравнивание активного и емкостного сопротивлений в каждой ветви моста производится с помощью переменных сопротивлений *R2* «Фаза —90°» и *R5* «Фаза +90°». Напряжение

с выводов конденсаторов фазорасщепительного моста подается на статорные пластины емкостного фазовращателя.

Фазовращатель представляет собой специальный конденсатор, состоящий из двух статоров, между которыми вращается ротор. Первый статор состоит из четырех одинаковых секторов, изолированных друг от друга. Эти секторы присоединены к четырем точкам фазорасщепляющего моста. Второй статор представляет собой круглый диск. Ротор также имеет форму круглого диска, эксцентрично насаженного на ось. Изготовлен ротор из материала, диэлектрическая постоянная которого в несколько раз больше диэлектрической постоянной воздуха, поэтому емкость между отдельными секторами первого статора и диском

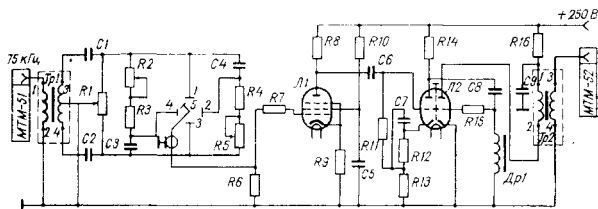


Рис. 5 15. Схема формирования подвижных импульсов.

второго статора зависит от положения ротора. Следовательно, и напряжение, наводимое на диск второго статора с отдельных секторов первого статора, зависит от положения ротора. Напряжение на диске второго статора, являющееся суммой напряжений, наводимых с четырех секторов, имеет фазу, зависящую от положения ротора.

За один оборот ротора фазовращателя фаза выходного напряжения 75 кГц изменяется на 360° . Выходное напряжение фазовращателя используется в конечном итоге для выработки импульсов ультразвукового stroba, полустробов и электрического визира точной дальности, поэтому изменение фазы этого напряжения на любой угол вызывает пропорциональное перемещение названных импульсов во времени.

С выхода фазовращателя напряжение частотой 75 кГц поступает на вход усилителя напряжения, собранного на лампах Л1 и Л2а. С выхода второго каскада усилителя усиленное напряжение через переходной конденсатор С8 и дроссель Др1, обеспечивающий нулевой потенциал сетки, подается на сетку генератора подвижных импульсов напряжения эталонной частоты. Генератор импульсов эталонной частоты собран по аналогичной схеме, описанной в п. 5.4. Сформированные генератором

остроконечные импульсы частотой 75 кГц подаются на вход блока МТМ-52 для получения импульса запуска генераторов УУС, визира и полустробов.

Усилитель постоянного тока УПТ-1. В канал усиления сигнала ошибки по дальности в режиме «Метеоракета» вводится дополнительный усилитель постоянного тока с коэффициентом усиления порядка 10. Вызвано это тем, что крутизна пеленгационной характеристики дискриминатора системы измерения дальности по сигналу радиозонда на порядок ниже, чем по сигналу углового отражателя.

УПТ-1 (рис. 5.16) собран по балансной схеме на транзисторах ПП1 и ПП2 с разным типом проводимости. За счет этого входная и выходная цепи образуют два уравновешенных моста, что уменьшает дрейф нуля и создает беспотенциальные вход и выход. В качестве источника питания используются напряжения порядка 8 В, полученные на стабилитронах Д1 и Д2.

С помощью потенциомет-

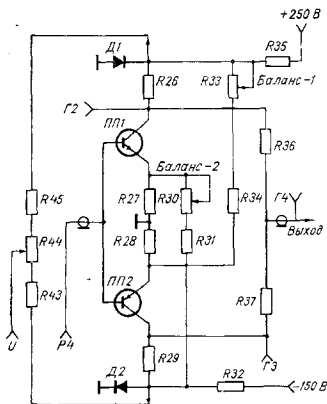


Рис. 5.16. УПТ-1.

ров $R33$ и $R30$ производится балансировка УПТ-1. Оси потенциометров выведены на переднюю панель блока МТМ-53 и снабжены соответственно надписями «Баланс-1» и «Баланс-2». Напряжение, снимаемое с делителя $R43$, $R44$, $R45$, используется в схеме автозахвата метеоракеты.

Автозахват метеоракеты. На рис. 5.17 изображена принципиальная схема автозахвата метеоракеты. Для осуществления уверенного захвата метеоракеты, движущейся с большой скоростью, до пуска ручного управления азимута, угла места и дальности выставляют предполагаемые координаты пеленга ракеты по соответствующим шкалам. Тумблер В1 «Ручное — автомат» устанавливают в положение «Автомат», тумблер В3 «УО РКЗ—МР» — в положение «МР».

Напряжение +26 В через контакты 1—3 тумблера В3 поступает на обмотку реле Р4. Реле срабатывает, при этом:

— через контакты 7—9 реле Р4 и нормально замкнутые контакты 1—2 реле Р3 регулируемое постоянное напряжение

с движка потенциометра *R44* «Скорость» подается через фильтр низких частот (см. рис 5.14) на вход УПТ-1 блока МТМ-52.
— через контакты 10—12 реле *P4* напряжение +26 В подается на обмотку реле *P1* для коммутации напряжения возбуждения двигателя *M1*.

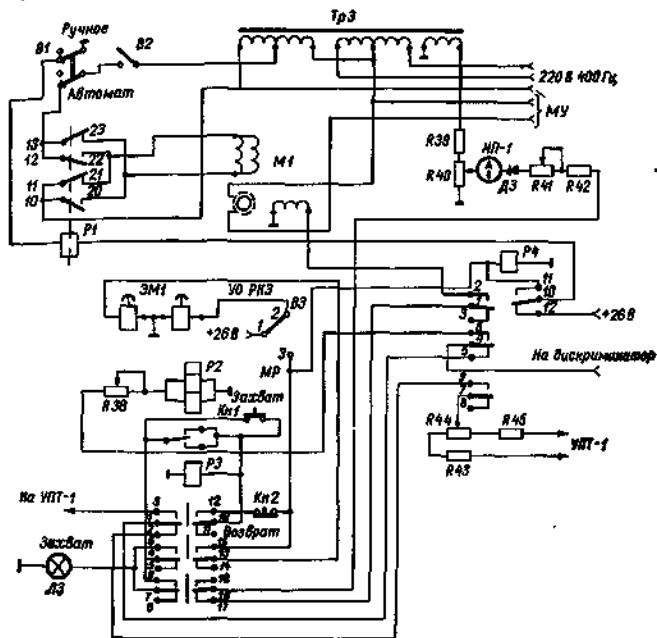


Рис 5.17 Принципиальная схема автозахвата метеоро ракеты

Таким образом, при установке тумблера *B3* в положение «МР» следящая система дальности переводится в ждущий режим. Для обеспечения уверенного автозахвата ракеты по дальности производится предварительный разгон части механизма дальности (двигателя *M1* и шестерен, расположенных между муфтой *ЭМ1* и двигателем *M1*).

Предварительный разгон осуществляется путем подачи постоянного напряжения с потенциометра *R44* «Скорость» на

вход УПТ-1 блока МТМ-52. Величина необходимой скорости предварительного разгона определяется скоростью ракеты в точке захвата и устанавливается потенциометром *P44* по прибору ИП-1 схемы регистрации скорости. Эта схема позволяет контролировать скорость вращения исполнительного двигателя *M1* следящей системы дальности при его разгоне в режиме «Метеоракета».

В схему регистрации скорости входят микроамперметр ИП-1 «Скорость $\times 20$ », диод *D3*, резисторы *R39*, *R42* и потенциометры *R40* «Установка нуля скорости» и *R41* «Масштаб».

Напряжение, пропорциональное скорости вращения двигателя *M1*, с тахометрической обмотки двигателя через контакты 1—2 реле *P4* и контакты 16—17 реле *P3* поступает на схему регистрации скорости. В цепи диода *D3* возникает пульсирующий ток, вызывающий отклонение стрелки прибора. При неподвижном двигателе *M1* напряжение на тахометрической обмотке не равно нулю. Для компенсации скорости подается напряжение с соответствующей обмотки трансформатора *Tr3*. Ноль прибора выставляется с помощью потенциометра *R40* «Установка нуля скорости». Потенциометром *R41* «Масштаб» прибор ИП-1 калибруется при скорости механизма 2 км/с. Оси потенциометров *R40*, *R41* и *R44* выведены на переднюю панель блока МТМ-53. Здесь же установлен прибор ИП-1.

Скорость предварительного разгона и истинная скорость ракеты в точке захвата не должны различаться более чем на ± 300 м/с. В противном случае сигнал от цели выйдет из полустробилов автосопровождения и метеоракета не будет захвачена по дальности.

После того как ракета войдет в зону облучения антенны, на вход системы измерения дальности поступит ответный сигнал ответчика, установленного на ракете. При совмещении ответного сигнала с первым полустробилом на выходе дискриминатора блока МТМ-52 появится напряжение сигнала ошибки, которое через контакты 4—6 реле *P4* и потенциометр *R38* «Амплитуда захвата» поступает на обмотки промежуточного реле *P2*. Реле срабатывает, и через его контакты напряжение +26В подается на обмотку реле *P3*, в результате чего:

- через контакты 10—12 реле *P3* блокируется обмотка реле *P3*;

- через контакты 13—15 реле *P3* напряжение +26В подается на обмотку электромуфты *ЭМ1*, которая замыкает кинематическую цепь между валом двигателя и фазовращателем;

- тахометрическая обмотка двигателя отключается от схемы регистрации скорости контактами 16—17 реле *P3*;

- напряжение +26В подается на сигнальную лампу *Л3* «Захват» через контакты 4—6, 7—9 реле *P3*;

— через контакты 1—3 реле *P3* замыкается следящая система дальности.

Таким образом, система измерения дальности включается в режим автосопровождения ракеты по дальности. Потенциометром *R38* «Амплитуда захвата» устанавливается величина сигнала ошибки, при которой произойдет захват метеоракеты. Захват метеоракеты можно производить вручную нажатием кнопки *Kn1* «Захват».

Кнопкой *Kn2* «Возврат» при напряжении сигнала ошибки, меньшем напряжения срабатывания реле *P2*, можно производить возврат следящей системы в исходное (ждущее) состояние. Сигнальная лампа *ЛЗ*, ось потенциометра *R38* и кнопки *Kn1* и *Kn2* размещены на передней панели блока МТМ-53.

Контрольные вопросы

- 1 Из каких блоков состоит схема системы измерения дальности и каково их назначение?
- 2 Проследите прохождение сигнала от кварцевого генератора по функциональной схеме блока МТМ-51.
- 3 Объясните принцип автоматического сопровождения объекта по функциональной схеме блока автосопровождения по дальности.
- 4 По функциональной схеме блока МТМ-53 объясните принцип управления блоками системы дальности.
- 5 Как работает кварцевый генератор?
- 6 Как осуществляется запуск передатчика станции «Метеорит»?
7. Объясните работу генераторов 30-км и 2-км стробов.
8. Как работает генератор развертки?
- 9 Для какой цели в системе дальности имеется калибратор и как он работает?
- 10 Как работает дискриминатор?
11. Для какой цели применяются полустробы и как они генерируются?
- 12 Объясните работу демодулятора обратной связи.
- 13 Каким способом полустробы могут смещаться по временной оси?
- 14 Объясните работу фазосдвигающего моста и фазовращателя.
- 15 Как осуществляется автоматический захват по дальности метеорологической ракеты?

ГЛАВА 6

Система передачи и регистрации данных МТМ-60

Система передачи и регистрации данных состоит из блока сервоусилителей (МТМ-61), блока магнитных усилителей (МТМ-63) и блока регистратора (МТМ-62). Сюда же относятся сельсин-датчики грубого и точного отсчетов азимута и угла места, расположенные в антенной колонке (МТМ-74), и сельсин-датчики грубого и точного отсчетов дальности, расположенные в блоке управления по дальности МТМ-53.

Эта система позволяет автоматически передавать на регистрирующее устройство текущие координаты цели (азимут, угол места и наклонную дальность), определяемые станцией, и автоматически регистрировать их на бумажной ленте. Одновременно регистрируются время и информационные сигналы об измеряемых метеорологических величинах.

6.1. Функциональная схема передачи данных

Текущие координаты цели передаются на регистрирующее устройство с помощью следящих систем азимута, угла места и дальности в режимах ручного, дистанционного и автоматического сопровождения цели.

Измерительными устройствами в следящих системах являются бесконтактные сельсины-датчики типа БД-160А и сельсины-приемники типа БС-155А.

Для получения необходимой точности передачи координат и исключения случаев ложной синхронизации применены двухканальные следящие системы, работающие по методу точного и грубого отсчетов. Передаточное отношение между осями роторов сельсинов точного и грубого отсчетов в следящих системах азимута и угла места равно $40:1$, а в следящей системе дальности — $60:1$.

Ввиду идентичности следящих систем азимута, угла места и дальности рассмотрим только канал азимута (рис. 6.1). При рассогласовании сельсинов (при повороте антенны) сигналы ошибки с частотой 400 Гц от сельсинов-трансформаторов грубого (М4) и точного (М5) отсчетов, находящихся в блоке МТМ-62, через фазосдвигающие цепи поступают на суммирующий усилитель датчиков блока МТМ-63, который состоит из усилителя грубого отсчета, схемы переключения «Точно — грубо» и собственно суммирующего усилителя. В суммирующем усилителе происходят суммирование и усиление сигналов ошибки каналов грубого и точного отсчетов.

При рассогласовании сельсинов по шкале грубого отсчета менее $2\text{--}3^\circ$ цепь сигнала ошибки грубого отсчета с помощью переключающей схемы размыкается и на суммирующий усилитель проходит сигнал ошибки только точного отсчета. При рассогласованиях сельсинов по шкале грубого отсчета свыше $2\text{--}3^\circ$ цепь сигнала ошибки грубого отсчета замыкается и на вход суммирующего усилителя проходят сигналы ошибки обоих каналов.

При четном передаточном отношении между сельсинами точного и грубого отсчетов имеется два устойчивых положения согласования, одно из которых является ложным. Для исключения ложного устойчивого положения последовательно с напряжением

сигнала ошибки грубого отсчета вводится напряжение сбивки

В канале угла места напряжение сбивки не вводится, так как угол места изменяется только в пределах $0-90^\circ$.

Сигнал ошибки с выхода суммирующего усилителя датчиков подается на вход сервоусилителя блока МТМ-61 для преобразования сигнала переменного тока в напряжение постоянного тока и усиления его до величин, необходимых для управления магнитным усилителем.

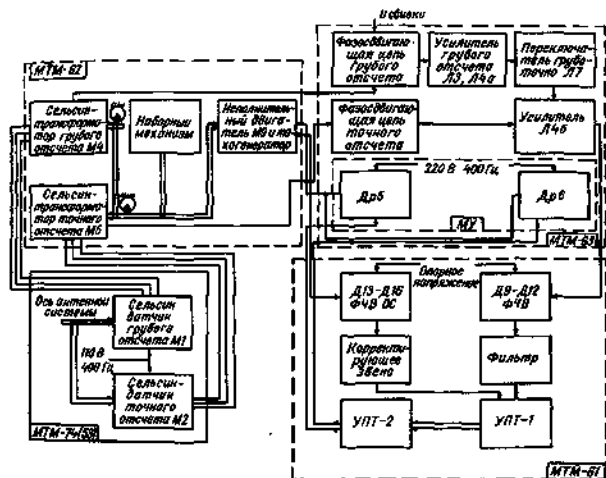


Рис 6.1. Функциональная схема передачи данных.

Преобразование сигнала осуществляется фазочувствительными выпрямителями Д9—Д12. После фильтрации выпрямленное напряжение поступает на вход двухкаскадного усилителя постоянного тока УПТ-1 и УПТ-2. Нагрузкой УПТ-2 служат управляющие обмотки магнитного усилителя Др5, Др6, расположенного в блоке МТМ-63.

Усиленный и преобразованный в напряжение частоты 400 Гц сигнал ошибки с выхода магнитного усилителя поступает в блок МТМ-62 на управляющую обмотку исполнительного двигателя. На обмотку возбуждения исполнительного двигателя подается напряжение 110 В, 400 Гц, сдвинутое по фазе относительно управляющего напряжения на 90° . Исполнительный двигатель под

действием напряжения сигнала ошибки поворачивает роторы сельсинов-трансформаторов *М4* и *М5* до тех пор, пока напряжение сигнала ошибки не станет равным нулю. Такое состояние сервопривода соответствует совпадению угловых положений роторов сельсинов-датчиков и сельсинов-трансформаторов. Одновременно через кинематические передачи индексы шкал грубого и точного отсчетов шкального механизма поворачиваются на угол, соответствующий углу поворота антенны, а наборный механизм набирает значение азимута цели.

Привод антенны механически связан с роторами сельсинов-датчиков *М2* и *М1*, следовательно, при непрерывном перемещении антенны также непрерывно происходит вращение роторов сельсинов-датчиков и образование сигнала ошибки. При этом формируется управляющее напряжение для исполнительного двигателя. В результате сельсины-трансформаторы будут следить за положением сельсинов-датчиков (за положением антенны), а шкальный и наборный механизмы — фиксировать положение антенны.

Исполнительный двигатель и кинематические механизмы привода обладают определенной инерционностью, что вызывает качания исполнительного механизма при отработке угловых перемещений. Для устранения качаний исполнительного двигателя применена стабилизация системы с помощью схемы отрицательной обратной связи. Напряжение обратной связи, пропорциональное скорости вращения двигателя, снимается с тахометрической обмотки исполнительного двигателя и подается на фазочувствительный выпрямитель обратной связи (ФЧВОС), собранный на диодах *Д13—Д16*. Постоянное напряжение с выхода фазочувствительного выпрямителя через корректирующее звено поступает на второй вход *УПТ-1*. В *УПТ-1* суммируются напряжения сигнала ошибки и обратной связи. Фаза напряжений обратной связи выбрана такой, чтобы при качаниях двигателя создавался момент, противодействующий направлениям качания.

Следящая система дальности отличается от следящей системы азимута тем, что передаточное отношение между сельсинами точного и грубого отсчетов равно $60 : 1$, что вызывает необходимость переключения каналов грубого и точного отсчетов при меньших углах рассогласования сельсинов грубого отсчета. А так как сигнал ошибки при этом недостаточен для срабатывания схемы переключения, то в цепь сигнала грубого отсчета введен дополнительный каскад усиления. В остальном работа следящей системы дальности аналогична работе следящей системы сопровождения цели по азимуту.

дистанционного управления антенной МТМ-76. При этом срабатывает реле *P1* и через контакты 7—9 реле *P1* на двигатель *M11* с блока МТМ-44 (см. рис. 4.4) будет подано стабилизированное по частоте напряжение амплитудой 65 В, частотой 25 Гц. Выключение двигателя *M11* производится нажатием кнопки «Стоп» в блоке МТМ-62. В этом случае для быстрой остановки двигателя коммутатора через контакты 7—8 реле *P1* и контактную группу *KП5* на двигатель подается постоянное напряжение +26 В, чем обеспечивается динамическое торможение.

Двигатель коммутатора с помощью контактных групп *KП1* и *KП2* управляет работой тиратронных каскадов *Л3* и *Л4* набора времени, которые в свою очередь управляют работой электромагнитов набора времени *ЭМ7* и *ЭМ8*.

Печать текущих координат и времени полета цели производится с помощью ударных электромагнитов печати *ЭМ12*, *ЭМ13*, *ЭМ14* и *ЭМ9*, управляемых тиратронными каскадами печати *Л5* и *Л8*. По выбору оператора темп регистрации 5 или 30 с может быть установлен с помощью тумблера *B5* «Период регулировки». В положении тумблера «5 с» реле *P4* обесточено и каскады печати *Л8* и *Л5* управляются контактной группой *KП3* коммутатора. В положении тумблера «30 с» срабатывает реле *P4* и каскады печати управляются контактной группой *KП4* коммутатора. Частота замыкания цепи контактной группой *KП3* в 6 раз больше частоты замыкания контактной группой *KП4* и равна 0,2 Гц.

Тиратронные каскады печати *Л5* и *Л8* вырабатывают импульсы, вызывающие срабатывание ударных электромагнитов печати. Тиратронные каскады получают питание от источника постоянного напряжения (выпрямителя) +500 В.

Протягивание бумажной ленты, на которую печатаются данные, производится лентопротяжным механизмом. Лентопротяжный механизм приводится в движение двигателем *M10*. Напряжение питания на обмотки двигателя подается с трансформатора *Тр2*. Предусмотрены два режима протяжки бумажной ленты: непрерывный и дискретный. Дискретная протяжка ленты с целью уменьшения расхода бумаги применяется в режиме «Угловый отражатель» при темпе регистрации 30 с. Управляется двигатель протяжки в этом случае с помощью реле *P3* и контактной группы *KП6* коммутатора.

В режиме регистрации «30 с» через контакты 5—4 реле *P4* подается напряжение питания на реле *P3* с блока МТМ-04. С помощью контактной группы *KП6* периодически, на время печати данных на бумажную ленту, включается цепь питания реле *P3*, контакты которого 3—4 замыкают цепь питания электродвигателя *M10* механизма протяжки бумажной ленты. В остальных режимах используется непрерывная протяжка бумаги.

Для протягивания красящей ленты имеется второй лентопротяжный механизм, управляемый тем же электродвигателем *М10*. Лентопротяжный механизм красящей ленты позволяет автоматически осуществлять реверс движения ленты.

Электромагниты дифференциальных механизмов набора сотен и тысяч метеоданных *ЭМ1—ЭМ6* управляются тиратронными каскадами, расположенными в блоке МТМ-42. Дифференциальные механизмы сотен и тысяч кинематически связаны с соответствующими оцифрованными барабанами наборных механизмов. Дифференциальные механизмы набора и тиратронный каскад печати *Л6* сотен и тысяч работают в облегченном режиме. Указанный режим обеспечивается определенной логикой, заложенной в цикле регистрации.

Набор числа электромагнитами сотен и тысяч и его печать на бумажной ленте производятся только при изменении числа в указанных разрядах и только в том случае, если результат счета повторится дважды. Если изменение числа в разрядах сотен и тысяч происходит каждый цикл счета, то набор и печать чисел всех разрядов, в том числе единиц и десятков, блокируются (о чем было сказано выше), что исключает заведомо ложный результат счета.

Единицы и десятки результата счета метеоданных регистрируются с помощью электромеханического устройства. Исполнительным элементом электромеханического устройства является барабан со спиральным витком по поверхности и двумя кольцевыми витками по краям, вращающийся со скоростью 1 об/с. Он приводится во вращение двигателем *М10* лентопротяжного механизма. На оси вращения спирального барабана расположены управляющие диски индукционных датчиков импульсов нуля *Э2* и импульсов спирального барабана *Э1*. За один оборот барабана датчик *Э1* выдает 100 импульсов, датчик *Э2* — 20 импульсов. С помощью контактной группы *КП8* из 20 импульсов выделяется один импульс нуля, во времени жестко привязанный к нулевому положению барабана. Импульсы датчика *Э1* и импульсы нуля поступают в систему счета для формирования импульса печати единиц и десятков метеоданных (см. рис. 4.2).

На рис. 6.3 приведена схема, поясняющая принцип формирования импульса печати единиц и десятков.

По окончании времени счета результат счета из электронного счетчика единиц и десятков переписывается в регистр добора. На счетный вход регистра добора с момента прихода импульса нуля поступают импульсы спирального барабана (импульсы добора). Эти импульсы дополняют значение результата счета, переписанное в регистр добора из электронного счетчика, до максимальной величины 99. Следующий, сотый импульс сбрасывает регистр добора на нуль. При сбросе на выходе регистра образуется

перепад напряжения, используемый для формирования импульса печати единиц и десятков метеоуказаний

Тиратронный каскад печати Л7 (рис 62) под действием импульса печати вырабатывает импульс, вызывающий срабатывание ударного электромагнита печати ЭМ11. При срабатывании электромагнит ударяет по молоточку, последний — по бумаге

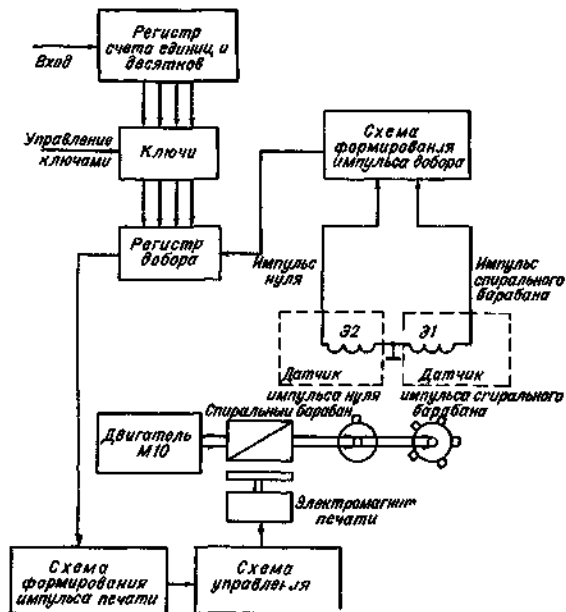


Рис 63 Схема регистрации метеоуказаний разряда единиц и десятков

прижимая ее через красящую ленту к барабану. Отсчет значения единиц и десятков частоты импульсов радиозонда производится по расстоянию между отметкой того же кольцевого витка и отметкой от спирального витка барабана.

Расстояние между отметками на бумажной ленте в 1 мм соответствует частоте в 1 Гц. Значение числа, отсчитанное от левой базовой отметки, будет соответствовать числу, переписанному

в регистр добора из электронного счетчика, т.е. результату счета единиц и десятков метеоданных.

В случае превышения частоты метеоданных 999 загорается сигнальная лампочка «Контроль частоты». Одновременно включается звуковой сигнал.

6.3. Принципиальная схема узлов следящей системы передачи текущих данных

Суммирующий усилитель датчиков (СУД). Рассмотрим принципиальную схему СУД канала азимута, изображенную на рис 64.

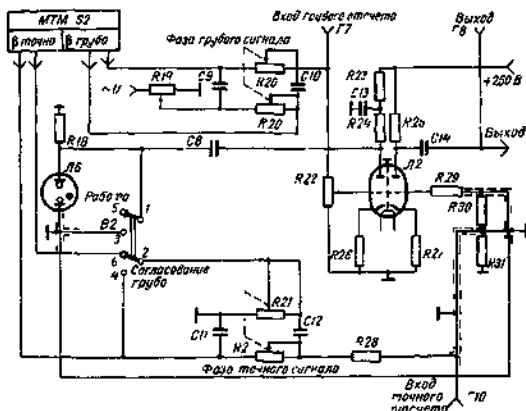


Рис 64 Принципиальная схема СУД канала азимута

Напряжение рассогласования частотой 400 Гц с сельсина трансформатора точного отсчета М5 через контакты 6—2 тумблера В2 «Работа — согласование грубо» в положении «Работа», фазосдвигающую цепочку, состоящую из конденсаторов C11, C12 и сдвоенного потенциометра R21 «Фаза точного сигнала», и резисторы R28, R30, R29 поступает на сетку лампы Л26.

Напряжение рассогласования частотой 400 Гц с сельсина трансформатора грубого отсчета МУ через фазосдвигающую цепочку, состоящую из конденсаторов C9, C10 и сдвоенного потенциометра R20 «Фаза грубого сигнала», и потенциометр R22

«Регулировка переключения грубо — точно» поступает на сетку лампы *Л2а*. Оси указанных выше потенциометров выведены на шасси блока МТМ-63.

Усиленный сигнал ошибки сельсинов грубого отсчета с анода лампы *Л2а* через переходную цепочку *С8, R18*, внутреннее сопротивление неоновой лампы *Л6* и резистор *R29* поступает на сетку лампы *Л2б*. Параметры схемы подобраны так, чтобы зажигание неоновой лампы происходило при рассогласовании сельсинов в пределах $2-4^\circ$. Таким образом, при углах рассогласования сельсинов, больших 2° , на сетку лампы *Л2б* подается суммарное напряжение от сельсинов точного и грубого отсчетов. Однако в этом случае сигнал, поступающий от сельсина точного отсчета, не оказывает существенного влияния на выходной сигнал, так как он по величине значительно меньше сигнала, идущего от сельсина грубого отсчета. Зажигание неоновой лампы *Л6* не происходит при углах рассогласования грубых сельсинов до $2-4^\circ$, поэтому на сетку лампы *Л2б* поступает только сигнал рассогласования сельсинов точного отсчета. Потенциометром *R22* устанавливается величина напряжения сигнала от сельсина грубого отсчета, которая определяет момент переключения с точного канала на грубый.

Напряжение зажигания неоновой лампы, применяемой в данной схеме, колеблется в пределах 35—65 В, поэтому в случае ее замены, а также замены лампы *Л2* потенциометром *R22* обеспечивается ее зажигание при угле рассогласования $2-4^\circ$.

При четном передаточном отношении между сельсинами точного и грубого отсчетов имеется два устойчивых положения согласования, отстоящих на 180° по шкале грубого сельсина, одно из которых является ложным. Ложное устойчивое положение исключается благодаря смещению сигнала грубого отсчета напряжением сбивки. С этой целью последовательно с напряжением сигнала ошибки сельсина-трансформатора грубого отсчета подается напряжение сбивки, величина которого регулируется потенциометром *R19* «Сбивка». Ось потенциометра выведена на шасси блока МТМ-63. Величина напряжения сбивки должна быть равна величине напряжения сигнала ошибки, поступающего от сельсина грубого отсчета при рассогласовании, равном 2° .

Для получения синфазности напряжения сигнала ошибки от сельсинов-трансформаторов с опорным напряжением фазочувствительного выпрямителя предназначены фазосдвигающие цепи точного и грубого каналов. Регулировка фазы осуществляется потенциометрами *R20* «Фаза грубого сигнала» в канале грубого отсчета и *R21* «Фаза точного сигнала» в канале точного отсчета. Переключатель *B2* используется при настройке системы. При положении переключателя «Согласование грубо» цепь сигнала

ошибки от сельсина точного отсчета размыкается, неоновая лампа Л6 закорачивается контактами 1—3 тумблера и через СУД проходит только сигнал от сельсина грубого отсчета.

Напряжение сигнала ошибки с выхода суммирующего усилителя поступает на вход фазочувствительного выпрямителя, расположенного в блоке МТМ-61. Для контроля работы СУД выведены гнезда Г7, Г8, Г10.

Фазочувствительный выпрямитель сигнала ошибки канала азимута собран на кремниевых диодах Д9—Д12 (рис. 6.5). Напряжение сигнала ошибки поступает на первичную обмотку 1—2 трансформатора Тр4 из блока МТМ-63 с выхода СУД. Опорное напряжение с трансформатора Тр6 подведено к средним точкам вторичных обмоток трансформатора Тр4. Резисторы R29, R31 и потенциометр R30 являются нагрузкой фазочувствительного выпрямителя. Во время работы выпрямителя к каждому диоду через соответствующее плечо нагрузки приложена сумма ЭДС, развиваемая в секциях трансформаторов Тр4 и Тр6. Амплитуда опорной ЭДС примерно в 10 раз больше амплитуды сигнала ошибки, следовательно, в каждый полупериод опорной частоты открыты либо диоды Д9 и Д10, либо Д11 и Д12. Открытые диоды Д9 и Д10 или Д11 и Д12 включены также в противоположные плечи симметричной нагрузки, поэтому напряжение, снимаемое с нагрузки, будет зависеть от соотношений амплитуд напряжений, приложенных к этим диодам. При отсутствии сигнала ошибки токи, протекающие через оба плеча нагрузки, равны по величине и направлены навстречу друг другу. Напряжение на выходе равно нулю. Для балансировки выпрямителя служит потенциометр R30 «Баланс-3», ось которого выведена на переднюю панель блока МТМ-61. Балансировка выпрямителя производится при закороченном на корпус входе переключателем В2 «Контроль балансов», установленным в положение 3.

При наличии сигнала ошибки управляющее напряжение на выходе фазочувствительного выпрямителя будет зависеть от сдвига фазы между опорным напряжением и напряжением сигнала ошибки. При синфазности указанных напряжений ток через одно плечо фазочувствительного выпрямителя увеличится, а через другое — уменьшится и на выходе выпрямителя появится управляющее напряжение определенной полярности, пропорциональное напряжению сигнала ошибки. При изменении фазы сигнала ошибки на 180° полярность управляющего напряжения изменится на обратную.

Управляющее напряжение через сглаживающий фильтр, образованный резисторами R38, R39 и конденсатором С8 и корректирующим контуром R40, R41, С9, поступает на вход усилителя постоянного тока.

Фазочувствительный выпрямитель обратной связи собран на диодах Д13—Д16 (рис. 6.5) и трансформаторах *Tr5* и *Tr6* и предназначен для преобразования напряжения обратной связи переменного тока в напряжение обратной связи постоянного тока, величина и полярность которого зависят от амплитуды и фазы сигнала на входе.

Входным напряжением фазочувствительного выпрямителя обратной связи является напряжение частоты 400 Гц, снимаемое

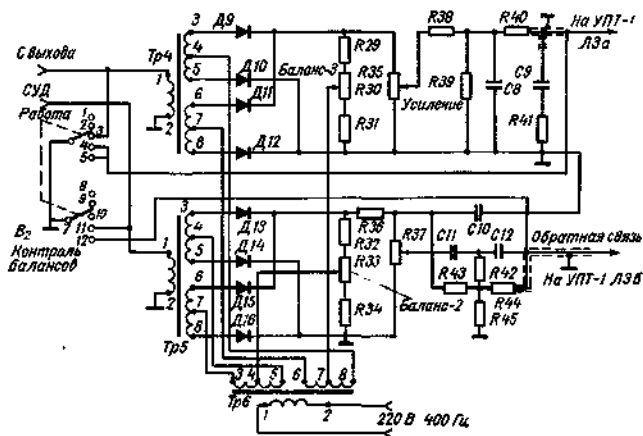


Рис. 6.5 Фазочувствительные выпрямители сигнала ошибки и обратной связи

с тахометрической обмотки исполнительного двигателя азимута, расположенного в блоке МТМ-62. Амплитуда этого напряжения пропорциональна скорости вращения двигателя, а фаза напряжения изменяется на 180° при изменении направления вращения двигателя.

Нагрузкой выпрямителя служат резисторы *R32*, *R34* и потенциометр *R33* «Баланс-2».

Фазочувствительный выпрямитель обратной связи работает также, как и фазочувствительный выпрямитель сигнала ошибки. С выхода фазочувствительного выпрямителя напряжение обратной связи через корректирующее звено *C11*, *C12*, *R42*, *R43*, *R44*, *R45* поступает на усилитель постоянного тока. Корректи-

рующие цепи обеспечивают устойчивость работы следящей системы передачи данных. Потенциометром $R37$, ось которого выведена на переднюю панель блока МТМ-61, можно регулировать коэффициент усиления цепи обратной связи.

Магнитный усилитель служит для усиления мощности суммарного управляющего напряжения ошибки и обратной связи, поступающего с усилителя постоянного тока, и преобразования этого напряжения в напряжение переменного тока частоты 400 Гц.

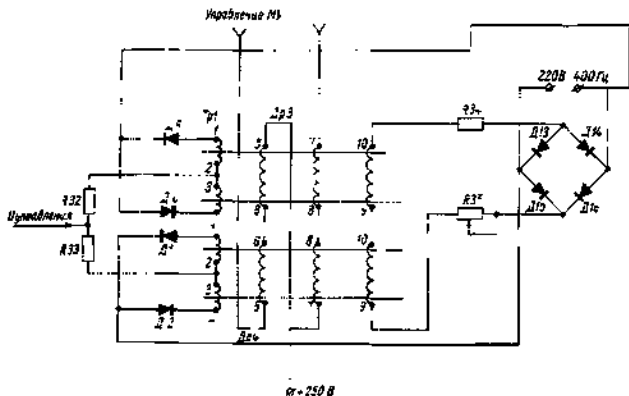


Рис 6.6 Магнитный усилитель

Магнитный усилитель азимута (рис 6.6) состоит из двух дросселей насыщения, $Др3$ и $Др4$, включенных по двухтактной дифференциальной схеме с внутренней положительной обратной связью. Каждый дроссель насыщения состоит из двух сердечников с обмоткой переменного тока (1—2, 3—4), двумя обмотками управления $W_{уп}$ (5—6, 7—8) и одной обмоткой смещения W (9—10). Все обмотки охватывают оба сердечника.

На обмотки управления подается управляющий сигнал. Нагрузкой магнитного усилителя является управляемая обмотка исполнительного двигателя.

Принцип действия магнитного усилителя основан на изменении магнитной проницаемости железа при подмагничивании постоянным током, что позволяет значительно изменять индуктивность обмоток переменного тока при небольших изменениях управляющего тока. Точки 1—2 обмоток переменного тока дрос-

селя подмагничивания подключены к источнику питания через диоды *Д9*, *Д11*, а конечные точки 3—4 — через диоды *Д10*, *Д12*. Поэтому пульсирующий ток каждой обмотки (его постоянная составляющая) создает поток подмагничивания, величина которого изменяется с изменением тока. Обмотки переменного тока включены таким образом, что магнитные потоки, обусловленные переменной составляющей пульсирующего тока, вычитаются и напряжения, наводимые в обмотках управления и смещения этими потоками, равны нулю. Изменение потока подмагничивания (обратной связи) в каждом дросселе совпадает с направлением потока управляющих обмоток. Таким образом осуществляется положительная обратная связь, повышающая коэффициент усиления по мощности.

Обмотки управления магнитного усилителя включены так, что при одной полярности сигнала магнитные потоки управления в одном дросселе складываются с суммарным потоком подмагничивания и смещения, в другом — вычитаются. В результате этого при управляющем напряжении одной полярности в обмотках переменного тока данного дросселя протекает больший ток, чем в обмотках другого. При смене полярности управляющего напряжения роли дросселей меняются, причем в каждый полупериод питающего напряжения работает только одно плечо дросселя. Управляемая обмотка исполнительного двигателя подключена к магнитному усилителю таким образом, что по ней протекает ток, равный разности токов обоих дросселей. В результате направление вращения исполнительного двигателя будет таким, которое обеспечивает уменьшение рассогласования сельсинов.

Поток подмагничивания на холостом ходу магнитного усилителя велик, за счет чего рабочие точки характеристик дросселей смещаются в область насыщения. Для устранения этого явления в усилителе предусмотрены обмотки смещения (9—10), с помощью которых создается дополнительный регулируемый поток смещения, направленный против потока подмагничивания, что обеспечивает выбор рабочей точки характеристики усилителя.

Рабочая точка характеристики выбирается исходя из минимального тока холостого хода каждого дросселя при отсутствии управляющего напряжения так, чтобы обеспечить максимальную линейность характеристики самого магнитного усилителя.

Питание обмотки смещения получают с мостикового выпрямителя *Д13—Д16*. Для ограничения тока смещения служат резистор *R34* и потенциометр *R35* «Смещение МУ», ось которого выведена на шасси блока МТМ-63.

6.4. Принципиальная схема узлов регистратора

Набор времени. Схема набора времени (рис. 6.7) состоит из тиратронов ЛЗ и Л4, электромагнитов ЭМ7 и ЭМ8 наборного механизма и контактных групп КП1 и КП2. На аноды тиратронов подается переменное напряжение питания 220 В, 400 Гц. В исходном состоянии тиратроны закрыты отрицательным напряжением — 12 В, снимаемым с делителей R57, R59 и R61, R63.

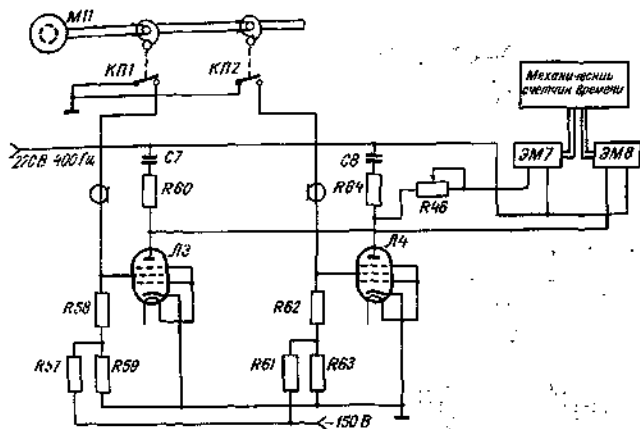


Рис 6.7. Схема набора времени.

Управляются тиратроны контактными группами КП1 и КП2, контакты которых замыкаются кулачками, получающими вращение от двигателя М11.

При замыкании контакта КП1 вторая сетка и катод тиратрона ЛЗ оказываются под одним потенциалом (корпуса), тиратрон открывается и через обмотку электромагнита набора времени ЭМ8 под действием положительного полупериода анодного напряжения потечет ток, электромагнит срабатывает. Конденсатор C7 и резистор R60, включенные параллельно обмотке электромагнита, удерживают электромагнит в сработавшем положении во время действия отрицательных полупериодов анодного напряжения.

Аналогично работает тиратрон Л4, управляющий вторым электромагнитом времени — ЭМ7, при замыкании контакта КП2.

Электромагниты кинематически связаны с колесом механизма счетчика, которое имеет выпуклые знаки плюс (+) и минус (-). Знак минус соответствует 00 с, знак плюс означает, что к показанию счетчика времени нужно прибавить 30 с. Колесо при помощи храпового механизма связано с первой барабанной шкалой механического счетчика времени, имеющего три барабанные шкалы: первая — единиц, вторая — десятков и третья — сотен минут. Каждая шкала имеет на боковой грани

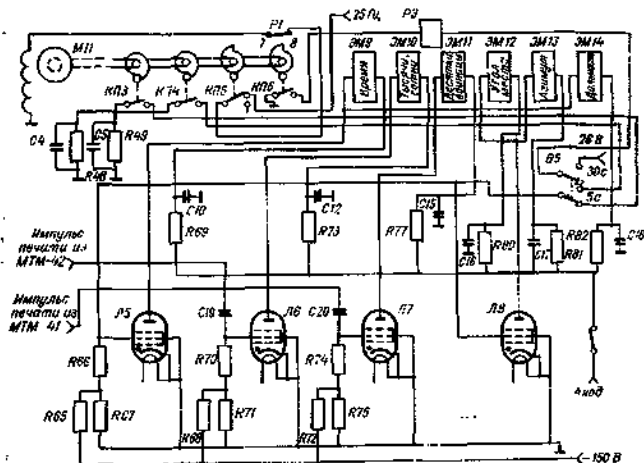


Рис. 6.8. Схема управления печатающим устройством.

выпуклые цифры от 0 до 9. Связь между ними осуществляется с помощью храповичков.

Управление печатающим устройством. В схему управления печатающим устройством (рис. 6.8) входят тиратронные каскады печати Л5—Л8, тумблер В5 «Период регистрации» и контактные группы КПЗ—КП6 коммутатора. Печатающее устройство данных времени, угла места, азимута и дальности, тысяч и сотен метсоданных, десятков и единиц метсоданных соответственно состоит из ударных электромагнитов печати ЭМ9, ЭМ12, ЭМ13, ЭМ14, управляемых коммутатором через тиратронные каскады печати Л5 и Л8, и электромагнитов ЭМ10 и ЭМ11, которые через Л6 и Л7 управляются с помощью импульсов, поступающих из системы счета.

Тиратроны выполняют роль вентиля и электронных выключателей питания электромагнитов печати. Питание электромагнитов печати производится с помощью релаксационной схемы на тиратронах с использованием постоянного анодного напряжения. Такая схема дает более крутой фронт импульсов тока, идущего через обмотку электромагнита, чем схема переменного анодного напряжения.

Рассмотрим работу схемы каскада печати времени и координат.

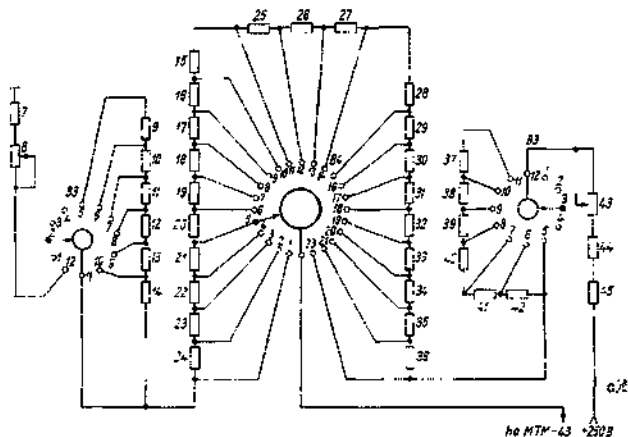


Рис. 6.9. Схема регулировки времени счета.

Темп регистрации времени полета и координат цели устанавливается тумблером В5 «Период регистрации», «5 с» и «30 с». В положении тумблера В5 «5 с» вторые сетки тиратронов Л5 и Л8 соединены с контактной группой КПЗ, замыкающейся через каждые 5 с. Когда контактная группа КПЗ разомкнута, тиратрон закрыт и конденсаторы С10 и С18 заряжаются до полного анодного напряжения через резисторы R69 и R82 соответственно. При замыкании контактной группы КПЗ вторая сетка и катод тиратрона Л5 оказываются под одним потенциалом (корпуса), тиратрон открывается и конденсаторы С10 и С18 разряжаются через обмотку электромагнитов ЭМ9 и ЭМ14 и тиратрон Л5. В результате этого потенциал анода падает до потенциала записания за счет наличия колебательного звена,

образованного индуктивностью электромагнита и емкостью $C10$, и тиратрон закрывается. Дифференцирующая цепочка $C4$, $R48$ создает на сетке тиратрона короткие импульсы, необходимые для создания условий запирающего переходного процесса по аноду. Аналогично работает схема печати угла места и азимута ($J8$, $ЭМ12$, $ЭМ13$).

В положении переключателя $B5$ «30 с» вторые сетки тиратронов $J5$ и $J8$ соединяются с контактной группой $КП4$, замыкающей через каждые 30 с, вызывая срабатывание электромагнитов $ЭМ9$, $ЭМ12$, $ЭМ13$, $ЭМ14$.

Тиратроны $J6$ и $J7$ управляются положительными импульсами печати, приходящими из системы счета. Регистрация метеоданных может происходить через 2,5 или 5 с.

Регулировка времени счета необходима для изменения длительности импульса счета в режиме работы системы «Относительный счет». Схема состоит из галетных переключателей $B3$, $B4$ и делителя напряжения $R7—R45$ (рис. 6.9). Переключатели «Регулировка времени счета», $B3$ «Грубо» и $B4$ «Точно», ручки которых выведены на переднюю панель блока МТМ-62, позволяют регулировать величину управляющего напряжения, снимаемого с делителя $R7—R45$ и поступающего в блок МТМ-43 на схему санатрона (см. рис. 4.1). При переводе переключателя $B3$ из одного положения в другое длительность импульса счета изменяется на 19—30 мкс, при переводе переключателя $B4$ из одного положения в другое — на 1 мс.

Контрольные вопросы

1. Для чего предназначена система передачи и регистрации данных?
2. Как осуществляется передача угловых координат в систему МТМ-60?
3. Объясните работу регистратора по функциональной схеме.
4. Как осуществляется управление наборными электромагнитами печати данных?
5. Как регистрируются разряды единиц и десятков метеоданных?
6. Расскажите о работе схемы суммарного усилителя датчиков канала азимута.
7. Объясните принцип действия фазочувствительного выпрямителя сигнала ошибки и обратной связи.
8. Расскажите, как работает магнитный усилитель.
9. Каким способом в блоке регистратора набирается время?
10. Объясните работу схемы управления печатающим устройством.
11. Как осуществляется регулировка времени счета?

Система управления антенной МТМ-70

Система управления антенной предназначена для управления движением антенны по азимуту и углу места в автоматическом, ручном и дистанционном режимах. При ручном управлении перемещение антенны производится оператором с помощью штурвалов ручного управления. Автоматическое управление осуществляется с помощью следящего электропривода без участия оператора. При дистанционном управлении используется дистанционный пульт управления, который устанавливается на расстоянии 15—20 м от здания станции.

Переход с одного режима работы на другой осуществляется с помощью кнопочных переключателей «Ручное», «Дистанционное» и «Автомат», расположенных на передней панели блока управления антенной.

Конструктивно система разделена на отдельные блоки: блок автоматического сопровождения по угловым координатам МТМ-75; блок управления антенной МТМ-71; блок фазочувствительных выпрямителей и усилителей МТМ-72; блок магнитных усилителей МТМ-73; антенная колонка МТМ-74; пульт дистанционного управления МТМ-76.

К системе управления антенной относятся также индикаторные сельсины-приемники азимута и угла места, расположенные в блоке МТМ-63.

7.1. Принцип автоматического сопровождения цели

При работе системы в режиме автосопровождения по угловым координатам используется метод равносигнальной зоны, который состоит в следующем.

Электрическая ось диаграммы направленности за счет особой конструкции контррефлектора смещена относительно геометрической оси антенны, проходящей через фокус и вершину параболического отражателя (см. п. 2.6).

Контррефлектор антенной головки вращается двигателем, вследствие чего максимум лепестка диаграммы направленности описывает в картинной плоскости, перпендикулярной к геометрической оси, окружность, а электрическая ось диаграммы описывает в пространстве конус.

Скорость вращения контррефлектора, равная 24 об/с, определяет частоту конического разворачивания диаграммы направленности 24 Гц.

На рис. 7.1 показаны четыре характерных положения диаграммы направленности: верхнее A , правое B , нижнее B и левое Γ .

Если мишень находится в точке O , то при любом положении диаграммы направленности величина принимаемого сигнала остается неизменной. Поэтому направление на точку O называется равносигнальным направлением, или электрической осью антенны. Импульсы напряжения сигналов, принимаемых в этом случае станцией, приведены на рис. 7.2 а.

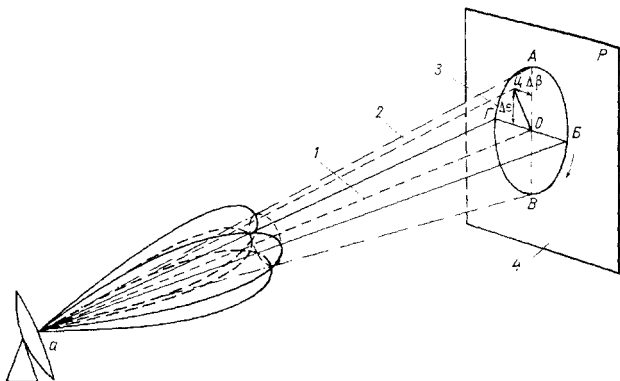


Рис. 7.1. Коническое разворачивание луча диаграммы направленности.

1 — электрическая ось антенны, 2 — направление на цель, 3 — след точки пересечения оси диаграммы направленности с картинной плоскостью, 4 — картинная плоскость.

Если цель из центра картинной плоскости (точки O) смещается в точку Π , то величина принимаемых станцией сигналов зависит от положения диаграммы направленности, вращающейся в пространстве со скоростью 24 об/с. Величина принимаемых сигналов максимальна в том случае, когда ось диаграммы направленности отклонена от электрической оси антенны (равносигнального направления) в сторону смещения цели в направлении OC . Величина сигналов минимальна, когда ось диаграммы направленности отклонена от электрической оси антенны в сторону, противоположную смещению цели. Таким образом, при вращении диаграммы направленности величина принимаемых сигналов изменяется с частотой 24 Гц (рис. 7.2 б).

Степень изменения амплитуды принимаемых сигналов (коэффициент модуляции) пропорциональна отклонению антенны

от направления на цель. Таким образом, если имеется ошибка визирования, то принимаемые сигналы окажутся модулированы частотой конического развертывания. При детектировании этих сигналов выделяется переменное напряжение, изменяющееся с частотой модуляции принятых сигналов 24 Гц. Это напряжение называется напряжением сигнала ошибки, фаза которого характеризует направления отклонения цели по азимуту и углу места от электрической оси антенны.

Рассмотрим принцип выделения и преобразования составляющих сигнала ошибки по азимуту и углу места. На рис. 7.3 показан характер изменения напряжения отраженных сигналов для различных случаев (а, б, в) за время одного оборота контр-рефлектора антенной головки.

Огибающая модулированных по амплитуде сигналов изменяется приблизительно по синусоидальному закону с периодом, соот-

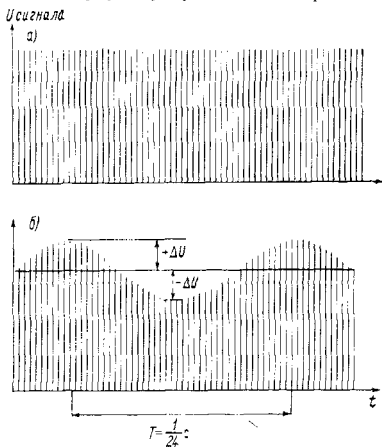


Рис. 7.2. Сигнал цели.

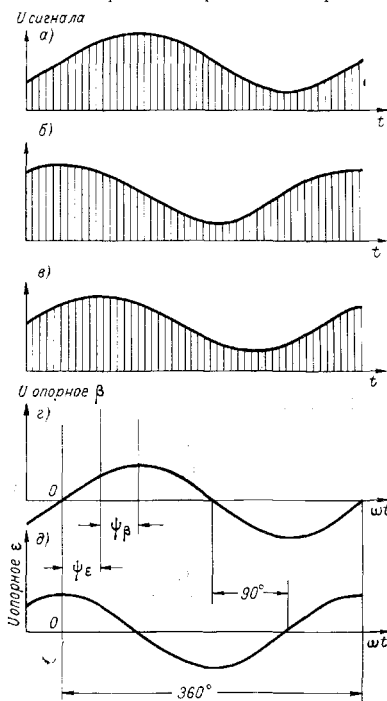
а — цель находится на электрической оси антенны (точный пеленг); б — цель смещена относительно электрической оси антенны; импульсы промодулированы сигналом ошибки

ветствующим скорости вращения диаграммы направленности. Синхронно с вращением диаграммы направленности вращается ротор генератора опорных напряжений, который вырабатывает два синусоидальных напряжения (г, д), сдвинутых по фазе относительно друг друга на 90° . Одно из них является опорным напряжением канала азимута, другое — опорным напряжением канала угла места. Опорные напряжения выбираются так, чтобы одно из них по фазе совпадало (или было в противофазе) с огибающей кривой, соответствующей ошибке только по азимуту, другое опорное напряжение совпадало бы по фазе (или было бы в противофазе) с огибающей кривой, соответствующей ошибке только по углу места.

Если огибающая отраженных сигналов совпадает по фазе с опорным напряжением азимута, то она смещена по фазе на

угол 90° относительно опорного напряжения угла места. Если же огибающая совпадает по фазе с опорным напряжением угла места, то она будет смещена по фазе на угол 90° относительно опорного напряжения азимута.

В общем случае огибающая смещена по фазе относительно обоих опорных напряжений. При этом суммарная огибающая



поступающих на вход системы сигналов может быть представлена как сумма двух синусоидальных кривых той же частоты, сдвинутых по фазе относительно друг друга на 90° , так что каждая составляющая будет совпадать по фазе (или будет в противофазе) с соответствующим опорным напряжением.

Таким образом, огибающая кривая входного сигнала системы (синусоида) состоит из двух составляющих синусоид, каждая из которых характеризует ошибку по азимуту и углу места соответственно, причем величина амплитуды составляющих

Рис. 7.3. Фазы сигнала ошибки при различных отклонениях электрической оси антенны от направления на цель.

пропорциональна величине угла отклонения геометрической оси антенны от направления на цель по соответствующей координате, а изменение направления отклонения (вправо — влево или вверх — вниз) меняет фазу соответствующей составляющей на 180° .

Разделение ошибки на азимутальную и угломестную составляющие, определение их величины и знака происходят в фазо-

чувствительных выпрямителях блока сопровождения по азимуту и углу места.

В результате сравнения опорного напряжения азимута или угла места с огибающей кривой входного сигнала на выходе выпрямителя получается постоянное напряжение, знак которого зависит от соотношения фаз опорного напряжения и соответствующей ему составляющей огибающей кривой входного сигнала, а величина напряжения пропорциональна амплитуде этой составляющей. В дальнейшем напряжения с выхода фазочувствительных выпрямителей усиливаются, преобразуются и используются для управления приводными двигателями антенной колонки.

Станция может работать в двух режимах автоматического сопровождения: автоматическое сопровождение углового отражателя и автоматическое сопровождение радиозонда. (Для сопровождения метеоракеты во время ее дрейфа на парашюте используется режим «Радиозонд».) Введение двух режимов вызвано различием сигналов от целей на входе станции. В режиме «Радиозонд» сигнал представляет собой суперный шум радиозонда, промодулированный по амплитуде частотой 24 Гц. В режиме «Угловой отражатель» частотой 24 Гц модулируются по амплитуде сигналы, отраженные от углового отражателя. Принцип работы системы сопровождения по угловым координатам в обоих режимах одинаков.

При автоматическом сопровождении цели предусмотрены два режима работы следящего привода системы управления антенной: с широкой и узкой полосой пропускания. В свободном полете цели возможны большие угловые скорости и ускорения ее перемещения. Для уменьшения динамических ошибок в определении угловых координат цели следящий привод включается в режим работы с широкой полосой пропускания. При больших дальностях, когда угловые скорости и ускорения перемещения цели незначительны, для уменьшения случайных ошибок следящий привод включается в режим работы с узкой полосой пропускания.

7.2. Функциональная схема

Работа системы управления антенной в различных режимах имеет свои особенности, поэтому для уяснения принципа действия системы в режимах автосопровождения, ручного управления и дистанционного управления обратимся к функциональным схемам блоков МТМ-71 — МТМ-76 (рис. 7.4—7.7).

Режим автоматического сопровождения. Нажатием кнопки *Кн3* «Автомат» в блоке МТМ-71 или же кнопки *Кн2* «Автомат»

в блоке МТМ-76 (рис. 7.4) система переходит в режим автоматического сопровождения цели. При этом напряжение $+26\text{ В}$ подается на обмотку реле $P4$ в блоке МТМ-71, реле включается и через его контакты 7—9 и далее через нормально замкнутые контакты 10—11 реле $P3$ и 5—4 реле $P2$ того же блока осуществляется блокировка кнопки $Kn3$ блока МТМ-71. Цепи блоки-

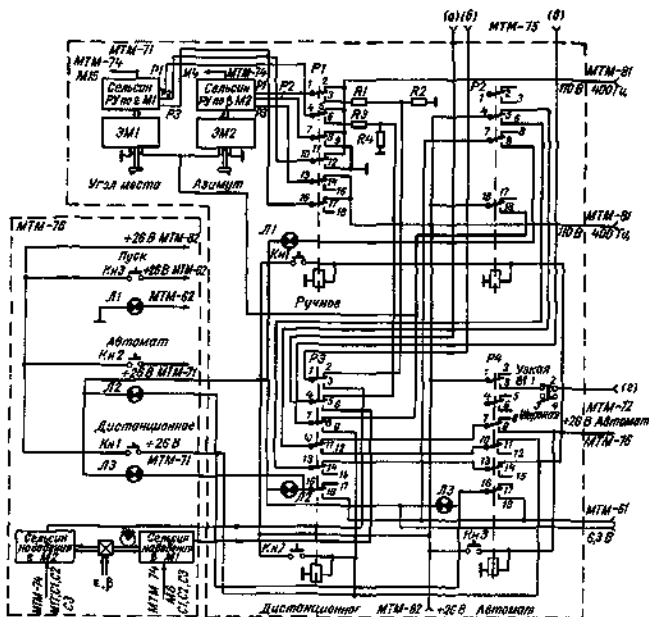


Рис. 7.4. Функциональная схема блоков МТМ-71 и МТМ-76.

ровок кнопок $Kn1$ «Ручное» и $Kn2$ «Дистанционное» разрываются. Через контакты 16—18 реле $P4$ напряжение $6,3\text{ В}$ подается на сигнальную лампу $L3$ блока МТМ-71 и лампу $L2$ блока МТМ-76.

Для коммутации входных цепей согласно режиму работы станции («Угловой отражатель» или «Радиозонд») в блоке МТМ-75 используется реле $P1$ (рис. 7.5). В положении «Радиозонд» реле $P1$ выключено.

При сопровождении радиозонда напряжение сигнала с блока МТМ-33 приемной системы поступает в блок МТМ-75 на резонансный усилитель 465 кГц Л1. С выхода резонансного усилителя 465 кГц усиленное по амплитуде напряжение сигнала подается на детектор Д1, где происходит выделение сигнала ошибки. Напряжение с выхода детектора через контакты 8—7 реле Р1 подается на каскад быстродействующей автоматической регулировки усиления (БАРУ). Каскад БАРУ поддерживает постоянство амплитуды напряжения ошибки 24 Гц на его выходе при постоянстве глубины модуляции входного сигнала напряже-

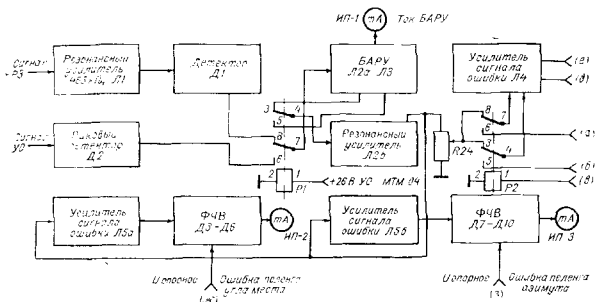


Рис 7.5. Функциональная схема блока МТМ-75.

нием 24 Гц независимо от изменения уровня приходящего сигнала. С каскада БАРУ через контакты 3—4 реле Р1 напряжение сигнала ошибки подается на резонансный усилитель 24 Гц, настроенный на частоту развертывания луча антенны и выделяющий основную гармонику напряжения сигнала ошибки.

С выхода резонансного усилителя напряжение сигнала ошибки подается на потенциометр R24 «Усиление», что дает возможность плавно регулировать усиление следящего привода. С движка потенциометра R24 напряжение сигнала ошибки через контакты 8—7 и 3—4 реле Р2 подается на усилители сигнала ошибки Л4 и Л5. Усиленный по амплитуде суммарный сигнал ошибки подается на фазочувствительные выпрямители каналов азимута и угла места блока МТМ-72 (рис. 7.6). В фазочувствительных выпрямителях сигнал угловых ошибок преобразуется в два постоянных управляющих напряжения, пропорциональных ошибкам визирования цели отдельно по координатам азимута и угла места. В качестве опорных напряжений используются два синусоидальных напряжения, сдвинутых по фазе относи-

тельно друг друга на 90° и вырабатываемых генератором опорных напряжений (ГОН). Эти опорные напряжения подаются на фазочувствительные выпрямители через трансформаторы $Tr1$ и $Tr6$ каналов азимута (β) и угла места (ε).

Генератор опорных напряжений расположен в антенной колонке. Ротор его связан с контррефлектором антенной головки и вращается синхронно с диаграммой направленности

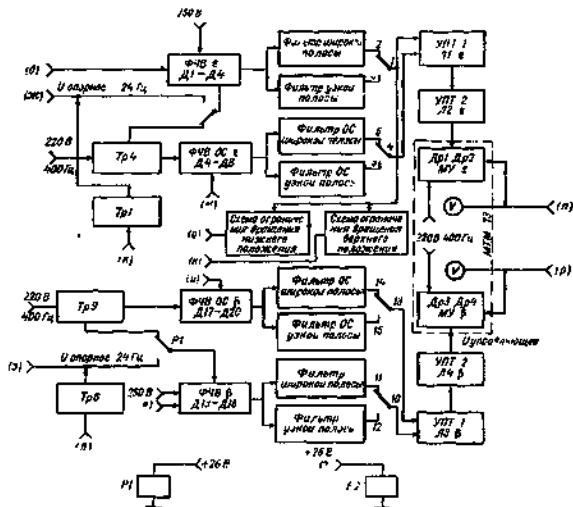


Рис 75 Функциональная схема блоков МТМ 72 и МТМ 73

антенны. В результате совместного действия сигнала ошибки и опорных напряжений на выходах фазочувствительных выпрямителей образуются постоянные напряжения, пропорциональные угловым ошибкам по азимуту и углу места. Полярность этих напряжений зависит от того, в фазе или противофазе находятся составляющие сигнала ошибки по азимуту и углу места с соответствующими опорными напряжениями.

Выходные напряжения через фильтры широкой или узкой полосы поступают на вход усилителей постоянного тока $Л1$, $Л2$ и $Л3$, $Л4$. Переключение фильтров происходит с помощью реле $Р2$ блока МТМ-72 при переключении тумблера $В1$ «Широкая — узкая» в блоке МТМ-71 (см рис 74). После усиления по по-

стоянному току двухкаскадными УПТ напряжения ошибок подаются в блок МТМ-73 на управляющие обмотки магнитных усилителей (рис. 7.6), в цепи выходных обмоток которых включены управляемые обмотки исполнительных двигателей азимута (М19) и угла места (М8), установленные в антенной колонке МТМ-74 (рис. 7.7). Исполнительные двигатели поворачивают антенну по азимуту и углу места до совмещения ее электрической оси с направлением на цель. Измерительные приборы ИП-1 и ИП-2, установленные на передней панели блока МТМ-72 (рис. 7.5), дают возможность постоянно контролировать напряжения на управляемых обмотках исполнительных двигателей.

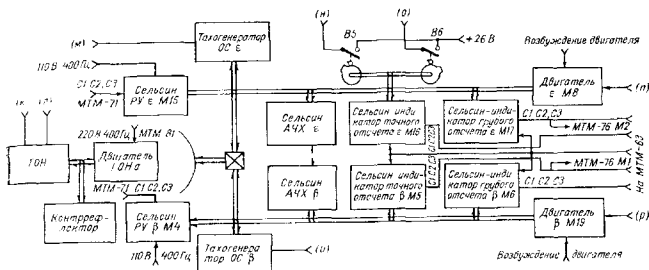


Рис. 7.7. Функциональная схема блока МТМ-74.

Антенная система обладает определенной инерционностью, поэтому двигатель не может мгновенно остановиться при отработке угловых ошибок и антенна может по инерции пройти положение точного направления на цель. В этом случае возникают напряжения сигнала ошибки противоположной фазы, изменяется полярность управляющих напряжений и двигатели начинают поворачивать антенну в обратном направлении. Антенный параболоид по инерции может снова пройти положение точного направления на цель и т. д.

Для устранения колебания антенны применена стабилизация системы с помощью схемы обратной связи. Напряжения обратной связи вырабатываются тахогенераторами угла места и азимута, которые кинематически связаны с валом соответствующего двигателя. Эти напряжения, пропорциональные скорости вращения соответствующего двигателя, подаются на фазочувствительные выпрямители обратной связи каналов азимута и угла места (рис. 7.6). Постоянное напряжение обратной связи, полученное на выходах фазочувствительных выпрямителей, поступает через соответствующие фильтры широкой и узкой полос

на вход усилителей постоянного тока. Переключение фильтров в цепи обратной связи происходит также с помощью реле *P2*. Напряжения сигнала ошибки и обратной связи суммируются в усилителе постоянного тока. Фаза напряжения обратной связи выбрана так, чтобы при качаниях антенны на двигателе создавался момент, противодействующий качаниям, это устраняет автоколебания антенной системы.

Сигнал ошибки с выхода резонансного усилителя 24 Гц (рис. 7.5) подается также на схему индикации ошибки пеленга, состоящую из усилителей *Л5а* и *Л5б*, фазочувствительных выпрямителей (*Д3—Д6* и *Д7—Д10*) и индикаторов соответствующих каналов азимута (*ИП-3*) и угла места (*ИП-2*). Опорные напряжения на фазочувствительные выпрямители подаются с генератора опорных напряжений через трансформаторы *Тр1* и *Тр6* (рис. 7.6). Индикаторные приборы *ИП-2* и *ИП-3*, включенные на выходе фазочувствительных выпрямителей схемы индикации, показывают ошибку пеленга цепи отдельно по азимуту и углу места (рис. 7.5).

При сопровождении углового отражателя на вход системы управления с блока МТМ-32 поступают импульсы частоты повторения 416 Гц, промодулированные по амплитуде частотой развертывания луча антенны. В детекторе *Д2* (рис. 7.5) происходит выделение сигнала ошибки. Выделенный детектором сигнал ошибки через контакты 6—7 реле *P1* подается на каскад *БАРУ* и далее с *БАРУ* через контакты 5—4 реле *P1* на резонансный усилитель 24 Гц. В остальном работа системы аналогична работе системы при сопровождении радиозонда.

В режиме автоматического сопровождения через нормально замкнутые контакты 4—5, 10—11, 16—17, 1—2, 7—8, 13—14 реле *P1* блока МТМ-71 (рис. 7.4) на роторные обмотки *P1*, *P2* и *P3* сельсинов *M1* и *M2* подается напряжение возбуждения 110 В, 400 Гц (обмотки *P1* и *P2* в этом случае соединены параллельно). Одновременно напряжение возбуждения подается на роторные обмотки сельсинов-датчиков *M4* и *M15* (рис. 7.7) ручного управления по азимуту и углу места, расположенных в антенной колонке. Так как статорные обмотки сельсинов *M1* и *M2* соединены со статорными обмотками сельсинов-датчиков *M4* и *M15*, а роторы сельсинов *M1* и *M2* с электромагнитными муфтами *ЭМ1* и *ЭМ2* (рис. 7.4) отключены от штурвалов ручного управления, то в режиме автоматического сопровождения сельсины *M1* и *M2* в блоке МТМ-71 работают в индикаторном режиме подслеживания для индикации антенны в пространстве.

Сельсины-датчики грубого и точного отсчетов по азимуту и углу места *M6*, *M17* и *M5*, *M16* расположены в блоке МТМ-74 и кинематически связаны с осями вращения антенны по азимуту

и углу места (рис. 7.7). Сельсины-индикаторы грубого и точного отсчетов $M1$, $M2$, $M3$, $M4$ расположены в блоке МТМ-63.

Режим ручного управления. Переход в режим ручного управления антенной производится нажатием кнопки $K_{н1}$ «Ручное» в блоке МТМ-71 (рис. 7.4). При этом включаются реле $P1$, $P2$ в блоке МТМ-71 и реле $P2$ в блоке МТМ-75 (рис. 7.5). Реле $P3$ и $P4$ в блоке МТМ-71 и реле $P1$ в блоке МТМ-72 обесточиваются. На лицевой панели блока МТМ-71 загорается сигнальная лампочка $L1$ «Ручное», на которую через контакты 7—9 реле $P2$ блока МТМ-71 подается напряжение 6,3 В. Через контакты 16—18 того же реле подается напряжение +26 В на электромагнитные муфты $ЭМ1$ и $ЭМ2$, которые соединяют роторы сельсинов $M1$ и $M2$ со штурвалами ручного управления по азимуту и углу места. Сельсины $M1$ и $M2$ включаются в трансформаторный режим. При переходе сельсинов $M1$ и $M2$ с индикаторного режима на трансформаторный сигнал рассогласования, снимаемый с обмоток $P1$ — $P2$, включенных последовательно, равен нулю. Такое подключение обмоток сельсинов исключает рывки антенны в момент перехода на ручное управление.

При повороте штурвала азимута на входе сельсин-трансформаторных схем $M2$ блока МТМ-71 и $M4$ блока МТМ-74 (рис. 7.7) появляется напряжение рассогласования частоты 400 Гц. Это напряжение через контакты 1—3, 7—9 реле $P1$, делитель напряжения $R1$, $R2$, контакты 5—4 реле $P3$ блока МТМ-71 и контакты 5—4 реле $P2$ блока МТМ-75 подается на усилители сигнала ошибки $L4$ в блоке МТМ-75 (рис. 7.5) и далее на фазочувствительный выпрямитель канала азимута блока МТМ-72 (рис. 7.6). С трансформатора $Tr9$ через нормально замкнутые контакты реле $P1$ блока МТМ-72 на фазочувствительный выпрямитель подается опорное напряжение частоты 400 Гц. Полученное напряжение ошибки через фильтр широкой полосы поступает на усилитель постоянного тока и далее через усилитель мощности канала азимута МТМ-73 воздействует на исполнительный двигатель, который поворачивается до тех пор, пока сигнал рассогласования с выхода сельсин-трансформаторной схемы не будет равен нулю. Наблюдение за положением антенны можно производить по шкалам сельсин-индикаторов грубого и точного отсчетов в блоке МТМ-63. При ручном управлении антенной используется только режим широкой полосы следящей системы.

Напряжение рассогласования по углу места формируется аналогично каналу азимута, при этом сигнал рассогласования возникает на выходе сельсин-трансформаторной схемы ($M1$ блока МТМ-71 и $M15$ блока МТМ-74) при вращении штурвала ручного управления угла места. Для ограничения вращения антенны по углу места при подходе к верхнему и нижнему упо-

рам применяется электрическая схема ограничения. Она состоит из схем ограничения вращения нижнего и верхнего положений, расположенных в блоке МТМ-72 (рис. 7.6), которые включаются при замыкании концевых выключателей *B5* и *B6* в блоке МТМ-74 (рис. 7.7). При этом цепь сигнала ошибки канала угла места закорачивается на корпус и одновременно включается жесткая обратная связь, что резко тормозит движение антенны.

Режим дистанционного управления используется при подготовке к выпуску и в начальный период полета цели. Переход в режим дистанционного управления антенной производится нажатием кнопки *Кн1* «Дистанционное» в блоке МТМ-76 или *Кн2* в блоке МТМ-71 (рис. 7.4). При этом включаются реле *P3* в блоке МТМ-71 и реле *P2* в блоке МТМ-75 (рис. 7.5). Реле *P1*, *P2*, *P4* в блоке МТМ-71 (рис. 7.4) и реле *P1* в блоке МТМ-72 (рис. 7.6) обесточены. Через контакты 16—18 реле *P3* подается напряжение 6,3 В на сигнальные лампы *Л2* в блоке МТМ-71 и *Л3* в блоке МТМ-76 (рис. 7.4). Для формирования сигнала рассогласования в этом режиме также используется сельсин-трансформаторная схема. В качестве сельсинов-датчиков этой схемы используются сельсины-датчики грубого отсчета индикаторной схемы *M6* и *M17* блока МТМ-74 (рис. 7.7), кинематически связанные с соответствующими осями вращения антенны. Сигнал рассогласования снимается с сельсинов-трансформаторов наведения *M1* и *M2* блока МТМ-76 (рис. 7.4).

При вращении блока дистанционного управления МТМ-76 на выходе сельсин-трансформаторных схем *M1*, *M6* и *M2*, *M17* (канала азимута и канала угла места) появляются сигналы рассогласования частоты 400 Гц. Эти напряжения через контакты 1—3 и 5—6 реле *P3* блока МТМ-71 и контакты 5—4 и 6—7 реле *P2* блока МТМ-75 поступают на усилители сигнала ошибки *Л4*. Дальнейшее прохождение сигналов аналогично прохождению сигналов в режиме ручного управления. Сельсины ручного управления *M1* и *M2* в блоке МТМ-71, как и при автоматическом сопровождении цели, работают в индикаторном режиме.

7.3. Принципиальная схема узлов блоков системы управления антенной МТМ-70

В блоке МТМ-75 производятся выделение напряжения сигнала ошибки частоты 24 Гц из сигналов, поступающих с выхода приемной системы в режиме автосопровождения цели, усиление напряжения сигнала ошибки, усиление напряжения сигнала рассогласования при ручном и дистанционном управлении антенной, а также индикация ошибки пеленга.

Резонансный усилитель 465 кГц и детектор сигнала ошибки усиливают сигналы частоты 465 кГц, поступающие с блока главного усилителя приемника при сопровождении радиозонда, и выделяют огибающую частоты 24 Гц.

Усилитель (рис. 7.8) выполнен на лампе Л1. Анодной нагрузкой усилителя служит параллельный колебательный контур Л1, С1, С2, настроенный на частоту 465 кГц. Сигнал радиозонда поступает на управляющую сетку лампы через переходную цепочку С2', R1. Усиленный сигнал с анодной нагрузки через разделительный конденсатор С3 подается на вход детектора, выполненного на кремниевом диоде Д1. Детектор собран по обычной параллельной схеме детектирования. Нагрузкой детектора служат резистор R4, потенциометр R5 и конденсатор С5. С потенциометра R5 выходное напряжение детектора поступает на вход БАРУ через контакты 8—7 реле Р1.

Пиковый детектор выделяет огибающую импульсов, отраженных от уголкового отражателя. Приходящие видеоимпульсы на вход детектора (рис. 7.8) заряжают конденсатор С6 через резистор R6 и прямое сопротивление диода Д2. В паузах между импульсами конденсатор С6 разряжается через сопротивление потенциометра R8. Постоянные времени цепей заряда и разряда конденсатора выбраны таким образом, что при равенстве амплитуд видеоимпульсов на входе детектора на его нагрузке образуется постоянное напряжение, величина которого пропорциональна амплитуде видеоимпульсов. С появлением модулированного сигнала с частотой развертывания луча антенны 24 Гц на выходе детектора появится пульсирующее напряжение, переменная составляющая которого имеет частоту 24 Гц. Выходное напряжение детектора в режиме «Уголкового отражатель» с потенциометра R8 поступает на вход каскада БАРУ через контакты 6—7 реле Р1.

Каскад БАРУ предназначен для устранения влияния паразитной модуляции на точность сопровождения цели по угловым координатам. Паразитная модуляция возникает за счет флуктуации интенсивности сигналов. Каскад БАРУ выполнен на лампах Л3 и Л2а (рис. 7.8). При изменении интенсивности сигналов изменяется постоянная составляющая напряжения, снимаемого с нагрузки детектора R5, и следовательно, изменяется смещение на управляющих сетках лампы Л3 и Л2а. Увеличение интенсивности сигналов приводит к перемещению рабочей точки лампы Л3 в область с меньшей крутизной сеточной характеристики; при уменьшении интенсивности сигналов рабочая точка смещается в область с большей крутизной. Для расширения рабочего диапазона каскада лампа Л2а включена параллельно лампе Л3. При уменьшении интенсивности сигналов лампа Л2а увеличивает усиление каскада, а при большой интенсивности

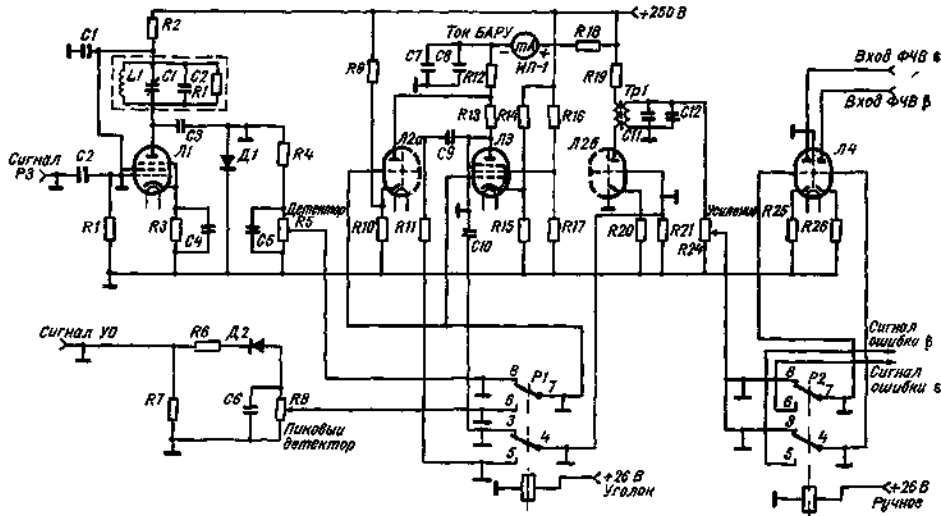


Рис 78 Принципиальная схема формирования сигнала ошибки.

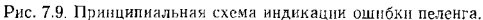
сигналов лампа *Л2а* закрывается и в работе не участвует. Усиление каскада изменяется таким образом, что выходное напряжение его зависит только от глубины модуляции сигналов на входе детекторов и не зависит от интенсивности этих сигналов. Потенциометром *R5* «Детектор» в режиме «Радиозонд» и потенциометром *R8* «Пиковый детектор» в режиме «Уголковый отражатель» устанавливается режим каскада *БАРУ*, который контролируется прибором ИП-1 «Ток *БАРУ*». Оси потенциометров *R5* и *R8* выведены на шасси блока МТМ-75, а прибор ИП-1 вынесен на переднюю панель того же блока.

С нагрузки каскада *БАРУ* напряжение сигнала ошибки через фазосдвигающую цепочку *C10*, *R21* и нормально замкнутые контакты 3—4 реле *P1* в режиме «Радиозонд» поступает на вход резонансного усилителя 24 Гц. В режиме «Уголковый отражатель» сигнал ошибки подается на вход резонансного усилителя через фазосдвигающую цепочку *C9*, *R11*, *R21* и контакты 5—4 реле *P1*. Такое разделение фазосдвигающих цепочек на входе резонансного усилителя вызвано тем, что фазы сигналов ошибок на выходах детекторов *Д1* и *Д2* и коэффициенты передачи этих детекторов различны. Фазосдвигающие цепочки обеспечивают постоянство амплитуды и фазы сигнала ошибки на входе резонансного усилителя 24 Гц в обоих режимах.

Резонансный усилитель 24 Гц выполнен на правой половине лампы (*Л2б*). Анодной нагрузкой усилителя является трансформатор *Тр1*. Вторичная обмотка трансформатора и конденсаторы *C11*, *C12* образуют резонансный контур, настроенный на частоту 24 Гц. Такое подключение анодной нагрузки обеспечивает выделение основной гармоника напряжения сигнала ошибки. С выхода резонансного усилителя напряжение сигнала ошибки 24 Гц подается на потенциометр *R24*, который используется для регулировки усиления следящей системы управления антенной по каналам азимута и угла места. С движка потенциометра *R24* через нормально замкнутые контакты 3—4 и 8—7 реле *P2* напряжение сигнала ошибки поступает на вход усилителей переменного тока сигнала ошибки и на схему индикации ошибки пеленга. Ось потенциометра выведена на переднюю панель блока МТМ-75 с надписью «Усиление».

Усилители переменного тока каналов азимута и угла места служат для усиления напряжения сигнала ошибки в режиме автоматического сопровождения и напряжения сигналов рассогласования в режимах ручного и дистанционного управления. Усилители собраны на лампе *Л4*. На левой половине лампы собран усилитель канала угла места, на правой — усилитель канала азимута. В режиме автоматического сопровождения на обе управляющие сетки лампы *Л4* поступает один и тот же сигнал. В режимах ручного и дистанционного управления на

Канал индикации ошибки пеленга включает усилители переменного тока, фазочувствительные выпрямители одного из



Итак, на первичную обмотку трансформатора $Tr2$ канала угла места подается сигнал ошибки с усилителя переменного тока ($Л7а$). Двухполупериодный выпрямитель собран на кремниевых диодах $Д3—Д6$. Вторичные обмотки 3—5 и 6—8 трансформатора включены навстречу друг другу. Нагрузкой выпрямителя служат резисторы $R30$, $R32$ и потенциометр $R31$. Потенциометр $R31$, ось которого выведена на переднюю панель блока с надписью «Баланс $\Phi ЧВ$ », производят балансировку выпрямителя. Для выделения из суммарного напряжения сигнала

ошибки составляющей, пропорциональной отклонению цели по углу места, используется опорное напряжение угла места, поступающее с вторичной обмотки трансформатора *Tr1*, расположенного в блоке МТМ-72 (рис. 7.6).

При отсутствии сигнала ошибки под действием опорного напряжения через диоды выпрямителя и сопротивления его нагрузки протекают токи, равные по величине и направленные навстречу друг другу. Постоянное напряжение на выходе выпрямителя равно нулю. С появлением на входе фазочувствительного выпрямителя напряжения сигнала ошибки на его выходе образуется напряжение, величина и полярность которого зависят от амплитуды сигнала ошибки и сдвига фаз между опорным напряжением и напряжением сигнала ошибки. Как указывалось выше, опорные напряжения азимута и угла места сдвинуты по фазе относительно друг друга на 90° .

Если напряжение сигнала ошибки поступает в фазе с опорным напряжением, то через обе половины нагрузки протекают токи разной величины (так как на одной половине нагрузки напряжения складываются, на другой — вычитаются). На выходе выпрямителя образуется результирующее напряжение определенной полярности. При смене фазы сигнала ошибки на 180° на выходе фазочувствительного выпрямителя появится результирующее напряжение противоположной полярности.

Если напряжение сигнала ошибки сдвинуто по фазе относительно опорного напряжения на угол 90° , то выходное напряжение фазочувствительного выпрямителя равно нулю. Это указывает на отсутствие составляющей сигнала ошибки, пропорциональной отклонению цели по углу места. Если сдвиг по фазе будет в пределах $0-90^\circ$, на выходе выпрямителя образуется напряжение, пропорциональное составляющей сигнала ошибки, которая находится в фазе или противофазе с опорным напряжением угла места. Напряжение на выходе выпрямителя в любом случае пропорционально только отклонению цели по координате угла места. Это напряжение поступает на индикатор пеленга ИП-2 «Ошибка пеленга». Резисторы *R33*, *R34* и потенциометр *R35* образуют делитель напряжения. Конденсатор *C14* шунтирует прибор по переменной составляющей. Потенциометром *R35*, ось которого выведена на шасси блока с надписью «Масштаб угла места», производится регулировка масштаба прибора. Резистор *R36* ограничивает величину тока в цепи измерительного прибора.

Схема ограничения вращения антенной колонки предназначена для электрического ограничения перемещения антенны по углу места (рис. 7.10). Она состоит из лампы Л7 (двойной диод), двух реле *P5*, *P4* (МТМ-72) и двух микровыключателей, расположенных в антенной колонке (МТМ-74). Схема ограни-

чения вращения антенной колонки работает следующим образом.

В момент подхода антенны к верхнему упору срабатывает микровыключатель *B5*, включается реле *P4*, которое контактами *7—6* закорачивает вход УПТ-1 по цепи сигнала ошибки через лампу *Л7а*. Применение диодов вызвано необходимостью закорачивать сигнал ошибки того знака, под воздействием которого антенна двигалась к упору, и пропускать на вход УПТ-1 напряжение сигнала обратного знака для снятия антенны с упора. Для эффективного торможения антенны при подходе к упору

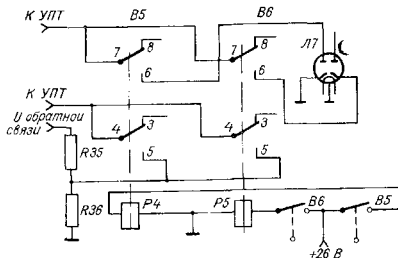


Рис 7 10 Схема ограничения вращения антенной колонки

одновременно со снятием сигнала ошибки на второй вход УПТ-1 подается напряжение жесткой обратной связи через контакты 4—5 реле $P4$ и делитель $R35$, $R36$, что обеспечивает быструю остановку антенны. При подходе антенны к нижнему упору срабатывают микровыключатель $B6$ и реле $P5$.

Пульт дистанционного управления **МТМ-76** предназначен для дистанционного управления антенной и регистратором при сопровождении цели в первые минуты после выпуска. Подключается пульт к станции с помощью кабеля через наружный щиток станции. В блоке **МТМ-76** (см. рис. 7.4) размещены оптический визир типа *В8*, сельсины наведения *М1* и *М2*, кнопки управления *Кн1* «Дистанционное», *Кн2* «Автомат», *Кн3* «Пуск» и лампочки сигнализации *Л1* «Дистанционное управление», *Л2* «Автомат» и *Л3* «Пуск». Оптический визир позволяет визуально с помощью сельсинов наведения навести антенну на цель. Наблюдая за целью в оптический визир, оператор вращает блок **МТМ-76** по азимуту и углу места, совмещая изображение цели с центром креста нитей визира, при этом сигнал рассогласования с роторных обмоток сельсинов наведения поступает в блок

МТМ-71. При нажатии на кнопки $K_{н1}$ или $K_{н2}$ напряжение +26 В подается на соответствующие реле системы, которые включают выбранный режим сопровождения.

При нажатии кнопки $K_{н3}$ «Пуск» напряжение +26 В подается в блок МТМ-62 для включения счетчика времени и регистрации времени полета, сферических координат цели и частоты метеоданных (при сопровождении радиозонда, метеоракеты).

Оптический визир представляет собой телескопическую систему, дающую прямое изображение. В фокальной плоскости окуляра размещена сетка с угломерной шкалой. Цена малого деления шкалы сетки $0,3^\circ$. При сопровождении цели изображение ее должно находиться в центре креста нитей визира.

Контрольные вопросы

1. Нарисуйте коническое разворачивание диаграммы направленности и объясните, как возникают сигналы-ошибки.

2. Объясните принцип автоматического сопровождения цели по угловым координатам.

3. Для чего применяется пиковый детектор в схеме формирования сигнала ошибки?

4. Как работает БАРУ?

5. Как осуществляется индикация ошибки пеленга?

6. Объясните, как ограничивается вращение антенной колонки

ГЛАВА 8

Система электропитания МТМ-80

8.1. Общие сведения

Система электропитания служит для обеспечения всех систем станции напряжениями, необходимыми для их нормальной работы.

Источником питания станции при отсутствии промышленной сети является станция питания, состоящая из дизельного электрического агрегата типа АД-20-Т/230/4-400 мощностью 19 кВт (при $\cos \varphi = 0,7$), дающего напряжение 220 В, 400 Гц, и электропреобразовательного агрегата 400/50 Гц, состоящего из асинхронного короткозамкнутого электродвигателя и синхронного трехфазного генератора мощностью 4 кВт (при $\cos \varphi = 0,8$), дающего напряжение 220 В, 50 Гц.

При наличии промышленной сети источником питания станции является преобразовательный агрегат типа ВПЛ-30.

Электроэнергия от станции питания или агрегата питания подается кабелями на шкаф управления питанием МТМ-81.

8.2. Блоки системы

Шкаф управления питанием МТМ-81 служит для включения питающего трехфазного напряжения, поступающего от источника питания, и для распределения его по основным системам.

Трехфазное напряжение переменного тока подается на трехполюсный автоматический выключатель «Главный выключатель» 220 В, 400 Гц, который с помощью установленного в выключателе комбинированного расцепителя защищает линию питания от токов короткого замыкания. В положении главного выключателя «Включено» напряжение поступает на распределительные платы, с которых разводится по разным группам потребителей. Каждая группа имеет свою защиту от токов короткого замыкания, осуществляемую предохранителями. На передней панели шкафа установлены: выключатель В5 «Сельсины» для включения и выключения питания сельсинов, переключатель В4 «Контроль, вентиляция, работа — азимут, угол места», кнопка «Контроль» для контроля режима работы исполнительных двигателей вращения антенны, кнопка Кн1 «Фаза 2—1», кнопка Кн2 «Фаза 1—3» для контроля по вольтметру наличия фаз питающего напряжения 220 В, 400 Гц и предохранители. На боковую стенку шкафа выведены переключатели В2 «Неуправляемая обмотка двигателя азимута» для включения неуправляемой обмотки приводного двигателя азимута и В3 «Неуправляемая обмотка двигателя угла места» для включения неуправляемой обмотки приводного двигателя угла места. При увеличении теплового режима исполнительных двигателей автоматически включается электрический звонок на нижней стенке шкафа.

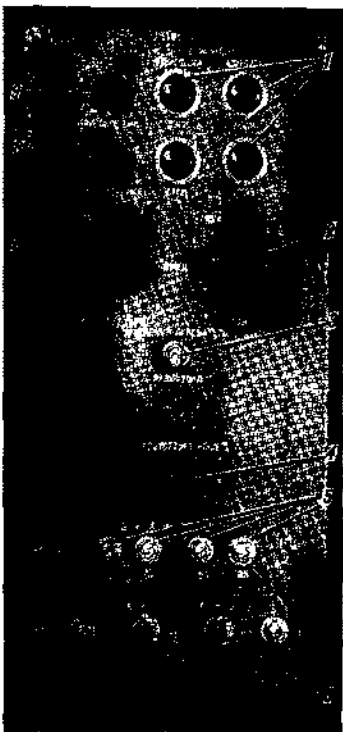
Панель управления питанием МТМ-04 (рис. 8.1) предназначена для управления питанием систем станции, расположенных в главном пульте. Выключателем В10 «Питание главного пульта» производится включение питания всех систем от цепи напряжения 220 В, 400 Гц. Напряжение накала систем приема, счета, дальности, регистрации и управления антенной включается соответственно тумблерами В6, В7, В8 и В9, питание анодных цепей — В2, В3, В4 и В5.

Тумблер В1 «Уголковый отражатель — радиозонд» служит для переключения режимов работы станции в зависимости от сопровождаемой цели. В режиме «Уголковый отражатель» тумблер В1 отключает питание системы счета. В случае выхода из

строю выпрямителя смещения —150 В, расположенного в блоке МТМ-82, некоторые лампы в блоках пульта могут оказаться в аварийных режимах. Для сигнализации и устранения этого явления в панели управления МТМ-04 предусмотрена блокировка, состоящая из двух реле и сигнальной лампы. Л1 «Отсутствует —150 В». Одновременно с выключением главного пульта с помощью той же схемы блокировки выключаются приводные двигатели антенной колонки, исключающие возможность вращения двигателей за счет разбаланса магнитных усилителей при отсутствии сигнала. На панели блока МТМ-04 размещены также кнопки включения и выключения приводных двигателей, ручка выключателя ГОН, сигнальная лампочка, указывающая на наличие напряжения 220 В, 400 Гц, сигнальная лампочка «Высокое», указывающая на наличие высокого напряжения.

Рис. 8.1. Панель управления питанием МТМ-04.

1 — кнопки включения и выключения приводных двигателей угловых координат; 2 — переключатель включения и выключения ГОН; 3 — тумблер переключения режима работы; 4 — сигнальная лампочка (отсутствует смещение —150 В); 5 — тумблеры анодных цепей; 6 — тумблеры включения накала систем приема В6, счета В7, дальности В8, регистрации и управления антенной В9; 7 — выключатель питания главного пульта В10; 8, 9 — контрольные лампочки.



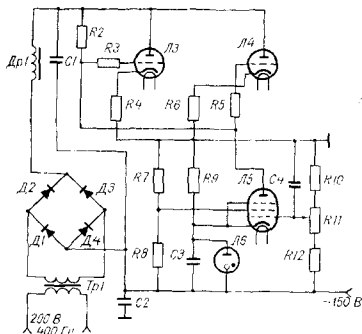
Защита цепей накала блоков главного пульта от перегрузок и коротких замыканий осуществляется плавкими предохранителями, установленными на панели предохранителей главного пульта. В блоке расположена схема задержки, которая предназначена для включения питания анодов тиратронов, находя-

щихся в блоке МТМ-42, с задержкой 8—15 с после включения системы счета.

Выпрямитель опорных напряжений МТМ-82 предназначен для питания цепей смещения, реле, электромагнитных муфт и схемы АПЧ блока МТМ-32. В блоке МТМ-82 вырабатываются: стабилизированное напряжение -150 В, 140 мА для питания цепей смещения; стабилизированное напряжение $+300$ В, 5 мА для питания схемы АПЧ приемной системы; напряжение $+26$ В для питания всех низковольтных реле и электромагнитных муфт.

Рассмотрим принцип работы стабилизированного выпрямителя -150 В, 140 мА (рис. 8.2).

Напряжение 220 В, 400 Гц подается на первичную обмотку трансформатора $Tr1$. Вторичная обмотка трансформатора со-



единена с выпрямителем, собранным по схеме моста на кремниевых диодах $D1-D4$. Г-образный фильтр $Dr1$, $C1$ сглаживает пульсации выпрямленного напряжения. С фильтра напряжение подается на аноды регулирующих ламп $L3$ и $L4$ стабилизатора -150 В. Стабилизатор

Рис. 8.2. Стабилизированный выпрямитель -150 В, 140 мА.

выполнен по схеме электронного стабилизатора напряжения и состоит из двух регулирующих ламп $L3$ и $L4$, усилительной лампы $L5$ и источника опорного напряжения $L6$, стабилизирующего потенциал сетки и катода лампы $L5$. Лампы $L3$ и $L4$ включены последовательно с нагрузкой и выполняют роль переменного сопротивления, величина которого изменяется в зависимости от изменения напряжения на входе и тока нагрузки.

При увеличении напряжения на входе стабилизатора вследствие возрастания напряжения сети или из-за уменьшения тока нагрузки напряжение на выходе стабилизатора несколько возрастает, что приводит к уменьшению отрицательного потенциала на сетке лампы $L5$. При этом анодный ток лампы $L5$, проходящий через резисторы $R3$, $R5$, увеличится, потенциал анода лампы $L5$ понизится, что вызовет увеличение отрицательного смещения на сетках регулирующих ламп. Сопротивление регулирующих ламп уменьшается и падение напряжения на них

также уменьшается на величину, почти равную уменьшению входного напряжения. Напряжение на выходе стабилизатора поддерживается почти неизменным. Величину стабилизированного напряжения можно регулировать потенциометром *R11*. Лампа *Л6* поддерживает постоянным напряжение катода лампы *Л5*. Стабилизатор —150 В обеспечивает стабильность выходного напряжения $\pm 0,3\%$ при изменении напряжения сети на $\pm 5\%$.

Стабилизированный выпрямитель +300 В работает аналогично выпрямителю —150 В.

Блок питания системы счета и приемной системы МТМ-34 состоит из двух стабилизированных выпрямителей +250 В, 200 мА и двух стабилизированных выпрямителей +150 В, 400 мА. При подаче стабилизированного напряжения питания +250 В и +150 В на приемную систему на передней панели блока МТМ-34 загорается сигнальная лампочка с надписью «Приемная система +250 В, +150 В включена». При подаче того же стабилизированного напряжения на систему счета на указанной панели загорается сигнальная лампочка с надписью «Система счета +250 В включена». Выпрямители и электронные стабилизаторы выпрямителей собраны по схеме, аналогичной схеме стабилизированного выпрямителя —150 В, описанной выше. На переднюю панель МТМ-34 выведены также контрольные гнезда и ось потенциометра, регулирующего напряжения.

Блок питания системы регистрации, дальности и управления антенной МТМ-85 состоит из двух стабилизированных выпрямителей +250 В, 400 мА. На передней панели блока размещены две сигнальные лампочки. Одна лампочка с надписью «Система регистрации, управления антенной +250 В включена» загорается при подаче напряжения в цепь питания систем передачи и регистрации и управления антенной. Вторая лампочка с надписью «Система дальности +250 В включена» загорается при подаче напряжения в цепь питания системы дальности. Принципиальные схемы выпрямителей аналогичны схемам, описанным выше. На переднюю панель блока МТМ-85 выведены контрольные гнезда и ось потенциометра, регулирующего напряжение.

Блок питания генератора накачки МТМ-87 состоит из стабилизированного выпрямителя —500 В, источника переменного напряжения 6,3 В, 400 Гц, реле времени и узла задержки. Стабилизированный выпрямитель —500 В обеспечивает питанием резонатор клистрона генератора накачки электронного параметрического усилителя. Напряжение на резонатор клистрона должно подаваться с задержкой относительно подачи напряжения на его отражатель. Эту функцию выполняет узел задержки, который включает цепь питания выпрямителя —500 В с задержкой на время, необходимое для разогрева электронной лампы, входящей в узел задержки.

Реле времени обеспечивает определенный порядок включения питающих напряжений с целью поддержания нормального режима работы электронных схем.

Стабилизированный выпрямитель собран по схеме, подобной схеме выпрямителя МТМ-82. Стабильность по напряжению не хуже $\pm 0,1\%$ при изменении напряжения сети на $\pm 5\%$. На переднюю панель блока МТМ-87 выведена ось потенциометра «Напряжение резонатора» для регулировки величины напряжения питания резонатора клистрона ЭПУ. С помощью контрольных гнезд, выведенных также на переднюю панель, можно контролировать напряжение —500 В. Для защиты узлов схемы от перегрузок и короткого замыкания в питающих цепях блока включены предохранители. Каждый предохранитель шунтирован резистором, с которым последовательно включена сигнальная лампочка, загорающаяся при сгорании предохранителя.

Блок питания электродов ЭПУ МТМ-88 состоит из стабилизированного выпрямителя 1,5—3 В, служащего для питания накала ЭПУ; стабилизированного выпрямителя 400 В, питающего электроды ЭПУ; реле времени и узла задержки, предназначенных для обеспечения определенного порядка включения питающих напряжений ЭПУ.

Реле времени обеспечивает задержку включения стабилизированного выпрямителя 400 В на 30—40 с относительно включения стабилизатора тока, питающего соленоид ЭПУ и расположенного в блоке МТМ-89. При выходе из строя стабилизированного выпрямителя накала ЭПУ реле автоматически выключает выпрямитель +400 В.

Стабилизированный выпрямитель 1,5—3 В (рис. 8.3) состоит из выпрямителя, транзисторного компенсационного стабилизатора и схемы защиты. Выпрямитель собран по мостовой схеме на кремниевых диодах Д4 — Д7. Напряжение порядка 7 В с выхода выпрямителя поступает на транзисторный компенсационный стабилизатор. В качестве регулирующего элемента в стабилизаторе используется составной транзистор ПП1 — ПП4, в качестве управляющего элемента — транзистор ПП6. Источником опорного напряжения служит стабилизированный выпрямитель, состоящий из выпрямителя (Д1, Д2, Д3, С2, С3, С4), собранного по схеме утробления напряжения, и двухкаскадного параметрического стабилизатора (Д11, R7, С9 и Д13, R9, R10). Опорное напряжение порядка 9 В, снимаемое со стабилитрона Д13, много больше выходного напряжения стабилизатора. В связи с этим применена схема сравнения, в которой опорный стабилитрон Д13 включен последовательно с нагрузкой стабилизатора, а напряжение обратной связи на управляющий элемент (ПП6) подается с делителя напряжения, включенного параллельно стабилитрону Д13. Делитель напряжения состоит из ре-

зисторов $R20$, $R22$ и потенциометра $R21$. С помощью потенциометра $R21$ регулируется выходное напряжение 1,5—3 В. Ось потенциометра выведена на переднюю панель блока с надписью «Регулировка 1,5—3 В». Стабилитрон $D12$ осуществляет температурную компенсацию опорного напряжения. Питание цепи коллектора транзистора $ПП6$ осуществляется от источника, состоящего из выпрямителя ($D8$, $D9$, $C6$, $C7$, $C8$), собранного по схеме удвоения напряжения, и однокаскадного параметрического стабилизатора ($D10$, $R8$).

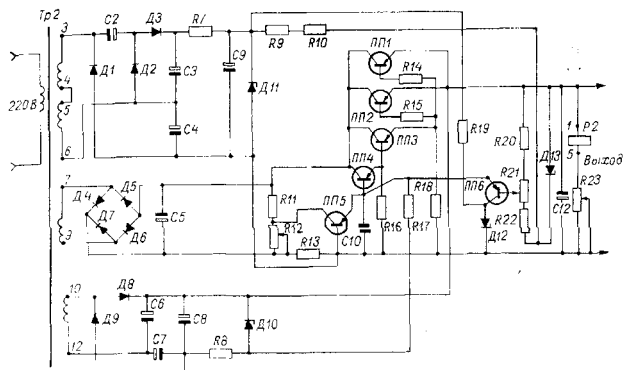


Рис. 8.3. Стабилизированный выпрямитель 1,5—3 В.

Схема защиты предназначена для ограничения тока нагрузки стабилизатора 1,5—3 В, а также для защиты составного транзистора $ПП1—ПП4$. Схема состоит из транзистора $ПП5$, резисторов $R11$, $R13$ и потенциометра $R12$. При нормальной работе транзистор $ПП5$ закрыт. При токе нагрузки, вдвое превышающем номинальный, падение напряжения на резисторе $R13$ возрастает, транзистор $ПП5$ открывается, в результате чего уменьшается анодный ток составного транзистора $ПП1—ПП4$, что вызывает уменьшение выходного напряжения стабилизатора и ограничение тока нагрузки на определенном уровне. При увеличении сопротивления нагрузки до номинального падение напряжения на резисторе $R13$ уменьшается, транзистор $ПП5$ закрывается и стабилизатор автоматически возвращается в исходное состояние. Уровень тока, при котором срабатывает схема защиты, устанавливается потенциометром $R12$.

Стабилизированный выпрямитель +400 В состоит из выпрямителя и электронного стабилизатора. Установка необходимых напряжений питания электродов ЭПУ производится соответствующими потенциометрами, оси которых выведены на переднюю панель блока. С помощью контрольных гнезд можно проверить номиналы питающих напряжений. Оси потенциометров и гнезда снабжены соответствующими надписями регулируемых и контролируемых величин напряжений. Ток корпуса, коллектора и катода ЭПУ контролируется по приборам ИП-1 «Ток корпуса», ИП-2 «Ток коллектора» и ИП-3 «Ток катода», установленных на передней панели блока. Выключается блок МТМ-88 нажатием кнопки «Отключено».

Блок питания соленоида ЭПУ МТМ-89 предназначен для питания катушки соленоида, расположенного в блоке МТМ-35.

Электронный стабилизатор тока выпрямителя, как и в других блоках системы, представляет собой обычный стабилизированный выпрямитель напряжения 300 В. Регулируют стабилизированное напряжение, а следовательно, и ток нагрузки, потенциометром, ось которого выведена на переднюю панель блока МТМ-84. Ток нагрузки (ток катушки соленоида) контролируется по прибору, установленному на передней панели того же блока.

При напряжении сети 220 ± 11 В и изменении сопротивления нагрузки на 25% номинального значения нестабильность тока нагрузки не превышает $\pm 1,2$ мА.

Выпрямители питания передающей системы служат для питания передатчиков большой и малой мощности. Конструктивно выпрямители питания передатчиков размещены в передающей системе: выпрямитель +5 кВ для питания накопителя модулятора; выпрямитель +2500 В для питания анодных цепей модулятора; выпрямитель +500 В для питания цепи экранированных сеток лампы модулятора; выпрямитель —150 В для питания цепи управляющих сеток лампы модулятора; выпрямитель +1 кВ для питания анодных цепей генератора импульсов поджига; выпрямитель —20 В для питания цепи управляющих сеток лампы генератора поджига, а также для питания реле времени; выпрямитель —30 В для питания цепи управляющей сетки лампы схемы управления высоковольтным выпрямителем.

Все перечисленные выше выпрямители собраны по аналогичным схемам мостиковых выпрямителей на кремниевых диодах с П-образными RC или LC фильтрами. Питающим напряжением выпрямителей является напряжение питающей сети 220 В, 400 Гц. Это напряжение на соответствующие выпрямители подается через трансформаторы. Органы регулировки, контроля и сигнализации выведены на переднюю панель стойки передатчика с соответствующими надписями.

8.3. Система блокировки станции

Для защиты обслуживающего персонала от высоких напряжений, опасных для здоровья и жизни, а также для безаварийного приведения станции в рабочее положение применяется система блокировки. Она обеспечивает невозможность включения приводных электродвигателей в антенной колонке, если: азимутальный тормоз закрепляет антенную колонку по азимуту; тумблер «Блокировка», находящийся в нише постаментной колонки, установлен в нижнее положение («Выключено»); выключено питание главного пульты. В стойке передатчика имеются высокие напряжения. Поэтому при открывании дверцы шкафа передатчика или крышки доступа к диоду Д2, или выдвижении блока

МТМ-11 срабатывает блокировка, отключающая высокое напряжение от стойки с помощью ножевых контактов. На рис. 8.4 дана схема блокировки

приводных двигателей колонки. Включение двигателей производится автоматами дистанционного управления в блоке МТМ-81. Управляющие кнопки «Пуск», «Стоп» выведены на панель управления питанием МТМ-04. На автоматы дистанционного управления подается постоянное напряжение 110 В. В цепь питания автоматов дистанционного управления входят блокировки: реле Р1 блока МТМ-04, контакты которого замыкаются при включении стабилизированного выпрямителя —150 В; тумблер В1 блока МТМ-74, при помощи которого можно вручную разрывать цепь блокировки при работе у антенной колонки. При работе станции тумблер ставится в верхнее положение («Включено»), контакты 1 и 2 микровыключателя В3 замыкаются при отпущенном азимутальном тормозе колонки.

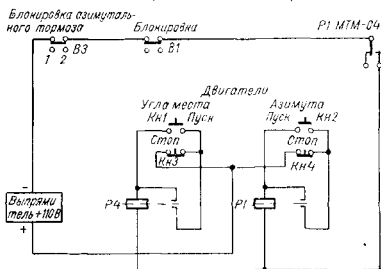


Рис. 8.4. Схема блокировки приводных двигателей антенной колонки.

Контрольные вопросы

1. Какие функции выполняет система питания МТМ-80?
2. Расскажите о работе стабилизированного выпрямителя на —150 В.
3. Расскажите, как работает стабилизированный выпрямитель на 1,5—3 В.
4. Объясните работу схемы блокировки приводных двигателей колонки.
5. Назовите основные технические характеристики дизельной электростанции и преобразователя.

Устройство автоматического съема и перфорации данных радиолокационной станции „Метеорит“ „ОКА-3“

ГЛАВА 9

Техническое описание

9.1. Общие сведения

Устройство «ОКА-3» входит в состав комплекса, предназначенного для централизованной автоматической обработки данных системы зондирования «РКЗ—Метеорит». Оно обеспечивает преобразование в цифровой код сферических координат радиозонда (угла места, азимута, дальности) и частоты выдачи данных на перфоленду для последующей передачи и обработки данных на универсальных цифровых вычислительных машинах (ЦВМ).

Входные данные преобразуются устройством в двоичный код, составляющий 15 двоичных разрядов для угловых координат и дальности и 12 двоичных разрядов для частоты метеозаписей. Темп преобразования координат составляет 5, 30 с и 1 мин, а частоты — 5 с.

Вся информация заносится на перфоленду, на четыре младших разряда каждой строки. Пятый разряд строки используется для занесения служебных комбинаций, передаваемых по каналам связи и вводимых в ЦВМ. Информация размещается на перфоленде в порядке ее последовательного поступления с выхода радиолокатора. После каждого шестого значения частоты наносятся комбинация контрольной суммы, необходимая для контроля правильности передачи данных по каналу связи и ввода в ЦВМ, затем два перевода каретки и перевод строки, обеспечивающие жесткий формат данных. Каждая координата располагается на четырех строках, а частота — на трех строках перфоленды.

Вся получаемая с радиолокатора информация наносится на перфоленту частями за каждые 30 мин зондирования, после каждой части обеспечивается протяжка перфоленты с нанесением граничных комбинаций. Перед началом каждой части автоматически наносятся признак сообщения, номер части и индекс пункта зондирования. Длина перфоленты за 30 мин зондирования составляет 2040 строк, время передачи по телеграфному каналу со скоростью 50 бод — 5 мин.

В начале выпуска на перфоленте вручную набиваются значения метеорологических величин, измеренных у поверхности земли, и градуировочные данные в телеграфном коде.

Для изучения устройства «ОКА-3» прежде всего познакомимся с его основными техническими характеристиками:

1. Структура устройства — последовательная.
2. Тактовая часть — $240 \times f_{\text{он}}$.
3. Дискретность преобразования азимута — 0,625 м. д. у., угла места — 0,625 м. д. у., дальности — 25 м, частоты — 1 Гц.
4. Время преобразования координат — 15 мс, частоты — 1 с.
5. Средняя квадратическая погрешность преобразования угловых координат — 0,8 м. д. у., дальности — 21 м, частоты — 0,5 Гц.
6. Время непрерывной работы устройства — не более 4 ч.
7. Питание устройства обеспечивается стабилизированным выпрямителем — 12,6 В и — 20 В.
8. Потребляемая мощность от сети переменного тока 220 В, 50 Гц — не более 300 Вт.
9. Устройство может сопрягаться с радиолокаторами «Метеор», «Метеорит», «Метеорит-2».
10. Устройство сохраняет работоспособность при температуре от +5 до +40°С и относительной влажности до 93% при температуре +30°С.
11. Вес устройства — 80 кг.

9.2. Состав и принцип работы устройства

Блок-схема устройства приведена на рис. 9.1.

Преобразователь координат предназначен для съема и преобразования сферических координат в двоичный 15-разрядный код. Преобразователь частоты преобразует частоту метеоинформации в двоичный 12-разрядный код.

Запоминающий регистр предназначен для одновременного хранения трех координат или частоты и сдвига при их выдаче строками на перфорацию.

Блок управления телетайпом преобразует параллельный код строки в последовательный и выдает его в телетайп. Блок конт-

рольного суммирования подсчитывает контрольную сумму координатно-телеметрических данных за 30 с.

Блок управления предназначен для управления преобразованием координат и частоты, считывания кодов в запоминающий регистр и перфорации данных в заданной последовательности через определенные интервалы времени. Он обеспечивает автоматическое нанесение границ и идентификаторов, а также протяжку перфоленты через каждые 30 мин зондирования.

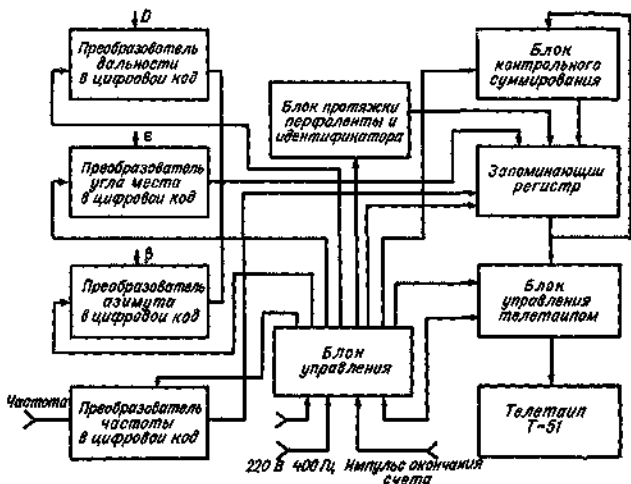


Рис 91 Блок-схема устройства «ОКА-3»

Телетайп Т-51 обеспечивает перфорацию кодов строк на перфоленте и их печать на контрольной ленте телетайпа.

Стабилизированный выпрямитель преобразует напряжение 220 В (50 или 400 Гц) в постоянные стабильные напряжения (—12,6 и —20 В) для питания всех блоков устройства.

Принцип работы устройства «ОКА-3» заключается в следующем. Синхронизирующие импульсы кварцовой частоты 200 Гц поступают на блок управления устройством из системы МТМ-50 «Метеорит» и задают программу устройства. Эти импульсы делятся до частоты 50 Гц, необходимой для обеспечения работы телетайпа со скоростью 50 бод, и далее делятся до частоты

0,2 Гц. Частота 0,2 Гц определяет период считывания и перфорации частоты метеозлементов.

Съем частоты с преобразователя частоты происходит в один из моментов времени, следующих через 5 с, при условии, что из «Метеорита» в устройство «ОКА-3» поступил импульс окончания съема информации. Если импульс окончания съема не поступил за период 5 с (что случается при замираниях частоты), то съем частоты не производится и перфорируется нулевое значение частоты.

Импульсы с частотой 0,2 Гц путем деления преобразуются в импульсы, следующие с периодом 30 с, по сигналам которых производятся преобразование и съем координат. Эти импульсы привязываются к одному из импульсов, следующих с частотой 400 Гц, равной частоте питания радиолокатора и определяющей режим преобразования и съема координат. Преобразование и съем координат производятся последовательно: азимута, угла места, дальности.

Закодированная полученная информация поступает в запоминающий регистр, рассчитанный на одновременное хранение трех координат.

При совпадении сигналов 5 и 30 с происходит смещение сигнала съема частоты во времени с тем, чтобы в запоминающий регистр не поступала одновременно информация частоты и координат. Запоминающий регистр устроен таким образом, что полученная информация циркулирует в нем до тех пор, пока не перейдет полностью на перфоленту.

Перфорация кодов производится строками по четыре разряда, причем после перфорации каждой строки происходит сдвиг кода в запоминающем регистре на четыре разряда влево, чтобы освободить место для новой строки. Съем строки из запоминающего регистра производится параллельно в регистр строки блока управления телетайпом, где строка преобразуется в последовательный код и перфорируется. По окончании перфорации запоминающий регистр стирается.

После перфорации первой частоты, следующей за координатами, перфорируются контрольная сумма, накопленная на регистре блока контрольного суммирования, и символы «Перевод каретки» (два раза) и «Перевод строки», которые предварительно заносятся в запоминающий регистр.

Таким образом, цикл занесения информации на перфоленту занимает 34 строки. Каждый цикл состоит из пяти частот, трех координат, шестой частоты контрольной суммы, двух «Переводов каретки» и «Перевода строки».

Для возможности передачи в Вычислительный центр всего сообщения частями через каждые 30 мин по сигналам счетчика времени происходит протяжка перфоленты, что позволяет отор-

вать часть сообщения и нанести граничные комбинации. Остановка перфорации происходит после нажатия кнопки «Стоп». При этом перестают формироваться импульсы 5 с и одновременно на перфоленту наносится граница (латинские буквы).

Генератор тактовых импульсов вырабатывает четыре последовательных тактовых импульса, с помощью которых обеспечивается последовательность работы схем устройства.

Управление устройством в рабочем и контрольном режимах осуществляется с панели управления.

Перед началом выпуска радиозонда на перфоленту вручную набиваются начальные данные и тарифовочные таблицы, которые вместе с координатно-телеметрической информацией, полученной от устройства, по каналам телеграфной связи передаются в Вычислительный центр для обработки на ЦВМ.

9.3. Ферриттранзисторный модуль и логические элементы

Основным элементом устройства, реализующим определенные логические функции, является ферриттранзисторный модуль (ФТМ). Принцип работы ФТМ ничем не отличается от работы обыкновенной ферриттранзисторной ячейки.

ФТМ (рис. 9.2а) состоит из феррита с прямоугольной петлей гистерезиса, германиевого триода и резистора. На феррите имеется семь обмоток. Две обмотки носят название функциональных (базовая и коллекторная) и пять — управляющих (логических), из них две обмотки считывания, две обмотки записи и обмотка гашения. Сердечник выполняет функцию элемента хранения информации, а транзистор усиливает сигнал, записанный на сердечнике, и разделяет цепи для исключения возникновения потока обратной информации.

Прямоугольная петля гистерезиса имеет два устойчивых состояния ($+Br$ и $-Br$), которые можно сопоставить с цифрами двоичной системы счисления (рис. 9.2б). Состоянию $+Br$ условно приписывается значение «1», состоянию $-Br$ — «0». Запись информации на сердечник производится подачей импульса намагничивающего поля и хранится до появления импульса противоположной полярности.

Полный цикл работы ферриттранзисторного элемента состоит из двух тактов. В статическом состоянии в сердечнике хранится ранее записанная информация. Транзистор закрыт и в его коллекторной цепи протекает только очень малый неуправляемый ток коллектора. В первом такте в обмотку записи подается импульс тока записи, который перемагничивает сердечник из состояния $-Br$ в состояние $+Br$. При этом наводимая в базовой

обмотке ЭДС направлена таким образом, что транзистор остается закрытым. Во втором такте импульс тока подается в обмотку считывания, под действием которого начинается перемагничивание сердечника из состояния $+Br$ в состояние $-Br$. При этом в базовой обмотке наводится ЭДС, вызывающая отпирание транзистора. Коллекторный ток транзистора, протекая через коллекторную обмотку положительной обратной связи, создает добавочное поле считывания, ускоряющее перемагничивание сердечника.

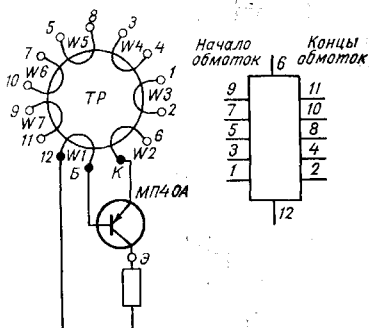


Рис. 9.2а. Ферриттранзисторный модуль.

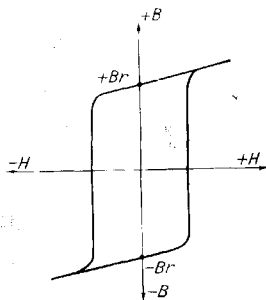


Рис. 9.2б. Прямоугольная петля гистерезиса.

Как только сердечник полностью перемагнитится, ЭДС базовой обмотки становится равной нулю и ток в базовой, а следовательно, и в коллекторной цепи прекращается. После окончания импульса считывания сердечник переходит в состояние $-Br$. В ФТМ запись информации «1» производится подачей импульса тока положительной полярности в начало обмотки записи, считывание — подачей импульса в конец обмотки считывания.

Логические элементы на ФТМ «Или», «И», «Запрет» образуют логические схемы, входящие в блоки устройства.

Логический элемент «Или» (рис. 9.3) выполняется на ФТМ и работает при следующих условиях:

а) сигналы «А» и «В» подаются на запись или в одном такте, или в разных тактах, при этом считывание должно происходить по такту, отличному от записи;

б) сигналы «А» или «В» подаются на считывание.

Схема «Или» может быть выполнена способом подачи логических сигналов в одну обмотку ФТМ (токовая собирательная схема) или способом подачи логических сигналов на разные обмотки (магнитная собирательная схема).

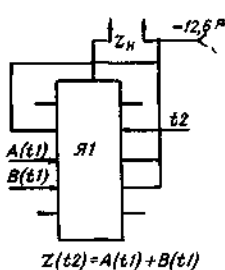


Рис. 9.3. Логический элемент «Или».

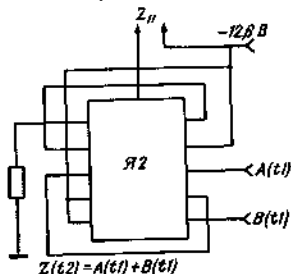


Рис. 9.4. Логический элемент «Или» с подмагничиванием.

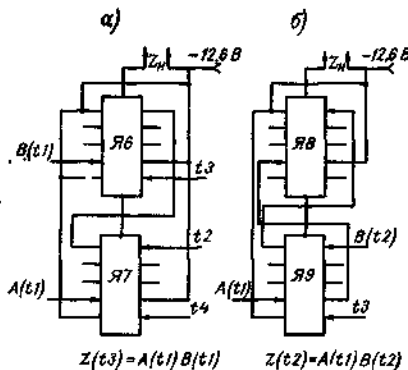


Рис. 9.5. Логический элемент «И»

Логический элемент «Или» может быть выполнен на ФТМ с постоянным подмагничиванием (рис. 9.4), который в представленных схемах будем называть формирователем фронта импульса. Формирователь выполняет функцию одновибратора и по сигналу на входе выдает на выходе типовой импульс.

Логический элемент «И» по записи выполняется на двух ФТМ, включенных последовательно по коллекторному питанию

(рис. 9.5 а). При таком включении ячеек ток в нагрузке схемы имеет место только при наличии «1» в обеих ячейках к моменту прихода импульса считывания. Схема работает в четыре такта. В первом такте производится запись сигналов в Я6 и Я7, во втором такте — считывание информации с обеих ячеек, в третьем и четвертом — поочередное гашение ячеек Я6 и Я7.

Логическая схема «И», приведенная на рис. 9.5 б, отличается тем, что первый логический сигнал приходит на запись в обе ячейки в первом такте, второй логический сигнал приходит на считывание обеих ячеек во втором такте и гашение схемы производится в третьем такте.

Логический элемент «Запрет» выполняется на двух ФТМ, соеди-

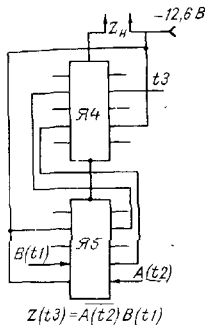


Рис. 9.6. Логический элемент «Запрет».

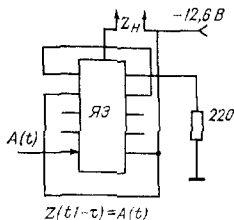


Рис. 9.7. Логический элемент «Задержка».

ненных последовательно по коллекторным цепям (рис. 9.6). Входные сигналы по разным тактам подаются в следующей временной последовательности: сигнал «В» на запись в обе ФТМ; сигнал «А» на запрет любого из ФТМ (гашение); сигнал считывания от постоянной тактовой частоты.

Формирователь задержки (рис. 9.7) обеспечивает задержку выходного импульса относительно входного на время, близкое к длительности входного импульса. Постоянное подмагничивание заменяет собой постоянное, поданное от такта считывание информации «1».

9.4. Функциональные узлы устройства

Генератор тактовых импульсов предназначен для создания четырех тактовых импульсов одинаковой частоты, сдвинутых относительно друг друга на $1/4$ периода напряжения. Он состоит из управляемого мультивибратора, симметричного триггера,

печивает выдачу одиночного импульса на выходе ячейки $Я4$. Применение регенеративной цепи ($Я2, Я3$) вызвано возможностью раскола импульса такта $T1$ в момент нажатия кнопки $Кн$.

Сдвигающий регистр (рис. 9.10) предназначен для приема, хранения и выдачи числовой информации. Под действием сдвигающих импульсов в регистре происходит сдвиг ранее записанного числа на любое количество разрядов. Запись и выдача информации в четырехтактном сдвигающем регистре производится при подаче управляющих тактов.

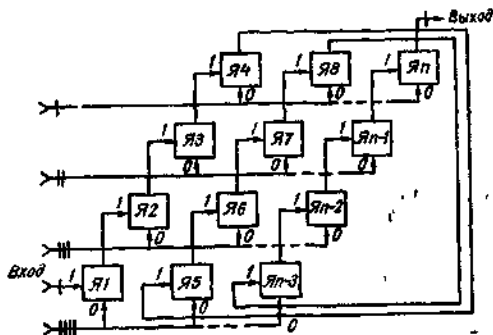


Рис 9.10 Сдвигающий регистр

Предположим, что в регистр записано некоторое число, при этом один ряд ячеек не занят числовой информацией. Тогда после прихода импульса такта $T1$ информация из ячеек $Я4, Я8$ и т. д. перепишется в ячейки $Я3, Я7$ и т. д. После прихода такта $T2$ информация из ячеек $Я3, Я7, Яп-1$ перепишется в освобожденные ячейки $Я4, Я8, Яп$. После прихода такта $T3$ информация из ячеек $Я2, Я6, Яп-2$ перепишется в освобожденные ячейки $Я3, Я7, Яп-1$ и аналогично после прихода $T4$ информация из нижнего ряда ячеек перепишется во второй ряд ячеек. В результате за каждый цикл из четырех тактов число в регистре передвигается на один разряд. Запись информации производится в ячейку $Я1$, а считывание — из ячейки $Яп$.

Триггер (рис. 9.11) является двоичным делителем и предназначен для построения схем счетчиков и делителей частоты. Он представляет собой замкнутый в кольцо двухразрядный счетчик. С помощью цепи начальной установки триггер устанавливается в одно из устойчивых состояний. При поступлении импульса на счетный вход триггера по такту $T1$ ячейки $Я1$ и $Я4$ считываются,

обеспечивая выдачу импульса на одном из выходов триггера. Выход «1» или «0» обеспечивается ячейками Я2 и Я5 по такту T_2 . При выходе «0» ячейка Я1 устанавливается в положение «1».

Динамический триггер (рис. 9.12) отличается от триггера ста-

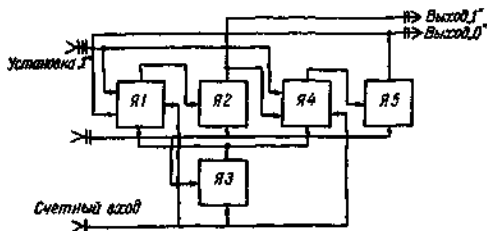


Рис 9.11 Триггер

тического тем, что в одном из устойчивых состояний (единичном) на выходах триггера имеется тактовая последовательность импульсов, а в другом состоянии (нулевом) импульсы отсутствуют.

Перевод в единичное состояние осуществляется импульсом записи в ячейку Я3, а перевод в нулевое состояние — импульсом

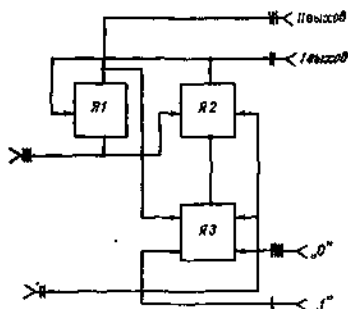


Рис 9.12 Динамический триггер

гашения в ту же ячейку. Записываемая единица циркулирует в ячейках Я1, Я2, Я3, соединенных по схеме «Запрет». В результате на первом выходе генерируется последовательность импульсов в такте T_2 , а на втором — в такте T_3 .

Счетчик (рис. 9.13) предназначен для подсчета и деления количества импульсов. Представленная схема счетчика построена на основе регистра сдвига. Подсчет импульсов осуществляется путем продвижения

предварительно записанной единицы в регистр. После прихода определенного количества импульсов на его выходе появляется импульс.

Этот счетчик отличается от регистра тем, что верхний ряд ячеек регистра образует с ячейкой Я6 схему «И», что необходимо

для обеспечения возможности стирания счетчика импульсом гашения

Предварительно в первую ячейку счетчика записывается «1» Импульсы, поступающие в такте T_2 , являются считаемыми Под

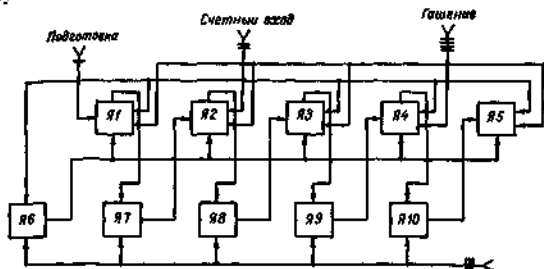


Рис 9 13 Счетчик

действием этих импульсов происходит продвижение «1» по регистру

Схема синхронизации (рис 9 14) предназначена для привязки во времени импульсов, поступающих извне, к одному из тактовых импульсов Случайные импульсы, поступившие на вход схемы формируются в стандартные по амплитуде и длитель-

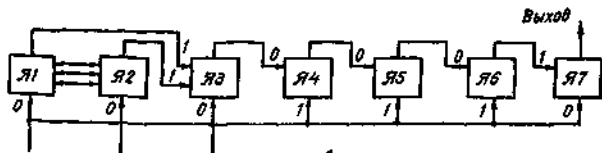


Рис 9 14 Схема синхронизации

пости Схема синхронизации состоит из двух ячеек, Я1 и Я2, в которые записывается случайный импульс, схемы «Или» на ячейке Я3, цепочки регенерации на ячейках Я4—Я6 и выходной ячейки Я7 После прихода случайного сигнала с ячейки Я1 или Я2 обязательно поступит импульс в ячейку Я3 Если входной импульс поступит в момент времени, совпадающий с одним из тактовых импульсов, и на ячейку Я3 поступит неполный импульс, то схема регенерации произведет восстановление нормального импульса На выходе ячейки Я7 после прихода случайного импульса появляется импульс в такте T_8

9.5. Функциональные блоки устройства

Преобразование частоты (рис. 9.15) состоит из двухтактного регистра сдвига на 16 двоичных разрядов, полусумматора, вентиля рециркуляции (ВР), вентиля выдачи кода (ВВ), динамического триггера вентилей рециркуляции (ТДВР) и схемы «Не».

Преобразование частоты в код производится путем суммирования кода, циркулирующего в регистре, с каждым принимае-

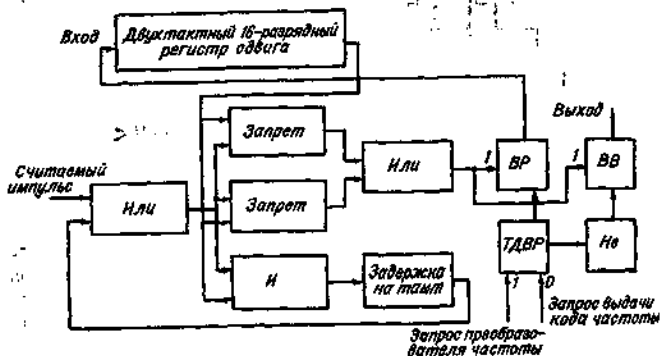


Рис. 9.15. Преобразователь частоты.

мым импульсом частоты. Преобразование частоты начинается с момента подачи импульса запроса преобразования частоты на единичный вход динамического триггера вентилей рециркуляции. Триггер начинает работать, поддерживая в открытом состоянии ВР, тем самым регистр замыкается в кольцо через схему полусумматора и ВР. Код частоты циркулирует в регистре младшими разрядами вперед. В регистре в начале находится код нуля, вентиль выдачи закрыт. Приходящий считываемый импульс складывается по модулю два с младшим разрядом кода частоты в схеме «Неравнозначности». В схеме «И» образуется сигнал переноса, который задерживается на один такт и складывается со вторым разрядом кода. Так осуществляется сложение кода с импульсом частоты.

По импульсу запроса съема частоты динамический триггер закрывается, открывая через схему «Не» вентиль выдачи и закрывая вентиль рециркуляции. Одновременно с выдачей кода из

регистра осуществляется его стирание. Цикл преобразования и съема частоты заканчивается.

Преобразователь координат работает по принципу преобразования угла поворота вала в фазу синусоидального напряжения и измерения интервала времени между полученным синусоидальным и опорным напряжениями с последующим подсчетом импульсов стабильной частоты, укладываемых в этом интервале.

Преобразователь координат построен по грубо-точной схеме и состоит из шести одинаковых каналов преобразования угла поворота в фазу, а затем в количество импульсов грубого и точного счетчиков кода координат и схемы управления. Функциональная схема одного канала преобразования угла поворота

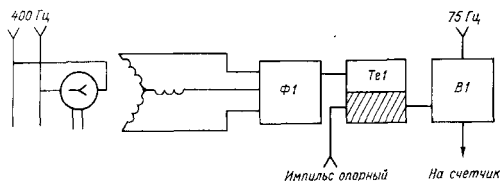


Рис. 9.16. Канал преобразователя.

в фазу и количество импульсов изображена на рис. 9.16. Схема преобразователя состоит из сельсина, жестко связанного с валом измеряемой координаты, схемы сложения и формирования $\Phi 1$, статического триггера $Tg1$ и вентиля $B1$.

Преобразование угла поворота в количество импульсов производится следующим образом. Схема сложения и формирования формирует из трех синусоидальных напряжений обмоток статора сельсина синусоидальное напряжение, фаза которого пропорциональна углу поворота ротора сельсина. Это синусоидальное напряжение ограничивается формирователем и дифференцируется, полученным импульсом статический триггер сбрасывается в нулевое состояние. Вентиль при этом закрывается и не пропускает на вход импульс стабильной частоты. Триггер переводится в единичное состояние только тогда, когда импульс, синхронно связанный с опорным напряжением, поступит из схемы управления. Вентиль открывается, пропуская на выход импульсы стабильной частоты, которые подсчитываются счетчиком. Через промежуток времени, пропорциональный углу поворота вала, триггер переходит в нулевое состояние. Следовательно, на выходе канала получается количество импульсов, пропорциональное углу поворота вала данной координаты. После

подсчета количества импульсов происходит считывание кода координат в запоминающий регистр.

Запоминающий регистр, функциональная схема которого представлена на рис. 9.17, предназначен для приема, хранения, сдвига и выдачи кода координат, частоты или контрольной суммы в блок управления телетайпом. Он состоит из сдвигающего четырехтактного регистра на 48 разрядов, четырех схем «И» и схемы «Запрет» для выдачи четырех разрядов строки информации и одного разряда для получения служебных комбинаций. Каждый цикл работы регистра состоит из записи кода,

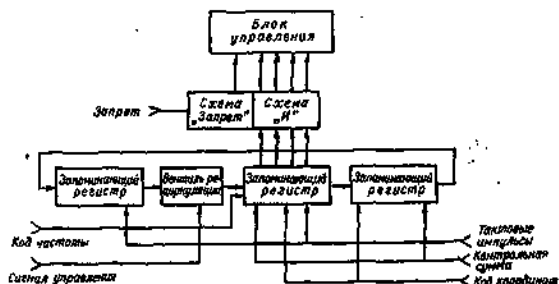


Рис. 9.17. Запоминающий регистр.

его последовательных сдвигов по регистру, выдачи кода параллельными строками по четыре разряда и стирания кода в регистре.

Код частоты записывается последовательно в первую ячейку регистра. Под действием 12 тактовых импульсов устанавливается код частоты в первых 12 разрядах регистра.

Код координат записывается параллельно всеми разрядами в первые 16 ячеек регистра. После записи очередной координаты производится сдвиг информации по этой координате вправо на 16 разрядов, чтобы освободить место для записи следующей координаты. После трех циклов записи и сдвига координаты дальности, угла места и азимута будут полностью размещены в регистре.

Затем начинается выдача на перфорацию кода частоты и координат методом циклического сдвига на 44 разряда вправо (фактически код оказывается сдвинутым влево на четыре разряда). При каждом первом такте сдвига первые четыре разряда выдаются параллельно через вентили на регистр строки блока

перфорации. При перфорации контрольной суммы осуществляется четыре сдвига.

В результате на перфоленте частота размещается на трех строках, координаты на 12 строках, контрольная сумма со служебными комбинациями на четырех строках. После перфорации кода происходит стирание регистра.

Блок управления телетайпом (рис. 9.18) позволяет электронным способом без какой-либо переделки телетайпа преобразовывать параллельный код строки в последовательный код с пара-

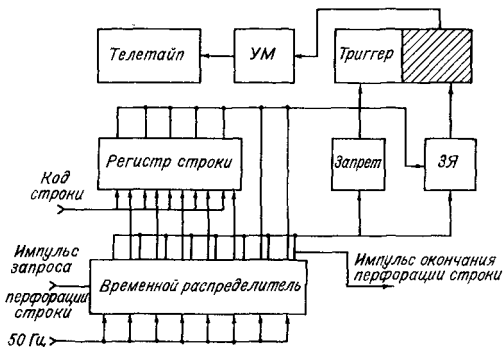


Рис 9.18. Блок управления телетайпом.

метрами, соответствующими требованиям нормальной работы телетайпа.

Схема блока состоит из регистра строки, на который из запоминающего регистра подается параллельный код строки; временного распределителя на сдвигающем регистре, предназначенного для преобразования параллельного кода строки в последовательный код; схемы преобразования последовательного кода в сигналы управления триггером; статического триггера; усилителя мощности импульсов триггера и телетайпа.

На регистр строки поступает параллельный пятиразрядный код с запоминающего регистра. Одновременно на сдвигающий регистр из блока управления подается импульс запроса перфорации (ИЗП) и записывается в первый разряд регистра. Этот импульс, передвигаясь по регистру с частотой, равной тактовой частоте работы телетайпа 50 Гц, последовательно считывает код с регистра строки. Импульсы кода с регистра строки с помощью схемы, состоящей из запоминающей ячейки (ЗЯ) и

схемы «Запрет», преобразуются в прямой и инверсный коды, которые по двум каналам в свою очередь поступают на нулевой и единичный входы триггера. Из импульсных последовательностей прямого и инверсного кодов триггер формирует потенциальный последовательный код, который после усиления по мощности поступает на телетайп.

Импульс запроса перфорации, появляясь на выходе сдвигающего регистра, поступает в блок управления устройством, сиг-

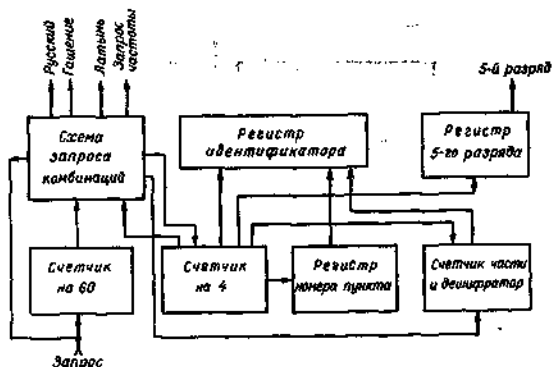


Рис. 9.19. Функциональная схема блока автоматической протяжки перфоленки и перфорации идентификатора части.

нализируя об окончании перфорации строки и готовности к перфорации новой строки.

Для контроля работы блока предусмотрен такой режим его работы, при котором любой код строки набирается с помощью пяти тумблеров, расположенных на пульте управления, а сдвигающий регистр с помощью тумблера «Контроль—работа» замыкается в кольцо. Нажатием кнопки «Пуск» записывается «1» в кольцо, при циркуляции которой по сдвигающему регистру перфорируется все время код строки, набранный на тумблерах.

Блок автоматической протяжки перфоленки и перфорации идентификатора части предназначен для обеспечения протяжки перфоленки на 24 строки с нанесением граничных комбинаций и перфорации идентификатора части через каждые 30 мин полета радиозонда. Функциональная схема блока приведена на рис. 9.19. Блок состоит из счетчика на 60, схемы, выдающей 20 импульсов запроса комбинации «Русский» и 2 импульса запроса комбинации «Латинь», и блока идентификатора части, состоя-

щего из регистра на 16 двоичных разрядов, счетчика на 4 разряда для подсчета циклов перфорации идентификатора, регистра номера пункта на 5 разрядов, счетчика номера части с дешифратором и схемы образования 5-го разряда.

Импульсы координатных запросов, следующие с периодом 30 с, подсчитываются счетчиком на 60. На выходе счетчика появляется импульс через каждые 30 мин полета радиозонда. Эти импульсы запускают работу схемы автоматической протяжки перфоленты и перфорации идентификатора части.

По импульсу с выхода счетчика на 60 на первом выходе схемы запроса комбинаций вырабатывается импульс, которым обеспечивается перфорация комбинации «Латынь». Со второго выхода импульсы обеспечивают перфорацию комбинации «Русский» и одновременно подаются на два последних каскада счетчика на 60. После перфорации 20 строк на выходе счетчика появляется импульс, обеспечивающий перфорацию комбинации «Латынь», и запускает схему перфорации идентификатора части.

Идентификатор части состоит из следующей комбинации символов:

$$\text{ОКА} \uparrow \text{JJ} 0 \text{ — } \text{KK} < \equiv \downarrow \downarrow \downarrow,$$

где ОКА — признак аэрологической информации, J — номер части, K — номер пункта.

Перфорация идентификатора части осуществляется за четыре цикла, причем в каждом цикле перфорируются четыре символа. Такая последовательность перфорации обеспечивается с помощью счетчика на 4, по сигналу которого снимаются телеграфные коды номера части, номера пункта и служебных комбинаций, которые заносятся в регистр, откуда они считываются в запоминающий регистр. При этом в регистр заносятся только четыре младших разряда каждого символа, а пятые разряды символов заносятся в регистр 5-го разряда, откуда они отдельно поступают в блок перфорации.

На время идентификатора запрещается образование импульсов запроса частоты, что достигается с помощью динамического триггера, импульсы с выхода которого поступают на вход гашения схемы «Запрет».

Блок контрольного суммирования состоит из регистра четырех триггеров, на которых производится суммирование по модулю 2 из четырех разрядов строки; вентилях, через которые передается строка контрольной суммы; ячеек, с помощью которых производится запись в запоминающий регистр кодов «Перевод строки» и «Перевод каретки».

Каждый передаваемый код строки на перфорацию параллельно поступает на триггерный регистр, где суммируется по модулю 2 с накопленными значениями. По сигналу блока управ-

ления накопления контрольная сумма, символы «Перевод каретки» и «Перевод строки» передаются в запоминающий регистр, откуда их выдача и перфорация происходит аналогично выдаче и перфорации частот и координат. После съема контрольной суммы триггерный регистр сбрасывается на нуль для дальнейшего накопления контрольной суммы за следующий цикл.

Устройство управления предназначено для выработки тактовых импульсов управления всем устройством, выработки импульсов управления преобразователями координат и частоты, запоминающим регистром, блоком контрольного суммирования и

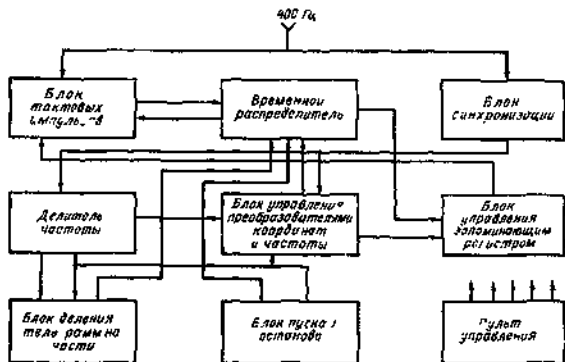


Рис 9.20 Блок-схема устройства управления

блоком управления телестайпом, для осуществления заданной программы работы всего устройства во времени и обеспечения режимов контроля основных блоков устройства.

Блок-схема устройства управления приведена на рис. 9.20. В состав устройства входят: блок тактовых импульсов, временной распределитель, блок синхронизации, делитель кварцовой частоты, блок управления преобразователями координат и частоты, блок управления запоминающим регистром, блок деления телеграммы на части, блок пуска и останова, пульт управления.

В блоке тактовых импульсов вырабатываются четыре тактовые последовательности (T_1, T_2, T_3, T_4), следующие с основной тактовой частотой $120 \times f_{\text{оп}}$ ($f_{\text{оп}}$ — частота питания радиолокатора 400 Гц) и сдвинутые относительно друг друга на четверть периода этой частоты. В блоке предусмотрена фазовая автоподстройка частоты с целью поддержания строгой синхронности

частоты тактовых импульсов с частотой 400 Гц. В результате при изменении частоты 400 Гц изменяется напряжение на выходе фазового детектора, которое управляет частотой тактовых импульсов так, что она получается строго кратной частоте 400 Гц. Это обеспечивает устранение ошибок преобразования координат, возникающих от непостоянства отношений тактовой (96 кГц) и опорной (400 Гц) частот.

Временной распределитель служит для задания разрядов кода частоты и необходимого количества сдвигов кода в запоминающем регистре. Распределитель построен на основе счетчика, описанного выше, и запускается из блока пуска и останова при нажатии кнопки «Подготовка».

Блок синхронизации необходим для привязки к тактовым импульсам входных импульсов от радиолокатора «Частота», «Окончание счета», «200 Гц» и «400 Гц». Схема синхронизации была описана выше. Импульсы частоты 50 Гц получаются в результате деления на четыре частоты 200 Гц.

Делитель кварцевой частоты на 250 предназначен для получения из кварцеванной частоты 200 Гц двух последовательностей импульсов, следующих с периодом 5 с и сдвинутых на полпериода относительно друг друга.

Блок управления преобразователями координат и частоты вырабатывает управляющие импульсы запроса преобразования съема и перфорации координат через каждые 30 с после начала работы, импульсы запроса преобразования и съема частоты через 5 с и импульсы запроса съема и перфорации контрольной суммы.

Блок управления запоминающим регистром вырабатывает тактовые импульсы управления запоминающим регистром, обеспечивает подсчет числа перфорируемых строк и вырабатывает управляющие сигналы запроса перфорации и окончания перфорации кода.

Блок пуска и останова вырабатывает сигналы «Подготовка», «Пуск» и «Стоп». По сигналу «Подготовка» начинают работать временной распределитель и генератор тактовых импульсов. По сигналу «Пуск» начинают работать счетчики блока управления преобразователями координат и частоты и блока деления телеграмм на части, тем самым начинаются отсчет времени в устройстве и выработка управляющих импульсов. По сигналу «Стоп» счетчики гасятся и прекращается выработка управляющих импульсов. Поскольку в начале и конце телеграммы необходимо перфорировать граничную комбинацию «Латынь», при нажатии кнопки «Стоп» всегда происходит перфорация этой комбинации. Индикация сигналов «Подготовка», «Пуск» и «Стоп» осуществляется с помощью лампочек на панели управления.

Блок звукового контроля предназначен для обеспечения поиска неисправностей в устройстве путем звуковой индикации наличия импульсов. Он может контролировать как периодические импульсы, так и одиночные. Подключение блока к исследуемому модулю производится с помощью гибкого кабеля со щупом.

Контрольные вопросы

1. Какую функцию выполняет устройство «ОКА-3» и каковы его технические характеристики?
2. Объясните принцип работы устройства «ОКА-3».
3. Что представляет собой ферритовый модуль?
4. Перечислите основные логические элементы, входящие в устройство «ОКА-3», и объясните принцип их работы.
5. Чем отличается динамический триггер от статического?
6. По какому принципу работает преобразователь координат?
7. Что представляет собой схема блока управления телетайпом?
8. Объясните работу блока контрольного суммирования и устройства управления для выработки тактовых импульсов.
9. Для какой цели предназначен блок звукового контроля?

ГЛАВА 10

Эксплуатация станции «Метеорит-2»

Под эксплуатацией станции «Метеорит-2» следует понимать комплекс организационно-технических мероприятий, выполняемых обслуживающим персоналом станции и направленных на применение станции по назначению, поддержание станции в исправном состоянии, восстановление неисправностей, хранение станции и ведение технической документации.

Техническое состояние станции зависит от правильной эксплуатации, своевременного осмотра, чистки, смазывания станции и устранения обнаруженных неисправностей.

Для обеспечения постоянной готовности станции к работе требуется систематический и тщательный уход. Необходимо регулярно проверять работу станции и проводить подстройку и регулировку отдельных ее узлов, блоков и систем, содержать все блоки в чистоте. Все неисправности, замеченные в процессе работы или при осмотрах станции, немедленно устранять и регистрировать в специальном формуляре. В зимнее время при работе станции внутри помещения поддерживается температура не ниже $+10^{\circ}\text{C}$.

При проведении профилактических мероприятий и ремонте категорически запрещается: изменять схемы, монтаж и рас-

кладку проводов, заменять вышедшие из строя детали другими, данные которых не соответствуют спецификации; оставлять не устраненными или не выясненными какие-либо неисправности в станции; делать временно соединения в цепях; пользоваться нештатным инструментом; чистить кольца токосъемника и щетки сельсинов бензином или керосином; пользоваться бензином для чистки кабелей и деталей из резины, а также минеральным маслом или другими растворителями резины.

Периодически, через 80—100 ч работы регистратора МТМ-62, следует производить чистку счетчиков от краски, а места под подающей бумагу кассетой — от бумажной пыли и краски.

10.1. Техника безопасности при работе со станцией «Метеорит-2»

При работе с радиолокационной станцией необходимо соблюдать следующие правила по технике безопасности.

К работе со станцией допускаются лица, изучившие станцию и прошедшие специальный инструктаж.

При работе на крыше у антенной колонки необходимо выключать тумблер «Блокировка» на постаменте колонки.

Запрещается находиться вблизи рефлектора со стороны антенной головки при включенном высоком напряжении.

При ремонте или настройке аппаратуры запрещается работать одному человеку.

Устанавливать предохранители в блоки станции можно только тогда, когда станция выключена. Величина предохранителей должна строго соответствовать номиналу. Смена предохранителей в шкафу МТМ-81 должна производиться специальными щипцами.

При осмотре и отыскании неисправностей в блоках, находящихся под напряжением, необходимо соблюдать осторожность, учитывая, что в блоках есть напряжения, опасные для жизни.

Подсоединяться к контактам блока и измерительным гнездам следует специальными щупами. Во время подсоединения нельзя касаться корпуса блока и других металлических частей станции. Работать внутри блока станции разрешается только одной рукой.

Категорически запрещается искусственно замыкать блокировочные контакты на шкафу МТМ-10 и в блоках МТМ-11 и МТМ-12.

Осмотр блоков МТМ-44 и МТМ-51, находящихся под напряжением, следует производить особенно осторожно, так как в них имеются цепи под напряжением 2000 В.

Агрегат питания и антенная колонка должны иметь защитное заземление. Запуск агрегата питания должен производиться только после подключения заземления.

Если при прикосновении к металлическим частям блоков станции или к корпусу агрегата питания обнаружено напряжение, воздействующее на человека, необходимо выключить питание 220 В, 400 Гц главным выключателем на шкафу МТМ-31 и отключить агрегат питания, после чего произвести проверку заземлений и состояния изоляции сети питания.

Подключение штепсельных разъемов (букс) кабеля питания к агрегату питания производить только при выключенном агрегате питания.

Категорически запрещается курить в помещении, где установлена станция.

В случае возникновения пожара необходимо выключить, если это возможно, главный выключатель «220 В, 400 Гц» на щите МТМ-81 и немедленно начать тушить пожар.

10.2. Включение и выключение станции

Лица, допущенные к включению станции, должны хорошо знать размещение органов включения, регулировок и управления всех узлов и блоков станции.

Положение органов включения и управления перед включением станции должно быть следующим:

1. На шкафу управления питанием МТМ-81 главный выключатель и выключатель «Сельсины» должны находиться в положении «Выключено», тумблер «Контроль вентиляции» — в положении «Работа—азимут», пакетные выключатели неуправляемых обмоток приводных двигателей антенной колонки — в положении «Включено».

2. На панели управления питанием МТМ-04 (см. рис. 8.1) выключатель «Питание главного пульта», выключатель ГОН должны находиться в положении «Выключено», тумблер «Угловой отражатель—радиозонд» — в положении «Угловой отражатель», все остальные тумблеры — в положении «Включено».

3. На передней панели блока МТМ-11 ручка «Ток генератора» должна быть в крайнем левом положении, в случае необходимости ее нужно повернуть против часовой стрелки до упора.

4. На передней панели блока МТМ-31 тумблер «Работа—контроль» должен находиться в положении «Работа».

5. На передней панели блока МТМ-32 ручку «Усиление» поставить в крайнее правое положение, тумблер «АРУ—РРУ» должен находиться в положении «РРУ», тумблер «АПЧ—

РПЧ» — в положении «РПЧ», тумблер «АПЧ — ток детектора КД» — в положении «АПЧ». На шасси блока МТМ-32 тумблер «Работа КУА — контроль КУА» — в положении «Работа КУА».

6. На передней панели блока МТМ-33 тумблер «Работа — контроль счета» — в положении «Контроль счета».

7. На передней панели блока МТМ-44 тумблер «Работа — контроль» — в положении «Работа».

8. На передней панели блока МТМ-51 переключатель «Работа — калибровка — контроль» — в положении «Работа».

9. На передней панели МТМ-52 переключатель «Сдвиг полустробов» — в положении «1», переключатель «Контроль балансов — работа» — в положении «Работа».

10. На передней панели блока МТМ-53 тумблер «УО РКЗ — МР» — в положении «УО РКЗ», тумблер «Ручное — автомат» — в положении «Ручное», шкалы дальности — на нуле.

11. На передней панели блока МТМ-61 переключатели «Контроль баланса — работа» — в положении «Работа».

12. На блоке МТМ-62 откидной столик — в рабочем положении, тумблер «Абсолютный счет — относительный счет» — в положении «Абсолютный счет», все остальные тумблеры — в положении «Выключено», счетчик времени — в положении «000».

13. На передней панели блока МТМ-71 тумблер «Узкая — широкая» — в положении «Широкая».

14. На передней панели блока МТМ-72 переключатели «Контроль баланса — работа» — в положении «Работа».

15. На передней панели блока МТМ-34 тумблер «Генератор накачки» — в положении «Выключено».

Включение станции в режиме «Угловой отражатель» производится в следующей последовательности:

1. Поставить главный выключатель шкафа МТМ-81 в положение «Включено», при этом должна загореться лампочка под света шкалы вольтметра.

2. Нажимая кнопки «Фазы 1—3» и «Фазы 2—1», убедиться в наличии напряжения 220 В на всех фазах.

3. Переключатель «Включение передатчика — отключение передатчика» стойки МТМ-10 поставить в положение «Включение передатчика», при этом должны загореться сигнальные лампочки «Сеть» на блоках МТМ-11 и МТМ-12 и заработать вентиляторы передатчика.

4. Поставить выключатель «Питание главного пульта» на панели МТМ-04 (см. рис. 8.1) в положение «Включено». При этом должны заработать вентиляторы главного пульта и загореться:

— сигнальные лампочки «220 В, 400 Гц включено»;

— сигнальная лампочка «Отсутствует — 150 В» на панели МТМ-04;

— лампочки подсветки шкал и сигнальные лампочки на блоках главного пульта (за исключением сигнальных лампочек в блоках МТМ-84, МТМ-85, МТМ-41, МТМ-42, МТМ-43, МТМ-71);

— лампочка подсвета шкалы прибора блока МТМ-31.

Затем гаснет лампочка «Не срабатывает блокировка» на блоке МТМ-11 и по истечении времени, необходимого для разогрева лампы выпрямителя — 150 В, гаснет лампочка «Отсутствует — 150 В» на панели МТМ-04, после чего загораются сигнальные лампочки блоков питания МТМ-84 и МТМ-85. При этом появляются развертка на электронном индикаторе блока МТМ-51 и светящаяся точка на индикаторе блока МТМ-44.

По истечении 5—7 мин после включения загорается сигнальная лампочка «Готовность» на блоке МТМ-11, после чего можно включить высокое напряжение передатчика.

5. Переключатель «Сельсины» на передней стенке шкафа МТМ-81 поставить в положение «Включено», при этом стрелки шкальных механизмов блока МТМ-63 должны отработать положение антенны. Если стрелки начнут вращаться, то переключатель «Сельсины» следует выключить и после остановки стрелок вновь включить.

6. Поставить тумблеры «Возбуждение двигателей» азимута, угла места и дальности блока МТМ-62 в верхнее положение, при этом индексы шкал азимута и угла места того же блока отрабатывают положение антенны, индекс шкалы дальности отрабатывает значение дальности, соответствующее показанию шкалы дальности блока МТМ-53.

7. Включить двигатели угла места и азимута, нажав соответствующие кнопки «Пуск» на панели управления питанием МТМ-04. Нажать кнопку «Ручное» в блоке МТМ-71, при этом загорится лампочка «Ручное». В зимних условиях необходимо повернуть антенну штурвалом ручного управления по азимуту на 5—7 оборотов.

8. Включить ГОН, для этого поставить выключатель «ГОН» на панели МТМ-04 в положение «Включено».

9. Поставить переключатель «Питание ЭПУ» на стойке МТМ-03 в положение «Включено», при этом должны начать работать вентилятор в стойке МТМ-03 и вентилятор обдува ЭПУ.

10. Включить питание генератора накачки ЭПУ, нажав кнопку «Включено» на блоке МТМ-87, расположенном в стойке МТМ-03, при этом должна загореться лампочка «Сеть».

11. Включить питание ЭПУ, нажав кнопку «Включено» на блоке МТМ-88. При этом загораются лампочки «Сеть» и лампочки подсветки приборов на блоках МТМ-88 и МТМ-89. Через несколько секунд стрелка прибора «Ток соленоида» отклонится

вправо, через 2—5 мин после включения питания стрелки приборов «Ток коллектора», «Ток катода» на передней панели блока МТМ-88 должны отклониться вправо и должны загореться лампочки «Напряжение резонатора включено» на блоке МТМ-87 и «Напряжение отражателя включено» на блоке МТМ-34.

12. Поставить переключатель «Генератор накачки включен — выключен» на блоке МТМ-34 в положение «Включен». При этом стрелка прибора «Мощность накачки» должна отклониться вправо.

13. Нажать кнопку «Высокое напряжение включено» на блоке МТМ-11, при этом должны загореться сигнальная лампочка «Высокое напряжение включено», лампочки подсветки приборов «Ток генератора» и «Высокое напряжение» блока МТМ-11 и лампочка «Высокое напряжение включено» блока МТМ-04.

14. Плавно поворачивая по ходу часовой стрелки ручку «Ток генератора» на передней панели блока МТМ-11, установить значение тока генератора по прибору «Ток генератора» в пределах 15 ± 1 мА, при этом показание прибора «Высокое напряжение» должно быть в пределах $4,2 \pm 0,3$ кВ.

Включение станции в режиме «Радиозонд» производится следующим образом:

Проделать операции, указанные в пп. 1—13.

14. Ручкой «Ток генератора» на блоке МТМ-11 установить значение тока генератора по прибору «Ток генератора» в пределах 12 ± 1 мА.

15. Штурвалом дальности установить шкалы дальности блока МТМ-53 на нуль.

16. Поставить тумблер «Угловой отражатель — радиозонд» на панели управления питанием МТМ-04 в положение «Радиозонд», при этом должны загореться сигнальные лампочки блоков МТМ-41, МТМ-42 и МТМ-43, лампочка «Анод» блока МТМ-12 и лампочка «Система счета +250 В, +150 В» на блоке МТМ-84. Прибор «Ток генератора» блока МТМ-11 должен показывать «0» мА. Показание прибора «Высокое напряжение» возрастает до 5 ± 1 кВ, показание прибора «Ток анода» блока МТМ-12 должно быть в пределах $0,8 \pm 0,2$ мА и периодически сбрасываться в соответствии с установленным темпом счета 2,5 или 5 с, показание прибора «Ток сетки» блока МТМ-12 должно быть в пределах $0,6 \pm 0,2$ мА.

17. Установить переключатель «Сдвиг полустробов» на передней панели блока МТМ-52 в положение «3».

В зимнее время, при температуре внутри помещения ниже $+10^\circ\text{C}$ перед включением станции необходимо произвести предварительный прогрев аппаратуры.

Выключение станции производится в следующей последовательности:

1. Снизить высокое напряжение передатчика, вращая ручку «Ток генератора» блока МТМ-11 против хода часовой стрелки до упора.

2. Снять высокое напряжение, нажав кнопку «Высокое напряжение выключено» блока МТМ-11.

3. Выключить ГОН на панели МТМ-04.

4. Выключить двигатели азимута и угла места, нажав соответствующие кнопки «Стоп» на панели МТМ-04.

5. Поставить тумблеры «Возбуждение двигателей», «Анод» и «Двигатели» блока МТМ-62 в положение «Выключено».

6. Выключить питание ЭПУ, нажав кнопку «Отключено» блока МТМ-88.

7. Выключить питание генератора накачки ЭПУ, нажав кнопку «Отключено» блока МТМ-87.

8. Поставить переключатель «Питание ЭПУ» на стойке МТМ-03 в положение «Выключено».

9. Выключить питание главного пульта, для этого выключатель «Питание главного пульта» на панели МТМ-04 поставить в положение «Выключено».

10. Поставить переключатель, расположенный на правой боковой стенке стойки МТМ-10, в положение «Отключение передатчика».

11. Поставить в положение «Выключено» главный выключатель шкафа МТМ-81.

В аварийных случаях допускается выключение станции главным выключателем без выполнения операций, указанных в пп. 1—10.

10.3. Контрольно-измерительная аппаратура

Настройка, регулировка и ремонт станции производится с помощью контрольно-измерительной аппаратуры, входящей в комплект станции.

В комплект контрольно-измерительной аппаратуры входят следующие приборы: ампервольтметр типа АВО-5М1, мегомметр типа М1101М, импульсный синхроскоп типа С1-5 (СИ-1), вольтметр типа ВК7-9, контрольный резонатор МТ-92.

Все перечисленные приборы, кроме контрольного резонатора, серийного производства и достаточно описаны в литературе.

Контрольный резонатор МТ-92 предназначен для контроля работы высокочастотного тракта станции, настройки приемной системы, контроля частоты магнетронного передатчика, контроля частоты гетеродина приемника.

Контрольный резонатор имеет следующие основные характеристики:

- рабочий диапазон частот 1770—1845 мГц;
- абсолютная погрешность измерения частоты не превышает $\pm 1,5$ мГц;
- добротность 12 000 (что соответствует ширине полосы пропускания не более 150 кГц);
- чувствительность 1 мкА/мкВт;

Настройка контрольного резонатора на определенную частоту производится путем изменения его объема при перемещении поршня вдоль оси цилиндра.

При измерении частоты магнетронного передатчика часть мощности, излучаемой передатчиком, поступает на вход резонатора через кабель, подключаемый к коаксиальному ответвителю, который встроен в антенно-фидерную систему и связан с ней при помощи петли связи. При измерении частоты гетеродина приемника и частоты маломощного передатчика контрольный резонатор через

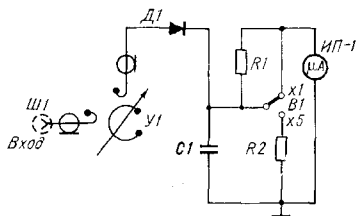


Рис. 101. Принципиальная схема контрольного резонатора МТ-92.

кабель подключается к их выходам. Входная фишка контрольного резонатора через петлю связи связана с внутренней полостью резонатора (рис. 10.1).

Поступающая на вход объемного резонатора высокочастотная энергия возбуждает резонансный объем. Часть энергии через петлю связи, расположенную под углом 90° к входной петле, поступает на кристаллический детектор Д1, выпрямляется детектором и подается на микроамперметр. При квадратичной характеристике детектора показание микроамперметра пропорционально величине мощности, поступающей на вход контрольного резонатора. Поэтому по показанию микроамперметра можно производить сравнительную оценку мощности излучения станции. Отбор мощности на кристаллический детектор Д1 возможен только при равенстве частоты входного сигнала и собственной частоты контрольного резонатора.

Перемещение поршня настройки контрольного резонатора осуществляется микрометрическим винтом. Грубый отсчет перемещения поршня производится по шкале, находящейся на корпусе механизма перестройки резонатора, точный отсчет — по лимбу, на котором нанесено 100 делений точной шкалы. Один оборот лимба соответствует одному делению грубой

шкалы. Резонансная частота контрольного резонатора при данном положении поршня определяется по графику контрольного резонатора. На графике в прямоугольной системе координат (рис. 10.2) дана зависимость резонансной частоты контрольного резонатора от показания шкал резонатора. На графике указаны только последние цифры значения отсчитываемой частоты, например при отсчете 780 следует читать 1780 мГц.

В контрольном резонаторе предусмотрено изменение чувст-

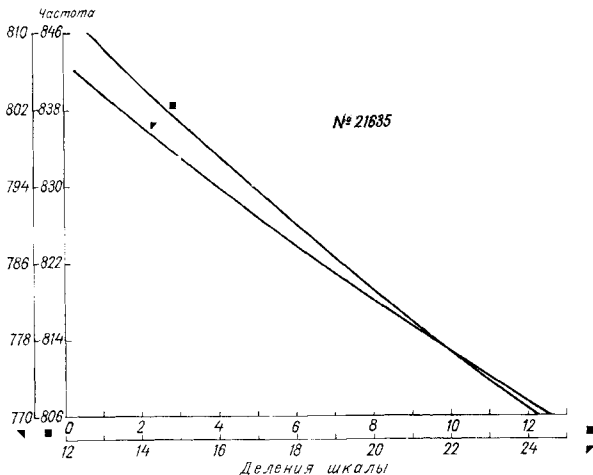


Рис. 10.2. График перевода частоты в деления шкалы контрольного резонатора.

вительности индикатора 1:5. При малом сигнале, поступающем на индикатор, микроамперметр непосредственно связан с кристаллическим детектором. При сигнале, создающем выпрямленный ток более 50 мкА, микроамперметр с помощью переключателя *В1* подключается к делителю *R1*, *R2*, уменьшающему чувствительность прибора в 5 раз. Конденсатор *С1* шунтирует микроамперметр по переменной составляющей измеряемого напряжения.

Энергия высокочастотных сигналов передатчика и гетеродина приемника неравнозначна по величине, поэтому петля связи контрольного резонатора имеет два положения — «Передатчик» и «Гетеродин». При контроле частоты магнетрона пере-

датчика большой мощности петлю связи ставят в положение «Передатчик», а при контроле частоты гетеродина или передатчика малой мощности — в положение «Гетеродин».

10.4. Проверка работоспособности и настройка систем и блоков станции

Проверка и регулировка станции производятся после включения станции и прогрева ее в течение 15—20 мин, когда все системы станции войдут в нормальный тепловой режим. Проверка работоспособности производится перед работой на станции, настройка систем и блоков — периодически, а также после замены деталей и узлов.

Передающая система. Для проверки работоспособности передающей системы станцию необходимо включить для работы в режиме «Радиозонд», после чего:

1. Проверить частоту настройки передатчиков, для этого отсоединить кабель 55М от разъема ШЗ блока МТМ-51, установить шкалы дальности блока МТМ-53 на нуль, подключить к высокочастотному разъему «Контроль ВЧ» блока МТМ-12 кабелем контрольный резонатор МТ-92, при этом тумблер «Х1—Х5» блока МТ-92 поставить в положение «Х1», а петлю связи под крышкой того же блока — в положение «Гетеродин». Вращая лимб контрольного резонатора, настроить контур гетеродина в резонанс с частотой маломощного передатчика; добиваясь максимального отклонения стрелки прибора контрольного резонатора (4—5 мкА), определить по графику контрольного резонатора частоту передатчика. Если частота проверяемого передатчика отличается от номинального значения, нужно установить лимб контрольного резонатора в положение, соответствующее выбранной частоте, и, вращая ручку «Частота анодного контура» блока МТМ-12, добиться максимального отклонения стрелки прибора контрольного резонатора.

Затем следует установить шкалы дальности блока МТМ-53 в положение 2,5—3 км, подсоединить кабелем контрольный резонатор МТ-92 к высокочастотному разъему, расположенному на фидере АФС, тумблер «Х1—Х5» поставить в положение «Х5», а петлю связи — в положение «Передатчик». Вращая ручку «Частота», расположенную на правой стенке шкафа МТМ-10, добиться максимального отклонения стрелки прибора контрольного резонатора. При этом оба передатчика будут настроены на одну и ту же частоту.

2. Подсоединить кабель 55М к разъему ШЗ блока МТМ-51. По показаниям приборов «Ток генератора» на блоке МТМ-11 (при установке шкал дальности на 2—3 км) или по показаниям

приборов «Ток анода» и «Ток сетки» на блоке МТМ-12 (при установке шкал дальности на нуль) проконтролировать записание передатчиков на период времени счета. Показания указанных приборов на время счета уменьшаются до нуля.

3. По контрольному резонатору и показаниям приборов «Ток генератора» и «Высокое напряжение» МТМ-11 убедиться в нормальной работе передатчика в режиме «Угловой отражатель». Если при напряжении 3,9—4,5 кВ ток магнетрона не соответствует 14—16 мА, то его необходимо отрегулировать изменением напряженности магнитного поля, вращая ручку «Напряженность поля» на правой стенке шкафа МТМ-10. После этого необходимо отключить кабель 55М от разъема ШЗ блока МТМ-51.

4. Установить шкалы дальности блока МТМ-53 на нуль, при этом должна загореться лампочка «Анод» блока МТМ-12. При настроенном генераторе передатчика МТМ-12 показания приборов «Ток анода» (в пределах 0,8—0,2 мА) и «Ток сетки» (в пределах 0,6—0,2 мА) должны оставаться устойчивыми. В случае неустойчивого возбуждения генератора необходимо произвести регулировку смещения генератора или подстройку катодного контура ручкой «Частота катодного контура». Подсоединить кабель 55М к разъему ШЗ блока МТМ-51.

Антенно-фидерная система проверяется на исправной станции не реже одного раза в полгода. Проверка АФС должна производиться в следующем порядке:

1. Произвести внешний осмотр узлов АФС.

2. Проверить отсутствие пробоев в фидерном тракте, для чего включить станцию для работы в режиме «Угловой отражатель», установить ток магнетрона блока МТМ-11 в пределах 14—16 мА, по характерному «писку» определить наличие «пробоя» в каком-либо сочленении линии. Наиболее вероятные места пробоя — в сочленениях тройника с магнетроном и ЭПУ и в сочленении фидерной линии с антенной головкой. Место пробоя может быть определено также по нагреву фидера.

3. Проверить отсутствие пробоев в угломестном и азимутальном медленновращающихся соединениях. Медленно вращая антенну сначала по азимуту, а затем по углу места, наблюдать за показаниями прибора «Ток генератора» блока МТМ-11. Если при вращении антенны происходят резкие скачки тока магнетрона, то это характеризует неисправность соответствующего вращающегося соединения.

4. Проверить отсутствие пробоев в антенной головке, для чего выключить ГОН, на вал антенной головки намотать длинный отрезок шпагата, встать за зеркало антенны и, протягивая шпагат, медленно вращать антенную головку. При этом визу-

ально по прибору «Ток магнетрона» и на слух проверить, нет ли в антенной головке пробоя.

5. При обнаружении пробоев в АФС необходимо перебрать антенно-фидерную систему в местах пробоя и произвести промывку соответствующих контактных поверхностей.

Приемная система проверяется и настраивается после проверки работоспособности передающей системы. Для проверки работоспособности приемной системы необходимо:

1. Включить станцию для работы в режиме «Угловой отражатель».

2. Установить частоту гетеродина блока МТМ-31 на 30 мГц выше частоты передатчика, для чего подключить контрольный резонатор кабелем к высокочастотному разъему «Контроль ча-



Рис 10.3 Изображение на экране индикатора импульса «звона»

стоты» блока МТМ-31, определить по графику контрольного резонатора деление шкалы лимба, соответствующее частоте, превышающей на 30 мГц частоту настройки передатчика, и установить лимб в это положение. Петля в контрольном резонаторе должна быть повернута в положение «Гетеродин»; вращая ручку «Частота гетеродина» блока МТМ-31, добиться максимального отклонения стрелки прибора на контрольном резонаторе.

3. Настроить приемную систему на максимум «звона», для чего поставить петлю связи в контрольном резонаторе в положение «Передатчик», установить на контрольном резонаторе номинальное значение частоты магнетронного передатчика, подсоединить контрольный резонатор к разъему фидера АФС, повернуть ручку «Усиление» блока МТМ-32 в крайнее правое положение (на индикаторе блока МТМ-51 при масштабе развертки 30 км появится импульс «звона» (рис. 10.3)). Вращая штурвал механизма дальности блока МТМ-53, установить такую дальность, при которой на индикаторе блока МТМ-51 при масштабе развертки 2 км виден спад «звона». Подстроить частоту гетеродина приемника, вращая ручку «Частота гетеродина» блока МТМ-31 до получения максимальной длительности «звона», при этом ручкой «Связь с гетеродином» на блоке

МТМ-31 показание прибора «Ток кристалла» должно быть установлено в пределах 0,7—0,9 мА. Вращая ручку «Отражатель точно» блока МТМ-34 до получения максимальной длительности «звона», подстроить частоту генератора накачки. Вращая ручку полосового фильтра блока МТМ-35, следует добиться максимальной длительности «звона».

4. Проверить правильность установки усиления ЭПУ, для чего снять высокое напряжение на блоке МТМ-11; тумблер «АПЧ — ток детектора КД» на передней панели блока МТМ-32 поставить в положение «Ток детектора КД».

Усиление ЭПУ считается нормальным, если отношение шумов с накачкой к шумам без накачки равно 5—6. Отсчет шумов ведется по прибору «Ток детектора КД». При невыполнении этого требования необходимо произвести установку мощности генератора накачки, для чего выключить передатчик, выключить генератор накачки в блоке МТМ-34, ручку усиления в блоке МТМ-32 поставить в крайнее правое положение. Регулировкой «Усиление КД» на шасси блока МТМ-32 установить шумы по индикатору дальности 1—2 мм, при этом запомнить показания тока детектора КД по прибору, расположенному на передней панели блока МТМ-32. Включить генератор накачки, регулировками «Мощность накачки», «Отражатель точно» блока МТМ-34 и ручкой полосового фильтра блока МТМ-35 установить показание тока детектора КД по прибору, в 5—6 раз большее предыдущих показаний, при этом потенциометром «Отражатель точно» подстраивать на максимальное отклонение стрелки прибора «Ток детектора КД». Проверить показания прибора «Ток корпуса», расположенного на передней панели блока МТМ-88. Показания прибора при нажатой кнопке «Ток корпуса» должны соответствовать значениям, указанным на этикетке или в паспорте на ЭПУ; в случае необходимости добиться нужных показаний вращением ручки «Мощность накачки меньше — больше» и потенциометром «Отражатель точно» в блоке МТМ-34, подстраивая последний на максимум показаний.

5. Выбрать рабочую зону генерации клистрона блока МТМ-31, для чего установить ручку «Напряжение отражателя» блока МТМ-32 в среднее положение, подключить к гнездам «Напряжение отражателя» и «Корпус» блока МТМ-31 прибор АВО-5М1 и, вращая ось потенциометра «Выбор зоны РПЧ» блока МТМ-32, установить напряжение на отражателе клистрона в соответствии с паспортом (в пределах 480—490 В). Установить тумблер «АПЧ—РПЧ» в положение «АПЧ»; вращая ось потенциометра «Выбор зоны АПЧ», установить напряжение на отражателе клистрона в пределах 480—490 В так, чтобы при переключении тумблера «АПЧ—РПЧ» напряжение на отража-

теле клистрона, измеряемое прибором АВО-5М1, не изменялось. Поставить тумблер «АПЧ—РПЧ» в положение «РПЧ».

6. Установить начальное смещение кристаллического смесителя, для чего повернуть ручку «Связь с гетеродином» блока МТМ-31 влево до упора; вращая ось потенциометра «Смещение кристалла» на блоке МТМ-31, установить по прибору «Ток кристалла» величину тока смещения, равную 0,4—0,5 мА. Вращая ручку «Связь с гетеродином» вправо, установить по прибору «Ток кристалла» величину тока, равную 0,7—0,8 мА.

7. Если производилась смена клистрона гетеродина приемника, то необходимо установить частоту гетеродина блока МТМ-31, соответствующую средней частоте рабочего диапазона станции. Для этого установить ручку «Частота гетеродина» таким образом, чтобы плунжер, связанный с этой ручкой, находился в среднем положении, подключить контрольный резонатор к разъему «Контроль частоты» блока МТМ-31, установить лимб резонатора в положение, соответствующее частоте 1812 мГц. Вращая подстроечные плунжеры контура клистрона, добиться максимального отклонения стрелки прибора контрольного резонатора, законтрить подстроечные плунжеры.

8. Уточнить настройку приемной системы по местному предмету, для чего выключить ГОН, навести антенну на заранее известный местный предмет, дающий стабильный отраженный сигнал, превышающий уровень шумов в 2—3 раза. Если отраженный сигнал имеет такую же величину, как и при предыдущих проверках, то приемная система работает нормально.

9. Проверить работу АРУ, для этого установить ручку «Усиление» блока МТМ-32 в крайнее правое положение и, вращая штурвал механизма дальности блока МТМ-53, совместить отраженный от местного предмета сигнал с электрическими визирами. При переводе тумблера «АРУ—РРУ» в положение «АРУ» шумы на экране индикатора дальности должны исчезнуть, а сигнал должен иметь уровень, равный $\frac{1}{2}$ уровня насыщения.

Настройка приемной системы в режиме «Радиозонд» производится по радиозонду типа РКЗ-5 при настроенных блоках МТМ-31, МТМ-32, МТМ-34, МТМ-35 и сводится в основном к настройке блока МТМ-33 в следующей последовательности:

1. Включить станцию для работы в режиме «Радиозонд».
2. Установить максимальное усиление блока МТМ-32.
3. Поставить тумблер «АРУ—РРУ» блока МТМ-32 в положение «РРУ».
4. Поставить тумблер «АПЧ—ток детектора КД» в положение «Ток детектора КД».
5. Установить задержку АРУ блока МТМ-33, для чего установить минимальное усиление блока МТМ-32, тумблер «Задержка АРУ—отклонение частоты» блока МТМ-33 поставить

в положение «Задержка АРУ». Вращая ось потенциометра «Задержка АРУ» на шасси блока МТМ-33, установить задержку такой величины, чтобы прибор, расположенный на передней панели блока, показывал 40 мкА.

6. Проверить работу канала АПЧ второго гетеродина, для чего установить тумблер «АРУ—РРУ» блока МТМ-32 в положение «РРУ», установить максимальное усиление блока МТМ-32. Ось потенциометра «Усиление», выведенную на шасси блока МТМ-33, поставить в среднее положение. Включить устройство встроенного контроля (имитатор радиозонда), для этого тумблер «Работа—контроль» на передней панели блока МТМ-31 поставить в положение «Контроль». Вращая ручку «Настройка» блока МТМ-33, добиться нулевого показания прибора блока МТМ-33; при этом при вращении ручки вправо стрелка прибора отклоняется вправо, при вращении ручки влево стрелка отклоняется влево. Установить ручку «Настройка» блока МТМ-33 в такое положение, чтобы стрелка прибора отклонялась вправо и влево на 40—50 мкА. Установить тумблер «АПЧ—РПЧ» блока МТМ-33 в положение АПЧ, при этом стрелка прибора должна установиться на нуль с ошибкой, не превышающей 10 мкА. Если это условие выполняется, значит АПЧ работает нормально. Установить тумблер «АПЧ—РПЧ» блока МТМ-33 в положение РПЧ, ручкой «Настройка» настроиться на частоту модуляции сигнала имитатора радиозонда по нулевому показанию прибора.

7. Установить величину усиления блока МТМ-33, для чего установить максимальное усиление блока МТМ-32, тумблер «Задержка АРУ—отклонение частоты» блока МТМ-33 поставить в положение «Задержка АРУ». Вращая ось потенциометра «Усиление» на шасси блока МТМ-33, добиться показания прибора блока МТМ-33, равного 35 мкА.

8. Установить уровень ограничения, для этого гнезда «Контроль АРУ» на шасси и «Перепад» на передней панели блока МТМ-33 замкнуть проводником и, вращая ось потенциометра «Ограничение» блока МТМ-33, добиться пропадания счета по приборам блока МТМ-62.

9. Установить уровень напряжения перепада, для чего в режиме «Контроль» при максимальном сигнале имитатора радиозонда с помощью прибора АВО-5М1, подключенного к гнездам «Период АРУ» и «Корпус» блока МТМ-33, потенциометром «Уровень перепада» на шасси блока МТМ-33 установить напряжение в пределах —14; —16 В.

10. Установить «порог» перепада напряжения «АРУ», для этого тумблер на передней панели блока МТМ-33 поставить в положение «Задержка АРУ». Вращая ручку потенциометра «Выходной уровень» устройства встроенного контроля блока

МТМ-31, установить амплитуду сигнала такой величины, чтобы прибор блока МТМ-33 показал задержку АРУ в пределах 0—10 мкА. При этом отношение сигнала к шуму по индикатору дальности должно быть равно 2.

Вращая ось потенциометра «Порог перепада» на шасси блока МТМ-33, добиться порога прекращения счета.

Система счета. Проверка работоспособности системы счета производится в следующей последовательности:

1. После включения станции в режим «Радиозонд» необходимо поставить тумблер «Работа—контроль счета» блока МТМ-33 в положение «Контроль счета», тумблер «2,5—5 с» блока МТМ-43 в положение «2,5 с», тумблер «Счет» блока МТМ-62 в положение «Абсолютный счет». При этом стрелочные приборы блока МТМ-62 должны показывать итог счета, равный 1000 ± 1 Гц, а на экране индикатора блока МТМ-44 должны периодически, с секундной паузой, появляться на развертке считае-
мые импульсы.

2. Проверить срабатывание селекторов блоков МТМ-33 и МТМ-43, для чего необходимо несколько раз нажать на кнопку «Имитатор перепада» блока МТМ-33. При этом итог счета, фиксируемый приборами блока МТМ-62, не должен изменяться более чем на ± 4 Гц.

3. Проверить режимы печати итогов счета, для этого поставить переключатели регулировки времени счета в крайние левые положения и в режиме относительного времени счета отпечатать данные итогов счета 5—10 раз при циклах счета 2,5 и 5 с. На бумажной ленте должны быть отпечатаны показания приборов сотен, десятков и единиц. Разряды десятков и единиц при цикле 5 с должны быть отпечатаны с интервалом, вдвое большим, чем при цикле 2,5 с.

4. Проверить работу первого делителя частоты 1:5 блока МТМ-44, для этого в режиме «Контроль счета» при цикле счета 2,5 с подать напряжение с гнезда «Считае-
мые импульсы» блока МТМ-41 на вход синхроскопа С1-5. На экране синхроскопа должны наблюдаться импульсы амплитуды порядка 70 В с периодом повторения 1000 мкс. Если период повторения не равен 1000 мкс, необходимо настроить первый делитель 1:5, вращая ось потенциометра 1000 Гц блока МТМ-44.

5. Проверка второго делителя 1:5 производится измерением периода повторения импульсов на контрольном гнезде «200 Гц» блока МТМ-44, при этом период повторения импульсов на экране синхроскопа должен быть равен 5 мс. Если период повторения не равен 5 мс, необходимо подстроить второй делитель потенциометром «200 Гц» на блоке МТМ-44.

6. Проверить делители 1:2, 1:5, 1:10, 1:2 блока МТМ-43, для чего подключить вход синхроскопа С1-5 к гнезду «0,2 Гц»,

включить секундомер в момент скачка луча на экране синхроскопа вверх. Отсчитав 10 полных периодов (11 скачков луча на экране вверх и 10 — вниз), остановить секундомер, разделить показания секундомера на 10. Если делители работают нормально, результат деления должен быть равным 5 с.

7. Проверить генераторы секундного импульса и импульса счета, для этого подключить синхроскоп к гнезду «Время счета» и проделать те же операции, что и в п. 6. При цикле счета «2,5 с» результат деления должен быть равным 2,5 с, при цикле счета «5 с» — 5 с.

Система измерения дальности. Для проверки работоспособности и настройки блоков системы измерения дальности необходимо выполнить следующие операции:

1. Проверить четкость, яркость и расположение разверток на индикаторе блока МТМ-51. Для этого ручками «Фокус» и «Яркость» на масштабе 2 км развертки сфокусировать луч и установить нормальную яркость развертки. Приблизительно посередине развертки должны быть два затемненных участка развертки, образующие вилку электрического визира точной дальности. Развертка должна располагаться симметрично относительно вертикальных краев обрамления. При необходимости выставить положение развертки ручками «Горизонтальное смещение» и «Вертикальное смещение». Приблизительно посередине развертки должен находиться «пьедестал», образованный 2-км стробом при масштабе 30 км.

2. Проверить делители 1:3 и 1:5 блока МТМ-51. Для этого в положении 2-км развертки и в режиме «Контроль» блока МТМ-51 подать напряжение с гнезда «25 кГц» на гнездо «Контроль». Совместить электрический визир поочередно с двумя соседними импульсами 25 кГц. Расстояние между ними по шкале дальности блока МТМ-53 должно составлять 6000 ± 100 м. На каждом пятом импульсе частоты 25 кГц должна быть видна отметка импульсов частоты 5 кГц. Расстояние между импульсами 5 кГц должно составлять $30\,000 \pm 150$ м.

3. Проверить линейность следования электрического визира за поворотом шкалы дальности блока МТМ-53. Для этого в положении 2-км развертки и в режиме «Калибровка» блока МТМ-51 при нулевом положении шкалы дальности установить потенциометром «Сдвиг калибр» одну из визирных меток развертки симметрично относительно максимума контрольной синусоиды калибратора. Установить шкалу дальности блока МТМ-53 последовательно в положение 250 м, 500 м и далее, через 250 м до 2 км. Ошибка следования визиров в каждой точке определяется величиной доворота механизма дальности до симметричного положения визирной метки относительно максимума контрольной синусоиды. Полусумма абсолютных значений мак-

симальной положительной и максимальной отрицательной ошибок дает величину нелинейности. Эта величина не должна превышать 15 м.

4. Проверить длительность импульса селектора. Для этого гнездо «Импульс селектора» блока МТМ-51 соединить с входом синхроскопа С1-5, синхронизацию подать с гнезда «Импульс срыва». На экране должен быть импульс амплитудой не менее 40 В и длительностью 12 ± 1 мкс на уровне 0,5 максимальной амплитуды импульса.

5. Проверить линейность следования строб-импульса за поворотом шкалы дальности блока МТМ-53. Для этого установить шкалы дальности на нуль, поставить тумблер «Работа — линейный санатрон», расположенный на шасси блока МТМ-51, в положение «Линейный санатрон», а тумблер «30 км — 2 км» — в положение «30 км». Поставить потенциометр «Амплитуда развертки» блока МТМ-51 в крайнее правое положение. В режиме «Контроль» блока МТМ-51 подать напряжение с гнезда «Импульс селектора» на гнездо «Контроль». На левом краю развертки будет виден «пьедестал», в центре которого расположен отрицательный остроконечный импульс. Если импульс смещен относительно центра, то потенциометром калибровки строба «Начало» блока МТМ-53 установить его посередине «пьедестала». Медленно вращая штурвалом шкалы дальности от 0 до 300 км, следить за смещением импульса относительно центра «пьедестала». Линейность считается нормальной, если смещение при этом будет не более чем на $\pm 1/3$ размера вершины «пьедестала». Если смещение превышает указанную величину, необходимо произвести регулировку потенциометром калибровки строба «Конец» и повторить операцию проверки сначала. Установить по индикатору блока МТМ-51 длину развертки, равную 50 мм, ручкой потенциометра «Амплитуда развертки».

6. Проверить балансировку автодальномера. Балансировка может проводиться как в режиме «Радиозонд», так и в режиме «Угловой отражатель». Станция должна быть включена соответственно выбранному режиму.

Для проверки балансировки необходимо поднять высокое напряжение передатчика и, вращая ручку усиления блока МТМ-32, установить по индикатору блока МТМ-51 уровень шумов, равный 2—3 мм, поставить тумблер «Ручное — автомат» блока МТМ-53 в положение «Автомат». Если после этого шкала дальности начнет двигаться, необходимо сбалансировать автодальномер потенциометром «Баланс-1» блока МТМ-52. После проверки балансировки автодальномера необходимо поставить тумблер «Ручное — автомат» в положение «Ручное».

7. Проверить установку нулевого отсчета дальности. Для этого поставить тумблер «Работа — линейный санатрон» в по-

ложение «Работа» и совместить конец первой метки электрического визира точной дальности с началом переднего фронта зондирующего импульса передатчика. При этом показания шкал блока МТМ-53 не должны отличаться от величины, указанной в формуляре, более чем на ± 10 м. Если это требование не выполняется, необходимо поворотом оси фазовращателя «Установка нуля дальности» блока МТМ-53 добиться требуемого показания шкал.

Система управления антенной. Для проверки работоспособности и настройки системы управления антенной необходимо станцию включить в режим «Угловой отражатель» и проделать следующие операции:

1. Проверить положение ручек «Усиление» блока МТМ-75, «ОС1» и «ОС11» канала угла места, «ОС1» и «ОС11» канала азимута блока МТМ-72. Они должны находиться в положениях, указанных в формуляре.

2. Проверить работу системы в режиме ручного управления. Для этого нажать кнопку «Ручное» блока МТМ-71 и, вращая штурвалы ручного управления антенной, наблюдать за направлением вращения антенны по шкалам блока МТМ-63. При вращении штурвалов по часовой стрелке показания шкал должны возрастать, при вращении в противоположную сторону — уменьшаться.

3. Проверить действие концевых выключателей антенной колонки. Вращая штурвал угла места по часовой стрелке до остановки антенны, наблюдать за показаниями шкалы «Угол места» блока МТМ-63. В момент остановки показания шкалы должны быть в пределах 1500 ± 015 д. у., т. е. $90 \pm 0,9^\circ$; при этом напряжение на приборе канала угла места блока МТМ-72 не должно превышать 15 В.

Вращая штурвал угла места против часовой стрелки до остановки антенны, добиться того, чтобы в момент остановки показания шкал были в пределах 050 ± 015 д. у., т. е. $3 \pm 0,9^\circ$, при этом напряжение на приборе также не должно превышать 15 В.

4. Проверить работу системы в режиме дистанционного управления. Для этого нажать кнопку «Дистанционное» в блоке МТМ-71 или МТМ-76 и, перемещая оптический визир блока МТМ-76, наблюдать за направлением вращения шкал блока МТМ-63. При вращении блока МТМ-76 по ходу стрелки часов показания шкалы «Азимут» должны возрастать. При перемещении визира блока вверх показания шкалы «Угол места» должны возрастать. Перемещая визир в разных направлениях, убедиться в том, что направление вращения шкал должно измениться в обратном порядке. Нажать кнопку «Автомат», при этом система должна переключиться в режим автоматического сопровождения.

5. Проверить балансировку системы управления антенной. Для этого нажать кнопку «Автомат» блока МТМ-71 и повернуть ручку «Усиление» блока МТМ-32 влево до упора. Установить переключатели «Работа — контроль балансов» блока МТМ-72 в положение «1» и наблюдать за шкалами азимута и угла места блока МТМ-63, при этом шкалы не должны вращаться. Прибором АВО-5М1 по шкале постоянного тока замерить напряжение между корпусом и гнездами блока МТМ-72 «Выход ФЧВОС» и «Выход ФЧВ». Эти напряжения должны быть равны нулю.

Если шкалы вращаются или напряжения в указанных точках не равны нулю, необходимо произвести настройку системы в следующей последовательности для канала угла места: нажать кнопку «Пуск» двигателя угла места блока МТМ-04 и кнопку «Ручное» в блоке МТМ-71. Вращением штурвала угла места установить антенну в пределах 200—1300 д. у. Выключить неуправляемую обмотку двигателя угла места блока МТМ-81. Включить ГОН и нажать кнопку «Автомат» блока МТМ-71.

Поставить переключатель «Контроль балансов — работа» блока МТМ-72 в положение «1» и, вращая ось потенциометра «Баланс-1», установить по прибору канала угла места блока МТМ-72 минимальное значение напряжения.

Подключить прибор АВО-5М1 к гнездам «Смещение УМТ-2» и «Корпус» и потенциометром «Уровень тока МУ» установить напряжение в пределах 17—25 В. Нажать кнопку «Стоп» двигателя угла места блока МТМ-04.

Вынуть перемычку из клемм «Рабочий ток» (K1—K2) блока МТМ-73 и подключить к этим клеммам прибор АВО-5М1 на шкале ~ 12 А. Включить неуправляемые обмотки двигателя угла места и нажать кнопку «Пуск» двигателя угла места.

Вращая ось потенциометра «Смещение МУ» блока МТМ-73, установить ток холостого хода равным 1,5—2 А. Нажать кнопку «Стоп» двигателя угла места, отключить прибор АВО-5М1 и поставить на место перемычку.

Снять перемычку с клемм «Рабочий ток» (K3—K4) и подключить к этим клеммам прибор АВО-5М1. Включить двигатель угла места и в случае необходимости потенциометром «Смещение МУ» установить ток холостого хода равным 1,5—2 А.

Проверить балансировку УПТ-1 и в случае необходимости проделать те же операции, что и при балансировке УМТ-2, используя гнездо «Смещение УПТ-1» для подключения прибора.

Выключить двигатель угла места, отключить прибор АВО-5М1 от клемм и замкнуть клеммы перемычками.

Поставить тумблер «Узкая — широкая» блока МТМ-71 в положение «Широкая». Включить двигатель угла места и убедиться, что шкала блока МТМ-63 неподвижна. После этого

можно приступить к балансировке фазочувствительного выпрямителя обратной связи (ФЧВОС).

Для балансировки «ФЧВОС» подключить прибор АВО-5М1 к гнездам «Выход ФЧВОС» и «Корпус» блока МТМ-72 и потенциометром «Баланс-2» установить по прибору значение напряжения, равное нулю. Поставить тумблер «Узкая — широкая» в положение «Узкая», при этом значение напряжения не должно измениться более чем на 0,2 В. Тумблер «Узкая — широкая» снова поставить в положение «Широкая».

Подключить прибор к гнездам «Выход ФЧВ» и «Корпус» и потенциометром «Баланс-3» установить значение напряжения, равное нулю. При переходе на узкую полосу показание прибора не должно измениться более чем на 0,2 В.

Поставить переключатель «Работа — контроль балансов» в положение «Работа», при этом шкалы угла места при узкой и широкой полосах вращаться не должны. В случае вращения шкал необходимо потенциометром «Баланс-3» произвести окончательную балансировку до полной остановки шкал при включенной неуправляемой обмотке двигателя. Выключить двигатель угла места.

Вращая ось потенциометра «Баланс ФЧВ» блока МТМ-75, установить на нулевую отметку стрелку прибора «Ошибка пеленга» на блоке МТМ-75. Ручка «Усиление» блока МТМ-32 при этом должна быть выведена влево до упора.

Настройка системы канала азимута аналогична настройке канала угла места.

6. Проверить точность подслеживания сельсинов блока МТМ-71, для чего нажать кнопку «Ручнос», выключить двигателя азимута и угла места, нажав кнопки «Стоп» в блоке МТМ-04, повернуть штурвалы ручного управления азимута и угла места на 2—3 оборота, нажать кнопку «Автомат», а через 2—3 с — кнопку «Ручное» и включить двигатели азимута и угла места. При этом показания шкал блока МТМ-63 не должны измениться более чем на 3°.

7. Выставить фазы генератора опорных напряжений. Для этого следует использовать радиозонд или имитатор радиозонда, установленный на расстоянии не менее 200 м и на высоте не менее 5 м от поверхности Земли. Можно также использовать местный предмет, дающий насыщенный и устойчивый отраженный сигнал, или уголкового отражателя в полете.

Выставление фазы ГОН проводить в следующей последовательности:

1) включить станцию в режим, соответствующий пеленгующей цели (радиозонд, уголкового отражатель, местный предмет);

2) включить ГОН;

3) поставить тумблер «АРУ—РРУ» в положение «АРУ»;

4) навести антенну на цель таким образом, чтобы показания приборов «Ошибка пеленга» каналов азимута и угла места блока МТМ-75 были равны нулю;

5) совместить на индикаторе дальности блока МТМ-51 визиры с отраженным сигналом;

6) вращая штурвал ручного управления антенной по углу места, сместить антенну вверх от направления на мишень на $(0 \div 10) - (0 \div 15)$ д. у., т. е. $0,6 - 0,9^\circ$. При этом отклонение стрелки от нуля прибора «Ошибка пеленга» по каналу азимута должно быть значительно меньше отклонения стрелки прибора по каналу угла места. Если это условие не выполняется, необходимо разворотом статора ГОН, находящегося на антенной колонке, свести отклонение стрелки прибора по каналу азимута к минимальному. Для разворота статора необходимо ослабить винты, крепящие ГОН, и с помощью отвертки повернуть ось вала, находящегося под корпусом ГОН. После регулировки закрепить ослабленные винты и навести антенну на цель;

7) сместить антенну по азимуту от направления на цель на $(0 \div 10) - (0 \div 15)$ д. у. При этом отклонение стрелки от нуля прибора «Ошибка пеленга» по каналу угла места должно быть значительно меньше, чем по каналу азимута. Если это условие не выполняется, необходимо повторить настройку по п. 6.

8. Произвести окончательную фазировку автоматического сопровождения. При неточной настройке ГОНа цель, наблюдаемая в оптический визир антенной колонки, совершает вращательное движение со смещенным центром относительно центра креста нитей визира.

Если при переходе в режим автоматического сопровождения антенна отбрасывается от направления на цель, необходимо развернуть статор ГОН на 180° и повторить операции, описанные в пп. 4—8.

Перед фазировкой системы гстеродин приемника должен быть настроен на максимум отраженного или ответного сигнала.

Система передачи и регистрации данных состоит из следующих систем передачи данных и регистратора. Поэтому проверку работоспособности и настройку целесообразно проводить раздельно. Для проверки и настройки следующих систем азимута, угла места и дальности необходимо сделать следующее:

1. Перевести станцию на ручное сопровождение.
2. Проверить балансировку фазочувствительных выпрямителей и усилителей постоянного тока каналов азимута, угла места и дальности блока МТМ-61. Для этого, устанавливая переключатели «Работа — контроль балансов» соответствующих каналов последовательно в положения 1, 2 и 3, наблюдать за шка-

лами блока МТМ-62, они не должны вращаться. При невыполнении этого требования необходимо произвести настройку.

Следящие системы каналов азимута, угла места и дальности аналогичны, поэтому рассмотрим порядок настройки только следящей системы азимута. Для этой цели необходимо выполнить следующие операции.

Настроить магнитный усилитель. Для этого следует включить тумблер возбуждения двигателя азимута блока МТМ-62. Переключатель «Работа — контроль балансов» блока МТМ-61 поставить в положение «1» и, вращая ось потенциометра «Баланс-1» канала азимута, остановить движение индексов шкал азимута. Подключить прибор АВО-5М1 со шкалой 30 В постоянного тока к гнездам канала азимута блока МТМ-61 «Смещение УПТ» и «Корпус» и потенциометром «Уровень тока МУ», расположенным на шасси блока МТМ-61, установить напряжение 20—25 В. Подключить прибор АВО-5М1 к гнездам блока МТМ-63 «Средняя» и «Ток управления *Др3*» и потенциометром «Смещение МУ», расположенным на шасси блока МТМ-63, установить напряжение 0,5—0,86 В. Переключить прибор к гнездам «Средняя точка β » и «Ток управления *Др4*» и убедиться, что напряжение установлено в пределах 0,5—0,8 В. Медленно вращая ось потенциометра «Баланс-1» блока МТМ-61 в обе стороны и наблюдая по шкалам блока МТМ-62, добиться реверса двигателя. Реверс должен быть плавным. В противном случае потенциометром «Смещение МУ» блока МТМ-63 добиться плавности реверса, после чего потенциометром «Баланс-1» остановить движение индекса шкалы точного отсчета азимута блока МТМ-62.

Сбалансировать следящую систему. Для этого переключатель «Работа — контроль балансов» поставить в положение «2» и потенциометром «Баланс-2» остановить движение индексов шкал блока МТМ-62. Переключатель контроля балансов поставить в положение «3» и потенциометром «Баланс-3» остановить движение индексов шкал. Устанавливая переключатель контроля балансов в положения 1, 2, 3, проверить отсутствие вращения индексов шкал. Переключатель контроля балансов поставить в положение «Работа».

Отрегулировать коэффициент усиления и коэффициент обратной связи системы. Для этого на блоке МТМ-61 повернуть ось потенциометра «Обратная связь» канала азимута влево до упора, а ось потенциометра «Усиление β » повернуть влево, оставив до упора 30—45°. Ось потенциометра «Усиление β », расположенную на шасси блока МТМ-61, повернуть влево до упора. Вращая ось потенциометра «Обратная связь» канала азимута того же блока, добиться прекращения незатухающих колебаний индексов шкал блока МТМ-62.

Если в рабочем режиме система не отрабатывает рассогласование угла после 2—3 колебаний, необходимо подрегулировать систему с помощью потенциометров «Усиление» и «Обратная связь» блока МТМ-61.

3. Проверить точность согласования шкал угловых координат блоков МТМ-62 и МТМ-63 со шкалами антенной колонки МТМ-74, расположенными под крышкой в сельсинном редукторе угломестного привода и под крышкой на постаменте колонки, закрывающей шкалы азимута.

Показания шкал блока МТМ-62 не должны отличаться от показаний шкал блока МТМ-74 более чем на $\pm (0 \div 02)$ ($\pm 0,12^\circ$) для шкал точного отсчета и более чем на $\pm (0 \div 50)$ ($\pm 3^\circ$) для шкал грубого отсчета. Для блока МТМ-63 эти величины составляют соответственно $\pm (0 \div 06)$ ($0,36^\circ$) и $\pm (0 \div 05)$ ($\pm 0,3^\circ$). Показания шкал дальности блока МТМ-62 не должны отличаться от показаний шкал блока МТМ-53 более чем на ± 30 м для шкал точного отсчета и более чем на ± 500 м для шкал грубого отсчета. В случае невыполнения этих требований необходимо произвести подстройку. При включенных приводных двигателях антенной колонки вручную установить антенну по шкалам, расположенным в угломестном и азимутальном сельсинных отсеках блока МТМ-74, в нулевое положение по азимуту и углу места, а также установить на нуль шкалы дальности блока МТМ-53. В блоке МТМ-63 переключатель «Работа — согласование грубо» установить в положение «Согласование грубо». Повернуть ось потенциометра «Сбивка» канала азимута, расположенного на шасси блока МТМ-63, влево до упора, при этом шкала азимута блока МТМ-62 должна сместиться на $\pm (0 \div 35)$; $\pm (0 \div 40)$, т. е. на $\pm (2,1 \div 2,4^\circ)$.

При настройке следящей системы дальности благодаря вращению оси потенциометра «Сбивка» канала дальности шкала дальности блока МТМ-62 должна сместиться на $\pm (1100 \div 1400)$ м. Если эта регулировка не позволяет добиться нужного результата, необходимо ослабить винты, крепящие сельсин-трансформатор грубого отсчета или сельсин-датчик соответствующего канала, и развернуть его статор до получения на шкале нужных показаний. После этой операции закрепить сельсины винтами и, плавно вращая ось потенциометра «Сбивка» соответствующего канала, установить шкалу блока МТМ-62 на нуль. Вынуть неоновую лампу переключателя грубого и точного сельсина СУД соответствующего канала и установить переключатель «Работа — согласование грубо» в положение «Работа», при этом показание шкалы азимута блока МТМ-62 должно быть не более $\pm (0 \div 0,5)$, т. е. $\pm (0 \div 0,03^\circ)$, а для канала дальности это значение должно быть не более ± 5 м. Если это условие не соблюдается, необходимо ослабить винты, крепящие

сельсин-трансформатор точного отсчета блока МТМ-62 или сельсин-датчик регулируемого канала, и развернуть его статор до получения на шкале нужных показаний. Закрепить сельсинны винтами и установить на место неоновую лампу.

(При настройке канала угла места данная операция не проводится.)

Описанная в п. 3 проверка производится при регламентных работах.

4. Согласование шкал сельсиннов следящих систем, описанных в п. 3, проводится и в случае обнаружения ложного нуля систем передачи данных азимута и дальности, когда при повороте антенны по азимуту на 180° или смещении шкал дальности блока МТМ-53 на отметку 150 км шкалы блока МТМ-62 не обрабатывают положение антенны или значение шкалы дальности.

Проверка и настройка регистратора МТМ-62 заключается в следующем:

1. Проверить состояние красящей ленты и режим ее движения. Для этого открывается нижняя крышка блока МТМ-62, убирается бумага и включается тумблер «Двигатель». Красящая лента должна двигаться плавно, без рывков. На ленте должны отсутствовать перекручивания, разрывы и другие дефекты.

2. Проверить протяжку бумажной ленты. В режиме регистрации с циклом 5 с бумажная лента должна протягиваться непрерывно, а в режиме регистрации с циклом 30 с — дискретно.

3. Проверить регистрацию на бумажной ленте времени, угловых координат и дальности. Печать должна быть четкой; относительное смещение отпечатков должно быть в пределах $\pm 1,5$ мм. Цифры, отпечатанные на бумажной ленте, должны соответствовать показаниям угловых шкал с точностью $\pm (0 \div \div 0,05)$ ду и показаниям шкалы дальности с точностью ± 5 м. Если данное требование не выполняется, необходимо произвести настройку в соответствии с инструкцией по эксплуатации станции.

4. Проверить остановку печати, для чего нажать кнопку «Стоп» блока МТМ-62. При этом за время, не превышающее 1 мин, должна прекратиться печать данных, а на счетчике времени после последней значащей цифры должен появиться знак «—».

5. Проверить регистрацию метеоданных на бумажной ленте. Для этого станцию перевести в режим работы «Радиозонд». Тумблер «Работа — контроль счета» блока МТМ-33 поставить в положение «Контроль счета». Выдвинуть блок МТМ-42 из ячейки и установить тумблер «Работа — контроль», расположенный на шасси, в положение «Контроль», при этом на при-

борах блока МТМ-62 должны быть показания 3900 Гц. После включения тумблеров «Двигатель» и «Анод» блока МТМ-62 на движущуюся бумажную ленту должен печататься итог счета, фиксируемый приборами блока МТМ-62. Значение тысяч и сотен (число 39) должно быть отпечатано один раз. Для повторения печати разрядов тысяч и сотен необходимо установить тумблер «Работа — контроль» блока МТМ-42 в положение «Работа» и через 6—7 с переключить его в положение «Контроль».

Значения метеоданных, отпечатанных на бумажной ленте, не должны отличаться от показаний приборов более чем на $\pm 0,5$ Гц. При невыполнении этих требований необходимо произвести настройку системы счета.

10.5. Ориентирование станции

Ориентирование станции проводится для того, чтобы угловые координаты, получаемые во время сопровождения цели, соответствовали действительным координатам относительно направления на север по азимуту и относительно горизонтальной плоскости, проходящей через вершину параболоида антенны по углу места.

Для ориентирования станции выбирается ориентир, удаленный от станции не менее чем на 500 м. Угловые координаты ориентира для места стоянки станции должны быть определены с точностью до 0—01 ду. Ориентир должен иметь линии визирования, соизмеримые с толщиной линии оптического визира. Перед ориентированием станции, после проверки работоспособности всех систем и горизонтирования антенной колонки по контрольным уровням, необходимо согласовать электрическую ось антенны с оптической осью визира и выверить станцию по углу места.

Согласование электрической оси антенны с оптической осью визира целесообразно проводить в следующей последовательности:

1. Включить станцию для работы в режиме «Угловой отражатель» и прогреть в течение 30 мин.
2. Навести антенну на отдельный местный предмет, дающий устойчивый насыщенный отраженный сигнал и расположенный на расстоянии не менее 2 км от станции.
3. Перевести станцию на режим автоматического сопровождения по угловым координатам.
4. Ослабить винты, крепящие рефлектор к рефлектору-держателю, и отрегулировать положение рефлектора четырьмя регулировочными винтами так, чтобы местный предмет по азимуту находился в центре креста нитей визира, а по углу места — в поле зрения визира.

5. Выпустить в свободный полет уголкового отражателя и регулировочными винтами окончательно произвести согласование с указанной выше точностью.

6. Закрепить регулировочные винты и винты, крепящие рефлектор.

Выверка станции по углу места проводится следующим образом.

1. Навести антенну руками на какой-либо местный предмет, угол возвышения вершины которого заранее определен так, чтобы горизонтальная линия креста нитей визиера совместились с вершиной местного предмета.

2. Включить блокировку на постаменте антенной колонки.

3. Включить станцию для работы в режиме «Уголкового отражателя», не включая передающей системы. При этом на угломестных шкалах блоков МТМ-62 и МТМ-63 должны установиться показания, соответствующие углу места вершины данного местного предмета. Если это условие не выполняется, необходимо ослабить три винта крепления грубого сельсин-трансформатора и три винта крепления точного сельсин-трансформатора канала угла места в блоке МТМ-62. Переключатель блока МТМ-63 «Работа — согласование грубо» поставить в положение «Согласование грубо» и, вращая статор «грубого» сельсина, установить на шкалах угла места блока МТМ-62 значение угла места данного местного предмета, закрепить сельсин. Поставить переключатель «Работа — согласование грубо» в положение «Работа» и, вращая статор «точного» сельсина, установить на шкалах блока МТМ-62 значение угла места данного местного предмета с точностью до половины деления точной шкалы, после чего закрепить сельсин. Таким же способом произвести установку угломестных шкал блоков МТМ-63 и МТМ-74. Для установки шкалы блока МТМ-74 необходимо предварительно снять крышку, открывающую доступ к угломестной шкале.

Ориентирование станции по азимуту проводится в случае выявления несоответствия угла азимута истинному значению при сопровождении цели.

Последовательность операций при ориентировании следующая:

1. Снять крышку люка азимутального отсека колонки, в котором расположены азимутальные шкалы.

2. Освободить фрикционную муфту сельсинного привода (рис. 10.4), для чего ослабить гайку 5 и повернуть рукоятку 4 против хода часовой стрелки.

3. Навести колонку на ориентир по оптическому визиру.

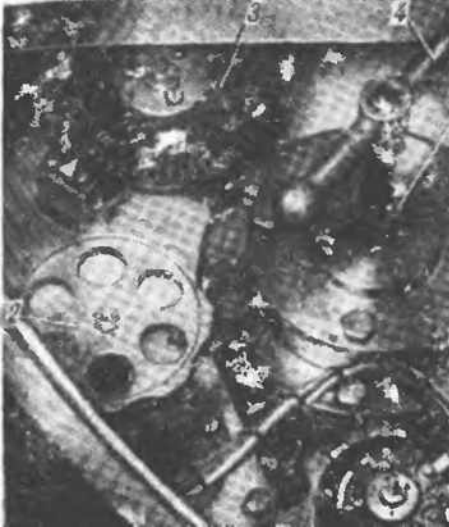
4. Зафиксировать колонку с помощью азимутального тормоза и проверить точность наводки антенной колонки на ориентир по оптическому визиру.

5. Нажать рукоятку ориентирования 2 вниз и с ее помощью развернуть шкалы 1 и 3 так, чтобы они показывали азимут выбранного ориентира.
6. Зажать рукояткой 4 фрикционную муфту сельского привода и затянуть гайку 5.
7. Сравнить показания азимутальных шкал блоков МТМ-63 и МТМ-62 и антенной колонки. Они должны совпадать.

Рис. 10.4. Механизм ориентирования станции.

Согласование оптической оси визира пульта дистанционного управления с электрической осью антенны проводят два оператора. Для выполнения этой работы необходимо:

1. Закрепить и отгоризонтировать стойку пульта.
2. Выбрать местный предмет, расположенный не ближе 3 км, так, чтобы он хорошо просматривался с пульта.
3. Установить и закрепить пульт на стойке.
4. Навести визир пульта дистанционного управления таким образом, чтобы перекрестие визира точно совпадало с вершиной выбранного местного предмета и закрепить пульт в этом положении с помощью стопоров.
5. Включить дистанционное управление антенной.
6. Одному оператору расположиться на постаменте антенной колонки и наблюдать в визир, другому, используя регулировочные механизмы пульта, навести антенну на вершину местного предмета по обеим координатам с точностью до $\pm 0,5$ ду (0—0,5 ду — одно деление визира). Те же операции выполнить





при установке пульта на другую стойку. Запомнить или записать показания шкал блока МТМ-63.

Выставление параллельности оптической оси визира блока МТМ-76 и электрической оси антенны по азимуту производится в случае переноса блока МТМ-76 с одной стойки на другую, так как при этом неизбежна сбивка азимутального сельсина.

Для проведения дополнительной настройки необходимо установить блок МТМ-76 на стойку и навести его по оптическому визиру на вершину местного предмета, выбранного при первичном согласовании осей. Закрепить блок в этом положении и с помощью регулировочных механизмов установить по шкале блока МТМ-76 значение угла азимута, под которым был виден местный предмет при первичной настройке для этой стойки. На этом согласование осей будет закончено.

10.6. Работа на станции

Подготовка станции к работе и сопровождение цели зависят от того, что является сопровождаемой целью — уголкового отражателя или радиозонда. Поэтому рассмотрим порядок подготовки станции к сопровождению и сопровождение для каждого типа цели.

Подготовка станции к сопровождению и сопровождение уголкового отражателя производится в следующей последовательности:

1. Включить станцию для работы в режиме «Уголкового отражатель» и проверить ее работоспособность.
2. Установить на одну из стоек и отрегулировать блок дистанционного управления МТМ-76.
3. Поставить тумблер «АРУ—РРУ» блока МТМ-32 в положение «РРУ», а ручку «Усиление» установить в положение, при котором сигналы от ближайших местных предметов на индикаторе блока МТМ-51 не ограничиваются по амплитуде.
4. Включить масштаб развертки блока МТМ-51 2 км.
5. Переключатель «Сдвиг полустрелок» поставить в положение «1».
6. Установить штурвалом дальности блока МТМ-53 дальность, равную 200—400 м.
7. Включить возбуждение двигателей азимута, угла места и дальности блока МТМ-62.
8. Включить «Двигатель» и «Анод» блока МТМ-62.
9. Выпускающему уголкового отражателя занять место на расстоянии 200—250 м от станции с таким расчетом, чтобы воображаемая линия, соединяющая станцию с точкой выпуска, совпадала с направлением ветра.

10. Оператору дистанционного пульта нажать на кнопку «Дистанционное» блока МТМ-76 и навести его по оптическому визиру на уголкового отражатель.

11. Выпустить уголкового отражатель в свободный полет так, чтобы он не был прижат к земле порывом ветра.

12. Оператору у пульта МТМ-76 нажать кнопку «Пуск» и, наводя пульт с помощью ручек, поймать уголкового отражатель в поле зрения оптического визира. Удерживая уголкового отражатель в перекрестии визира, продолжить его сопровождение.

13. Оператору радиолокатора включить высокое напряжение передатчика и установить ток генератора в пределах 15 ± 1 мА.

14. Обнаружив сигнал на индикаторе дальности среди отражений от местных предметов, совместить визиры с сигналом от уголкового отражателя с помощью штурвала механизма дальности. (Отраженный сигнал отличается от «местников» характерными пульсациями и перемещением по экрану индикатора дальности.)

15. Совместить визиры с отраженным сигналом, поставить тумблер «АРУ—РРУ» в положение «АРУ».

16. После того как импульс цели на экране отделится от импульсов местных предметов, необходимо перейти на автоматическое сопровождение. Для этого поставить тумблер «Ручное—Автомат» блока МТМ-53 в положение «Автомат» и нажать кнопку «Автомат» блока МТМ-71. При этом на пульте МТМ-76 загорится сигнальная лампочка «Автомат».

17. Если при переходе на автоматическое сопровождение антенна запеленговала какой-либо местный предмет и сигнал от уголкового отражателя на экране индикатора исчез, необходимо нажать кнопку «Дистанционное» блока МТМ-71, поставить тумблер «Ручное—Автомат» блока МТМ-53 в положение «Ручное». Оператору пульта МТМ-76 при включении сигнальной лампочки «Дистанционное» навести визир на уголкового отражатель и совместить с ним перекрестие визира, после чего оператору радиолокатора повторить переход на автосопровождение.

18. При удалении уголкового отражателя на 3—4 км поставить тумблер «Узкая—широкая» блока МТМ-71 в положение «Узкая».

В процессе автоматического сопровождения уголкового отражателя необходимо следить за тем, чтобы отраженный сигнал находился между электрическими визирами точной развертки. При потере отраженного сигнала, вследствие замирания или совмещения его с мощными импульсами отражений от местных предметов, необходимо перейти на ручное сопровождение по дальности. Вращая штурвал дальности блока МТМ-53, следует добиваться симметричного положения сигнала относительно электрических визиров.

При ручном сопровождении уголкового отражателя по угловым координатам совмещение оси антенны с направлением на цель производится вращением штурвала азимута и угла места блока МТМ-71, добиваясь максимума отраженного сигнала на экране индикатора дальности. В случае потери цели произвести поиск ее по угловым координатам от последних зафиксированных координат в режиме ручного управления антенной. После обнаружения сигнала необходимо уточнить положение антенны по сигналу на индикаторе и перейти на автосопровождение уголкового отражателя.

По окончании работы выключить станцию и поставить органы управления в положения, соответствующие основным установкам.

Подготовка станции к сопровождению и сопровождение радиозонда. За 20 минут до выпуска радиозонда необходимо выполнить следующие операции:

1. Навести антенну точно на будку, в которой находится радиозонд и установить такое усиление, чтобы сигнал от индикатора дальности не был слоистым. Снять показания радиозонда при контрольной поверке.

2. По окончании контрольной поверки навести антенну на место выпуска, тумблер «АРУ—РРУ» блока МТМ-32 поставить в положение «АРУ». Если АРУ плохо срабатывает по сигналу радиозонда, находящегося близко от радиолокатора, радиозонд выпускают при ручном усилении. Усиление установить так, чтобы сигнал не ограничивался. После удаления радиозонда на 3—8 км тумблер «АРУ—РРУ» поставить в положение «АРУ».

3. Для захвата радиозонда по дальности шкалы дальности блока МТМ-53 установить перед выпуском на расстояние, соответствующее дальности до места выпуска.

4. Перед самым выпуском радиозонда включить высокое напряжение передатчика. Ручку «Ток генератора» оставить повернутой до упора против часовой стрелки. Тумблер «Ручное—Автомат» на блоке МТМ-53 установить в положение «Автомат». Таким образом перед моментом выпуска радиозонд берется на автосопровождение по всем трем координатам.

5. В момент выпуска включить счетчик времени и печать координат, нажав кнопку «Пуск» на блоке МТМ-62.

6. После удаления радиозонда приблизительно на 1,5 км автоматически выключится маломощный и включится магнетронный передатчик. После переключения передатчиков необходимо установить ток магнетрона, повернув для этого ручку «Ток генератора» так, чтобы прибор «Ток генератора» показывал 0,5—1,0 мА, а пауза, следующая за сигналом ответа, стала четкой и не заплывала. Увеличивая ток магнетрона, необходимо следить за тем, чтобы местные предметы не забили паузу. Если

в провале паузы начали появляться местные предметы, ток магнетрона следует уменьшить.

Если во время наблюдения начинает заметно уменьшаться сигнал радиозонда или ухудшается качество счета метеоданных, необходимо подстроить приемную систему радиолокатора.

В первом случае для настройки необходимо:

- тумблер «АРУ—РРУ» на передней панели блока МТМ-32 поставить в положение «РРУ»;

- установить такое усиление, чтобы сигнал на индикаторе не был ограничен;

- ручкой «Частота гетеродина» на передней панели блока МТМ-31 или ручкой «Напряжение отражателя» на передней панели блока МТМ-32 настроить первый гетеродин по максимуму сигнала на индикаторе дальности; усиление при этом по мере увеличения сигнала следует уменьшать;

- настроить по максимуму сигнала генератор накачки, вращая для этого ось потенциометра «Напряжение отражателя точно», выведенную на переднюю панель блока МТМ-34;

- настроить высокочастотный фильтр, расположенный на кронштейне параметрического усилителя, по максимуму сигнала.

При ухудшении качества счета метеочастот, кроме упомянутой выше настройки, следует настроить второй гетеродин, вращая для этого ручку «Настройка» частоты, расположенную на передней панели блока МТМ-33, так, чтобы стрелка прибора ИП-1 установилась на нуль. Тумблер «Задержка АРУ — Отклонение частоты» должен при этом быть в положении «Отклонение частоты».

Если предполагается, что в первые минуты после выпуска радиозонд пойдет в сторону станции, т. е. с большими угловыми скоростями, то для исключения возможности пропуска первых минут наблюдения радиозонд сопровождают по угловым координатам с помощью дистанционного пульта управления. После уменьшения угловых скоростей радиозонда переходят на автосопровождение по угловым координатам, нажав кнопку «Автомат» на дистанционном пульте. По дальности станция включается на автосопровождение перед выпуском радиозонда.

В случае потери радиозонда необходимо перейти на ручное сопровождение, затем, пользуясь последними отпечатанными данными координат, обнаружить радиозонд и перевести станцию опять на автоматический режим сопровождения.

По окончании работы выключить станцию и поставить все органы управления в положение, соответствующее основным установкам.

При невозможности использования режимов автоматического сопровождения оператор переходит на режим ручного сопровож-

дения. Для этого нужно нажать кнопку «Ручное» блока МТМ-71 и, вращая штурвалы азимута и угла места, совмещать стрелки приборов «Ошибка пеленга» блока МТМ-75 с нулями или добиваться максимума отраженного сигнала на экране индикатора дальности. Для ручного сопровождения по дальности тумблер «Ручное—Автомат» поставить в положение «Ручное», а тумблер «Масштаб развертки» — в положение «2 км» и, вращая штурвал дальности, удерживать ответный сигнал радиозонда между электрическими визирами на развертке индикатора дальности.

Сопровождение радиозонда в режиме переменного времени счета возможно при наличии радиозондов, снабженных специальными графиками, рассчитанными на работу в этом режиме.

Учитывая особенности сопровождения в этом режиме, необходимо выполнить следующие операции:

1. Подготовить станцию к сопровождению радиозонда (в соответствии с инструкцией, описанной выше).

2. Поставить тумблер «Счет абсолютный — относительный» блока МТМ-62 в положение «Относительный» и передать по телефону выпускающему радиозонд команду о переводе радиозонда в режим передачи опорной частоты.

3. Установить переключатели «Регулировка времени счета грубая—точная» блока МТМ-62 так, чтобы приборы блока МТМ-62 показывали число импульсов опорной частоты, равное 1000. Следует помнить, что перевод грубого переключателя времени счета из одного фиксированного положения в другое изменяет число считываемых импульсов опорной частоты на 38 ± 4 единицы, а перевод из одного фиксированного положения в другое точного переключателя времени счета изменяет число считаемых импульсов опорной частоты на $2-4$ единицы.

Во время сопровождения радиозонда, пользуясь указанными переключателями, поддерживать опорную частоту равной 1000 ± 4 Гц. Момент регистрации опорной частоты фиксируется сигнальной лампочкой, расположенной на передней панели блока МТМ-62, с надписью «Контроль частоты».

Если пределы регулировки времени счета окажутся недостаточными для поддержания опорной частоты, равной 1000 Гц, необходимо перейти на режим абсолютного времени счета.

10.7. Профилактические мероприятия

Профилактические мероприятия на станции проводятся по специальному графику и подразделяются на ежедневные профилактические осмотры и еженедельные, ежемесячные и ежегодные регламенты. Они проводятся силами обслуживающего персонала, и включают осмотр, проверку и настройку станций.

При профилактике станции не следует проводить осмотр и чистку одновременно большого числа блоков, так как это может сильно осложнить процесс настройки и устранения неисправностей, которые могут возникнуть в процессе проведения профилактики. После приведения в порядок отдельного блока следует убедиться в том, что блок работает нормально.

Ежедневные профилактические осмотры. Ежедневно на станции необходимо выполнять следующие профилактические работы:

1. Провести внешний осмотр и чистку всей станции, протереть сухой ветошью панели шкафов и блоков.
2. Проверить работоспособность станции и при необходимости произвести регулировку аппаратуры. Сверить данные работы станции с данными, записанными в формуляре.
3. Проверить исправность работы вентиляторов, в том числе вентиляторов приводных двигателей азимута и угла места по наличию потока воздуха из отверстия вентилятора.

Еженедельные профилактические регламенты включают ежедневные профилактические осмотры, и, кроме этого, один раз в неделю необходимо:

1. Проверить состояние контактов и надежность соединения силовых кабельных букс. В случае обнаружения подгара зачистить места подгара самой мелкой наждачной шкуркой «000».
2. Осмотреть все измерительные приборы и, если необходимо, установить их стрелки в нулевое положение.
3. Удалить пыль, грязь и влагу с наружных частей блоков сухой тряпкой, не вскрывая поддонов. Тщательно протереть тряпкой, смоченной спиртом, высоковольтные изоляторы и детали, находящиеся во время работы под высоким напряжением.
4. Проверить надежность крепления всех штепсельных разъемов.
5. Сменить красящую ленту блока МТМ-62, если после предыдущей смены прошло 50—60 ч работы станции. Проверить и при необходимости очистить от бумажной пыли механизмы печати и механизмы перемотки красящей ленты, для чего снять бумажную и красящую ленты и протереть сухой тряпкой механизмы, далее произвести смазку механизма печати.

Ежемесячные профилактические регламенты включают еженедельные регламенты, и, кроме этого, один раз в месяц необходимо:

1. Произвести смазку необходимых узлов станции согласно указаниям по смазке, прилагаемым к станции.
2. Поочередно выдвигая все блоки главного пульта, передатчика и стойки питания ЭПУ, тщательно очистить их от пыли сухой тряпкой и осмотреть. Протереть сначала влажной, а затем сухой ветошью отсеки, из которых выдвинуты блоки.

Открыть дверки стойки передатчика и очистить его от пыли и грязи. Проверить при внешнем осмотре прочность и надежность паек, контактов и механических соединений, удостовериться в отсутствии повреждений, треснувших и обгоревших деталей, проводов, конденсаторов и пр., а также следов коррозии.

3. Проверить чистоту контактов штепсельных разъемов и плотность затяжки держателей разъемов и стопорных винтов.

4. Осмотреть и очистить контактные кольца токосъемника. Проверить плавность возврата микровыключателей ограничения вращения антенны по углу места.

5. Проверить состояние печатающей планки и возвратной пружины молоточка печати единиц и десятков, а также резиновых накладок остальных печатающих планок блока МТМ-62. При наличии трещин, пробоев или выработки резины произвести замену накладок.

6. Проверить блокировки в стойке передатчика. Для этого включить высокое напряжение и, не повышая его, открыть дверцу шкафа передатчика или окно, расположенное на задней стенке шкафа, и убедиться в выключении высокого напряжения. При поочередном выдвижении блоков МТМ-11 и МТМ-12 высокое напряжение также должно выключаться.

7. Очистить от пыли и грязи антенную колонку и параболический отражатель и проверить исправность и герметичность полистиролового колпака антенной головки.

8. Проверить горизонтальность положения антенной колонки и в случае необходимости произвести горизонтирование с помощью контрольных уровней.

9. Проверить соединение высокочастотного выхода магнетрона с плавающим контактом фидера. При наличии нагара контактные поверхности зачистить наждачной шкуркой «000» и протереть смоченной в спирте тряпкой.

Годовые профилактические регламенты включают ежемесячные регламенты и, кроме этого, предусматривают разборку отдельных узлов и блоков станции. Порядок разборки и сборки этих узлов описан в инструкции по эксплуатации станции и в данном разделе освещен не будет.

Один раз в год (с включением ежемесячных профилактических регламентов) необходимо выполнить следующие работы:

1. Разобрать, очистить и смазать все элементы фидерной линии в соответствии с указаниями по профилактике АФС.

2. Очистить и смазать механизмы регистратора МТМ-62.

3. Проверить работу электродвигателей сервоприводов с целью своевременного обнаружения посторонних шумов и устранения замеченных неисправностей.

4. Осмотреть магнитные пускатели. Проверить прочность присоединения проводников и крепления магнитных пускателей.

Очистить обнаруженный подгар на контактах при помощи палочки, обтянутой замшей. В случае образования наплыва или выгорания на контактах зачистить эти места наждачной лентой «000» и отполировать пастой ГОИ.

5. Проверить соответствие предохранителей номинальным данным.

6. Проверить состояние и комплектность ЗИПа и при необходимости дополнить его недостающим инструментом и деталями.

7. Проверить работоспособность и настроить станцию.

8. Проверить параллельность электрической и оптической осей антенны и в случае их непараллельности произвести согласование.

Контрольные вопросы

1. Что следует понимать под эксплуатацией станции «Метеорит-2»?
2. Перечислите основные правила техники безопасности при работе на станции.
3. Как производится включение и выключение станции?
4. В какой последовательности производится включение станции в режиме «Угловой отражатель»?
5. В какой последовательности производится включение станции в режиме «Радиозонд»?
6. Какие приборы входят в комплект контрольно-измерительной аппаратуры?
7. Как проверяется работоспособность передающей системы?
8. Как проверяется работоспособность системы АФС?
9. Как проверяется и настраивается система приема?
10. Как проверяется работоспособность системы счета?
11. Как проверяется работоспособность системы измерения дальности?
12. Как проверяется работоспособность системы управления антенной?
13. Как проверяется и настраивается система передачи и регистрации данных?
14. Каким требованиям должна удовлетворять площадка для развертывания станции?
15. Как производится ориентирование станции?
16. В какой последовательности производится согласование электрической оси антенны с оптической осью визира?
17. Как обеспечивается параллельность оптической оси визира блока МТМ-76 и электрической оси антенны по азимуту?
18. Как осуществляется сопровождение углового отражателя?
19. Как осуществляются подготовка и сопровождение радиозонда?
20. Перечислите основные профилактические мероприятия и регламенты.
21. Расскажите содержание еженедельных, ежемесячных и годовых регламентных работ.

Эксплуатация устройства «ОКА-3»

11.1. Работа с устройством

Включение устройства автоматического съема и перфорации данных производится после включения и прогрева радиолокатора в следующей последовательности:

1. Включить выпрямитель «—12,6 В» и «—20 В» тумблером «Сеть», расположенным на лицевой панели выпрямителя. Убедиться в правильности установленного напряжения по контрольному прибору и при необходимости выставить напряжение потенциометрами «Регулировка —24 В и —12,6 В». При этом ток выпрямителя «—12,6 В» должен быть около 1,5 А, а ток выпрямителя «—24 В» — 1,0 А.

2. Нажать кнопку «Подготовка» на пульте управления, при этом должна загореться соответствующая лампочка. Ток выпрямителя «—12,6 В» должен увеличиться до 3 А.

3. Нажать кнопку «Стоп». Включить мотор телетайпа.

4. Тумблер «Перфорация — контроль» поставить в положение «Контроль». Нажать кнопку «Пуск» и, пропустив ленту с пробивками «рус», перевести тумблер в положение «Перфорация». Нажать кнопку «Стоп».

5. Тумблер «Работа — контроль счета» на блоке МТМ-32 радиолокатора перевести в положение «Контроль счета». Тумблер «Счет относительный — абсолютный» на блоке МТМ-62 поставить в положение «Абсолютный».

6. Нажать кнопку «Пуск» устройства. На ленте телетайпа должен отпечатываться постоянный формат, состоящий из шести частот, трех значений координат и контрольной суммы. Нажать кнопку «Стоп».

Выпуск радиозонда или уголкового отражателя можно проводить после выполнения следующих операций:

1. Проверить наличие и количество перфоленты и бумаги на телетайпе.

2. Включить устройство и телетайп.

3. За 20 мин до выпуска:

- а) проверить работу телетайпа в режиме «Контроль» и в случае необходимости провести настройку телетайпа;

- б) проверить работу устройства в контрольном режиме, для чего включить тумблер «Работа — контроль счета» блока МТМ-32 радиолокатора «Метеорит» в положение «Контроль счета» и нажать кнопку «Пуск» устройства.

Для трех-четырех значений частот, полученных путем изменения времени счета переключателя «Грубая — точная» на блоке

МТМ-62 в режиме относительного счета, получить печать данных на телетайпе и сравнить их с результатом показаний индикаторов частоты блока МТМ-62.

4. Набить вручную начальные и градуировочные данные. Выключить тумблер запроса дальности.

В момент выпуска:

1. Включить тумблер «Пуск» на блоке МТМ-62 радиолокатора и кнопку «Пуск» устройства.

2. После появления ответа от радиозонда и установки режима автоматического сопровождения дальности включить тумблер запроса дальности.

3. Через каждые 30 мин полета мишени отрывать перфоленту в том месте, где устройство дало протяжку перфоленты, и передавать эту ленту по телеграфному каналу связи в Вычислительный центр.

4. По окончании выпуска нажать кнопку «Стоп», напечатать 10 букв «Z» и символ «лат». Набить не менее 20 символов «рус» и последнюю часть перфоленты передать в Вычислительный центр.

11.2. Контроль работы и настройка устройства

Настройку устройства и проверку его работоспособности необходимо проводить регулярно с учетом отработанных часов и приурочивать к проведению регламентных работ радиолокатора.

Настройка, как правило, сводится к исключению отказавших модулей, восстановлению необходимых контактов и проверке некоторых характеристик устройства.

Настройку и проверку работоспособности устройства целесообразно проводить в два этапа: предварительную настройку отдельных блоков и окончательную настройку всего устройства. Предварительная настройка проводится с помощью специального наладочного блока, обеспечивающего генерирование четырех пар последовательностей тактовых импульсов и одиночных импульсов в любом из четырех тактов.

Окончательная настройка производится при подключении устройства к радиолокатору «Метеорит» либо к имитатору радиолокационных сигналов.

При настройке необходимо применять следующее оборудование и приборы:

1. Радиолокатор «Метеорит» или заменяющий его имитатор.
2. Электронно-счетный частотомер 43-20.
3. Генератор импульсов Г5-15.
4. Осциллограф С1-34.

Имитатор должен выдавать следующие напряжения:

- синусоидальные напряжения со статорных обмоток шести сельсинов;
- синусоидальное напряжение 400 Гц, 80 В;
- последовательность импульсов в течение 1 с;
- импульс окончания счета (задний фронт секундного импульса).

Блоки, содержащие делители, проверяются следующим образом. От наладочного блока подаются четыре тактовых последовательности на контакты разъема 3, 4, 5, 6, а на счетный вход делителя — последовательность импульсов в соответствующем такте. Последний выход делителя соединяется с шиной питания — 12,6 В. Записывается «1» на вход делителя от генератора одиночных импульсов и последовательно проверяется наличие импульсов на каскадах делителя с помощью осциллографа. Отсутствие импульсов на выходе какого-либо каскада указывает на неисправность в нем.

Размножители тактовых импульсов проверяются путем подачи на блок тактовых импульсов и поочередным закорачиванием выхода ячеек на шину питания — 12,6 В. Вход осциллографа при этом подключается к контакту 6 соответствующего модуля. Отсутствие импульса с выхода модуля указывает на неисправность.

Проверка регистров производится путем подачи на соответствующий блок тактовых импульсов и одного из тактов на вход регистра. При этом все модули регистра должны выдавать импульсы. В модуле, с которого прекращается генерация импульсов, находят и устраняют неисправность.

Окончательная настройка блоков устройства осуществляется следующим образом. Проверяется стабилизированный выпрямитель при холостом включении и при необходимости устанавливают напряжения — 12,6 и — 24 В регулировками, введенными на переднюю панель выпрямителя. Проверяется генератор тактовых импульсов. При наличии всех четырех тактовых импульсов, получаемых с помощью кнопки «Подготовка», приступают к проверке размножителей таким же образом, как описано выше.

После проверки «ГОН пуск» и «Стоп» по всем выходам проверяется работа синхронизатора, на выходе которого должны быть сигналы: 200 Гц, 400 Гц, частота, окончание счета, две последовательности импульсов с частотой 50 Гц. Частота 200 Гц должна стабильно подсчитываться на счетчике 43-20.

Проверяется делитель на 250, на двух выходах которого должны быть импульсы с частотой 0,2 Гц при нажатии кнопки «Пуск». Далее проверяется работа блоков управления, преобразователя частоты и преобразователя координат. Проверка

блоков преобразователя координат осуществляется в режиме «Контроль координат» При этом на вход преобразователей подаются импульсы запроса преобразования с частотой 50 Гц Сигналы с гнезд Г1, Г2, Г3 блоков Б107 и Б108 на экране осциллографа представляют пачки импульсов, при этом количество импульсов плавно меняется при повороте сельсинов Проверка блока перфорации производится в режиме «Контроль перфорации» при выключении телетайпа При нажатии кнопки на телетайп поступает комбинация, набранная на тумблерах кода строки Проверяется информация последовательно от первого до пятого разрядов кода Комбинация должна надежно перфорироваться на перфоленте длиной не менее 3 м При необходимости производится подстройка скорости вращения дви-

Таблица 1

Блок	Функция блока
Б 101	Генератор тактовых импульсов
Б 102	Временной распределитель
Б 103	Делитель на 15
Б 104	Размножитель тактовых импульсов
Б 105	То же
Б 106	»
Б 203	»
Б 204	»
Б 205	Размножитель запоминающего регистра
Б 107	Преобразователь координат
Б 108	То же
Б 109	Преобразователь частоты
Б 207	Счетчик координат
Б 208	То же
Б 209	»
Б 110	Синхронизатор
Б 111	Делитель импульсов
Б 114	То же
Б 112	Блок управления
Б 113	То же
Б 115	Блок пуска и останова
Б 116	» управления
Б 201	Схема индикации работы блока фазовой автоподстройки частоты
Б 206	Блок контрольного суммирования
Б 210	Запоминающий регистр
Б 211	То же
Б 212	Блок идентификатора и протяжки перфоленты
Б 216	Вторая часть блока идентификатора и протяжки перфоленты
Б 213	Блок управления телетайпом
Б 214	» индикации
Б 215	» звукового контроля

гателя телетайпа и регулировка натяжения пружины приемного электромагнита.

После наладки блока перфорации приступают к проверке работы устройства в целом. При нажатии кнопки «Пуск» должны перфорироваться за каждые 30 с 31 буква (шесть частот, три координаты и одна буква контрольной суммы), после которых должно быть два перевода каретки и перевод строки.

Проверяются работа счетчиков координат при различных положениях сельсинов и работа блока контрольного суммирования, идентификатора и протяжки перфоленты. Проверка заканчивается считыванием графика грубых каналов координат и контрольной проверкой ленты на ЦВМ в соответствии с инструкцией по составлению констант пункта.

Перечень функциональных блоков, подлежащих проверке и входящих в конструкцию съемных блоков устройства ОКА-3, приводится в табл. 1.

11.3. Подготовка и перфорация начальных и градуировочных данных

Перед выпуском радиозонда на телетайпе Т-51 вручную набиваются начальные данные в виде значений метеорологических элементов и результатов поверки радиозонда, а также градуировочные таблицы. Начальные данные и градуировочные таблицы перед перфорацией записываются в таблицу по установленной форме.

Весь массив начальных данных набивается в телеграфном коде группами цифр, разделенными пробелами. Начальные данные набиваются группами по четыре цифры, за исключением первых трех, а градуировочные таблицы — группами по три цифры. Перед началом перфорации набиваются не менее 10 символов «рус». Далее набивается содержательная часть сообщения, состоящая из трех частей: начальных данных, градуировочных таблиц, значений температуры и влажности. Первая часть содержит 12 групп цифр, вторая — 14 групп и третья — 13 групп. Перед началом каждой части пробиваются два перевода каретки и один перевод строки.

Первая группа состоит из комбинации ОКА 00. Первая цифра после ОКА всегда ноль, вторая — ноль, если выпуск радиозонда, и единица, если выпуск уголкового отражателя. Вторая группа указывает индекс станции. Третья группа указывает номер радиозонда (одна буква и пять младших цифр) и далее следуют четырехзначные группы. Четвертая группа состоит из числа и номера месяца, пятая — из гринвичского времени с точностью до часа и высоты солнца. При отрицательной вы-

соте солнца в третьем разряде групп перфорируется знак «—». Шестая и седьмая группы состоят из наземных данных о влажности, скорости и направлении ветра. При влажности 100% перфорируется 99, в группе направления ветра в первом разряде ставится ноль. Восьмая и девятая группы состоят из наземных данных о давлении и температуре, умноженных на десять. При этом тысячи миллибар отбрасываются, а в первом разряде группы температуры ставится знак температуры. Следующие три группы включают полученные при выдержке радиозонда опорную, температурную и влажностную частоты с точностью до 1 Гц.

Вторая часть сообщения содержит 14 трехзначных групп, обозначающих отношения частот для температур от $+50$ до -80°C , взятых через интервал 10°C . Третья часть сообщения содержит 12 трехзначных групп, обозначающих отношения частот для влажности от 100% и ниже, взятых через интервал 10%, за исключением 11-й и 12-й групп, которые указывают отношения для 5 и 0% соответственно. Для тех значений положительных температур, которые заведомо в выпуске радиозонда не будут превзойдены, набивается группа 999.

Указанная структура начальных данных является жесткой, и всякие ошибки, включающие искажение символов, нехватку символов и появление лишних, должны быть исправлены. Ошибкой считается искажение не только цифр и букв, но и служебных символов (пробелов, переводов строки и каретки).

Для надежности передачи начальных данных по телеграфным каналам связи они повторяются трижды. Набивается не менее 25 символов «рус» и один символ «лат». Перфолента с начальными данными пропускается через трансмиттер трижды. В конце третьей части набивается символ «лат» и не менее 25 символов «рус». Полученная перфолента отрывается и передается по каналу связи в Вычислительный центр.

11.4. Контроль данных, выдаваемых устройством

Устройство «ОКА-3» наносит данные радиозондирования на перфоленту в кодированном виде с целью получения наименьшей длины сообщения.

Контроль данных устройства подразделяется на профилактический и оперативный. Профилактический контроль проводится не реже одного раза в три месяца путем снятия контрольной ленты и обработки ее в Вычислительном центре. Оперативный контроль проводится регулярно перед каждым выпуском и в процессе радиозондирования и является необходимым условием получения доброкачественных данных устройством автоматической перфорации.

При правильной работе устройства каждая строка данных, напечатанных на широкой ленте телетайпа за 30 с зондирования, состоит из 31 буквы, после которых всегда следуют два перевода каретки и один перевод строки. Данные в каждой строке располагаются так: пять частот, три координаты, шестая частота и контрольная сумма. Каждая частота состоит из трех телеграфных символов, координата — из четырех символов, причем первые два символа образуют значение грубого отсчета, а два последних — значение точного отсчета.

Значение частоты или координаты выдается на перфоленду в шестнадцатиричном коде по четыре разряда на каждой телеграфной строке. Код, используемый в устройстве, приведен в табл. 2. Допустимо не более 3% искажений заданного формата вследствие случайных сбоев.

Таблица 2

№ п/п	Двоичный код	Телеграфный код	Шестнадцатиричный код A_0	$A_0 \times 16$	$A_0 \times 256$
1	2	3	4	5	6
1	0000	EE	0	0	0
2	0001	TT	1	16	256
3	0010	DD	2	32	512
4	0011	OO	3	48	768
5	0100	GS	4	64	1024
6	0101	XH	5	80	1280
7	0110	ФF	6	96	1536
8	0111	MM	7	112	1792
9	1000	AA	8	128	2048
10	1001	JL	9	144	2304
11	1010	II	10	160	2560
12	1011	ГG	11	176	2816
13	1100	УИ	12	192	3072
14	1101	ПР	13	208	3328
15	1110	KK	14	224	3584
16	1111	ЖV	15	240	3840

Оперативный контроль перед началом выпуска проводится следующим образом. Включаются радиолокатор «Метеорит» и устройство автоматической перфорации. Переключатель «Работа — контроль счета» на блоке МТМ-32 станции «Метеорит-2» ставится в положение «Контроль счета». Штурвалами ручного управления антенной и управления механизмами дальности устанавливаются нулевые значения координат на индикаторах блока МТМ-62. Нажимается кнопка «Пуск» устройства и проверяется правильность работы схемы синхронизации, в случае необходимости производится ее подстройка. Отпечатываются на широкой ленте телетайпа не менее пяти строк. При этом

контрольной частоте 1000 Гц должна соответствовать комбинация ОКА, а нулевым значениям координат — комбинации, записанные в формуляре устройства. Расхождения в комбинациях координат, отпечатанных и указанных в формуляре, допустимы во второй и четвертой буквах каждой координаты. При выполнении вышеуказанных условий контроля устройство готово к работе.

В процессе работы производится выборочный контроль печатаемых значений частот и координат. Выборочная проверка частот проводится следующим образом. Младшей букве соответствует цифра из графы 4 табл. 3, средней букве — цифра из графы 5 и старшей букве — цифра из графы 6. Полученные три цифры складываются, образуя значение частоты. Это значение должно соответствовать значению частоты на индикаторах блока МТМ-62, которое было зафиксировано перед печатью частоты на телетайпе.

Пример 1. На ленте телетайпа напечатана частота ФКД. Десятичное значение этой частоты в соответствии с табл. 2 $\text{ФКД} = 2 + 224 + 1536 = 1762$.

Контроль координат осуществляется следующим образом. Значение координаты состоит из четырех букв, причем первые две буквы образуют относительное значение грубого отсчета, а последние две буквы — точного отсчета. Поэтому эти две комбинации переводятся по табл. 2 независимо и аналогично комбинации частоты.

Пример 2. На ленте телетайпа напечатана комбинация дальности ОДЛП.

Грубому отсчету соответствует $\text{ОД} = 2 + 48 = 50$ импульсов. Точному отсчету соответствует $\text{ЛП} = 13 + 144 = 157$ импульсов. По графикам грубых отсчетов координат определяется примерное значение координаты.

Поскольку значение всех координат определяется одним и тем же счетчиком устройства, контроль правильности значений координат сводится к контролю правильности значений дальности.

Контрольные вопросы

1. Как включается устройство «ОКА-3»?
2. Как осуществляются контроль работы и настройка устройства «ОКА-3»?
3. Каким способом осуществляются подготовка и перфорация начальных и градуировочных данных?
4. Как контролируются выходные данные устройства «ОКА-3»?
5. Приведите пример контроля данных, выдаваемых устройством «ОКА-3».

Метеорологическая радиолокационная станция МРЛ-2

ГЛАВА 12

Основные сведения

В последние годы на сети Гидрометслужбы СССР широко используются метеорологические радиолокационные станции МРЛ-1 и МРЛ-2

Объектами радиолокационных наблюдений являются облака и связанные с ними зоны осадков

Метеорологическая радиолокационная станция МРЛ-2 предназначена для

- обнаружения и определения местоположения зон и высот радиоэхо кучево-дождевых облаков (ливни, грозы, град) на расстоянии до 300 км от МРЛ,

- предупреждения о грозах, граде и сильных ливневых дождях с достаточной заблаговременностью, зависящей от характера явления,

- определения скорости и направления перемещения зон радиоэхо кучево-дождевых облаков,

- определения верхней границы радиоэхо облаков всех форм и нижней границы радиоэхо облаков верхнего и среднего ярусов,

- определения эволюции зон радиоэхо кучево-дождевых облаков,

- определения тенденции изменения радиолокационных характеристик облачных систем (полей),

- определения высот нулевой изотермы при наличии слоисто дождевых облаков,

- оценки мгновенной максимальной интенсивности выпадающих осадков,

- определения зон, занятых осадками, в радиусе их обнаружения

12.1. Основные технические данные МРЛ-2

1. Мощность в импульсе передатчика — 210 кВт.
2. Длительность импульса — 1 и 2 мкс.
3. Частота следования импульсов — 600 и 300 Гц.
4. Ширина диаграммы направленности на уровне $0,707 U_{\max}$ — $44'$.
5. Диаметр зеркала антенны — 3 м.
6. Чувствительность приемоиндикаторного устройства — не хуже —132 дБ относительно 1 Вт.
7. Типы индикаторов — ИДА, ИКО, ИДВ.
8. Общий вес аппаратуры — не более 10 000 кг.
9. Питающее напряжение трехфазное — 3 $N \sim 50$ Гц, 380 В; 3 $N \sim 400$ Гц, 220 В.
10. Потребляемая мощность — от сети 400 Гц не более 10 кВт, от сети 50 Гц не более 18 кВт.

12.2. Принцип работы

В основу работы станции положен импульсный метод радиолокации. Передающее устройство генерирует мощные короткие импульсы электромагнитной энергии СВЧ, которые по волноводному тракту поступают в антенну.

Излучение электромагнитной энергии в пространство производится антенной в виде узкого остронаправленного луча. Если энергия встречает на пути своего распространения препятствия в виде местных предметов, облаков и других метеообразований, то происходит отражение энергии в разные стороны от объекта, в том числе и в обратном направлении, т. е. в сторону МРЛ-2. Отраженные импульсы принимаются той же антенной и по волноводному тракту поступают на приемное устройство. В приемном устройстве отраженные сигналы после усиления и преобразования поступают на экраны индикаторов.

Станция МРЛ-2 может работать в двух режимах: «Настройка» и «Работа». В режиме «Настройка» производится по-блочная настройка и регулировка, а также проверка работоспособности систем и станции в целом.

Основным режимом работы станции является «Работа», когда производится оперативное получение информации о метеообразованиях.

На рис. 12.1 представлена функциональная схема МРЛ-2. Включение питания 3 $N \sim 400$ Гц, 220 В осуществляется на распределительном щите ЩЛ-009. Синхронизация работы станции производится синхронизирующими импульсами, поступающими с блока запуска БЗ-003.

Излучаемая передатчиком электромагнитная энергия измеряется встроенным измерителем мощности и контролируется по стрелочному прибору. В волноводном тракте с помощью блока наддува поддерживается избыточное давление с целью предотвращения пробоев в тракте. По приемно-волноводному

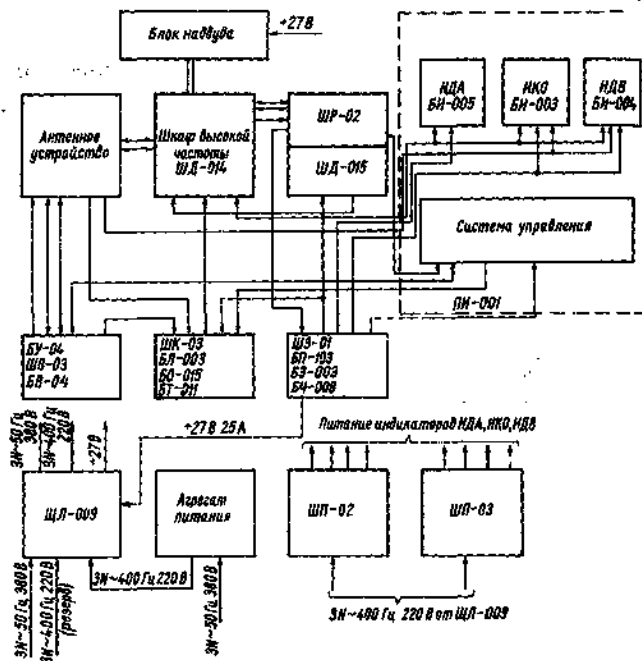


Рис. 12.1. Функциональная схема МРЛ-2.

тракту принятая антенной отраженная электромагнитная энергия передается на вход приемника. Коэффициент шума приемного устройства контролируется измерителем коэффициента шума. Принятый сигнал после усиления и детектирования поступает в блок «Изоэхо» и далее используется для создания изображений на экранах индикаторных устройств. В зависимости от установленного уровня изоэхо на индикаторах появляется

изображение метеообразований, ограниченное соответствующим контуром изохро. (При большем уровне ограничения изохро выделяются контуры более интенсивных отражений метеообразований.)

Управление антенной производится с пульта метеоролога через шкаф управления приводом. Синхронизирующие сигналы на отклоняющие системы ИКО и ИДВ поступают с датчиков азимута и угла места, связанных с механизмами качания и вращения антенны. Управление антенной в программном режиме производится с пульта программного устройства *БО-015* при участии логического устройства *БЛ-003*. Фотографирующей аппаратурой осуществляется документирование радиолокационных изображений метеообразований.

12.3. Размещение аппаратуры и ее конструкция

Аппаратура радиолокационной метеорологической станции МРЛ-2 размещается в двух помещениях. В одном помещении установлено приемопередающее устройство, сконструированное в трех шкафах (*ШД-014*, *ШД-015*, *ШР-02*) (рис. 12.1). Во втором помещении находятся шкафы управления приводом (*ШВ-03*), запуска (*ШЗ-01*), контроля (*ШК-03*), два шкафа питания (*ШП-03* и *ШП-02*), пульт метеоролога (*ПИ-001*), стол метеоролога, распределительный щит (*ШЛ-009*) и пульт дистанционного управления (*ПДУ*). Все шкафы в этом помещении расположены на одной линии для удобства наблюдений за контрольными приборами, находящимися на лицевых панелях блоков.

Основная часть аппаратуры станции сконструирована в виде отдельных типовых блоков, размещенных в шкафах. Такая конструкция позволяет легко вынимать блоки из ячеек шкафов для устранения возможных неисправностей в работе блоков, проведения профилактических работ и т. п. Все шкафы механически соединены между собой, что исключает вероятность обрыва внешних монтажных соединений при возможных сдвигах шкафов, и обеспечены приточно-вытяжной вентиляцией.

Антенное устройство установлено на крыше здания. Оно представляет собой металлическое параболическое зеркало, укрепленное на литой колонке и защищенное от атмосферных воздействий сферической радиопрозрачной оболочкой. Антенна соединена с приемопередающим устройством волноводным трактом. На пульте метеоролога находятся индикаторы ИКО (*БИ-003*) и ИДВ (*БИ-004*). Для оперативных фотосъемок с этих индикаторов на откидывающихся тубусах установлены фотокамеры. Между индикаторами ИКО и ИДВ находится

панель управления приводом, над которой размещена панель управления станцией и ее контроля, что обеспечивает удобный обзор контрольных индикаторов и приборов. На пульте установлен также переключатель устройства «Изоэх».

Контрольные вопросы

- 1 Для выполнения каких задач предназначен радиолокатор МРЛ-2?
- 2 Перечислите режимы работы МРЛ. Для чего они применяются?
- 3 Перечислите основные тактико-технические данные МРЛ-2.
- 4 Назовите основные системы, входящие в состав МРЛ, и их назначение.

ГЛАВА 13

Антенно-волноводная система

13.1. Основные характеристики

В состав антенно-волноводной системы входят параболическая антенна и волноводный тракт. Волноводный тракт обеспечивает канализацию сверхвысокочастотной энергии от передатчика к антенне и от антенны к приемнику.

Антенно-волноводная система (АВС) МРЛ-2 имеет следующие режимы работы: режим кругового обзора по азимуту со скоростью 6 об/мин, режим вертикального сканирования по углу места в секторе от -1 до $+105^\circ$; позиционный режим (довороты); программный режим.

Перечисленные режимы работы АВС обеспечивают четыре режима работы радиолокатора: режим кругового обзора; режим вертикального сканирования; позиционный режим (довороты); программный режим (программа № 1 и программа № 2).

Основные параметры системы:

- ширина диаграммы направленности на уровне 0,707 поля в E и H плоскостях не более 44 мин;
- уровень боковых лепестков не более 10% по полю;
- коэффициент усиления антенны около 40 000;
- поляризация поля антенны линейная вертикальная;
- коэффициент бегущей волны в волноводном тракте не ниже 0,8;
- потери в тракте в режиме передачи составляют 2,5 дБ, на прием 3,5 дБ.

13.2. Принцип работы

Функциональная схема антенно-волноводной системы изображена на рис. 13.1. Высокочастотные импульсы электромагнитной энергии от передатчика 1 по волноводному тракту, в состав которого входят гермосекция 2, измерительная секция 5 и соединительные волноводы 7, передаются к антенне и излучаются в пространство в виде узкого луча. Отраженные сигналы принимаются той же антенной и по волноводному тракту передаются к приемнику.

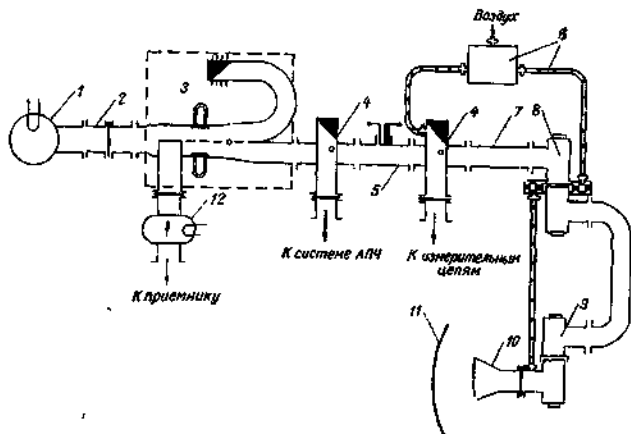


Рис 13.1 Функциональная схема антенно волноводной системы

1 — генератор СВЧ, 2 — гермосекция, 3 — ферритовый циркулятор 4 — направленный ответвитель, 5 — измерительная секция, 6 — система наддува с воздушными шлангами, 7 — соединительные волноводы, 8, 9 — вращающийся переход, 10 — облучатель, 11 — отражатель, 12 — разрядник.

Переключение антенны с передачи на прием сигналов осуществляется ферритовым циркулятором 3; ферритовый циркулятор одновременно выполняет функцию развязки, устраняя вредное влияние отражений, возникающих в тракте.

Волноводный тракт системы в рабочем состоянии находится под избыточным давлением 1,1–2,3 атм, что повышает электрическую прочность тракта. Необходимое давление в волноводном тракте обеспечивает система наддува, которая нагнетает осушенный влагопоглотителем воздух. Блок наддува с воздуш-

ными шлангами 6 представляет собой компрессор с электроприводом и элементами автоматического включения и выключения помпы. Влагопоглотитель выполнен в виде двух патронов, наполненных силикагелем. Когда влагопоглотитель сильно увлажняется, цвет зерен силикагеля изменяется от синего до розового, это является сигналом к смене осушительных элементов. Герметизация волноводного тракта обеспечивается гермоэлементами — фланцевыми соединениями, разделенными тонкой диэлектрической пластиной, не создающей отражений.

Для передачи части излучаемой мощности из основного волноводного канала к АПЧ и измерительным цепям применяются направленные ответвители 4. Направленный ответвитель представляет собой систему связанных волноводов, отверстия связи и нагрузки, служащей для поглощения возникающих отражений в тракте. В волноводном тракте используются два герметичных вращающихся перехода (8, 9), с помощью которых обеспечиваются соединения вращающихся (качающихся) частей тракта с неподвижной частью. Вращающийся переход состоит из двух волноводных элементов — вращающегося и неподвижного, каждый из которых является переходом от прямоугольного волновода к круглому. Оба элемента соединены соосно.

Чтобы обеспечить герметизацию вращающегося перехода между полированными металлическими и фторопластовыми кольцами, установлены уплотнительные кольца. Коэффициент бегущей волны вращающихся переходов составляет 0,9, что незначительно уменьшает величину передаваемого сигнала.

Энергия из волноводного тракта попадает на рупорный облучатель 10, установленный в фокусе параболоида антенны 11 и укрепленный с помощью металлических кронштейнов. Во время приема отраженных от метеопреобразований сигналов энергия, отражаясь от зеркала параболоида, собирается в фокусе его, где расположен рупорный облучатель.

13.3. Принципиальная схема АВС

Антенна состоит из параболического отражателя и рупорного облучателя. Параболический отражатель представляет собой параболоид вращения с круглым раскрытием. Диаметр раскрытия отражателя составляет 3000 мм, фокусное расстояние — 1320 мм. Рабочая поверхность отражателя выполнена из сплошного металлического листа. При установке рупорного излучателя в фокусе параболоида получается узконаправленное излучение (и прием). Коэффициент бегущей волны в волноводе облучателя антенны в рабочем диапазоне частот не менее 0,9.

Рис. 13.2. Циркулятор.

Во время генерирования зондирующего импульса поступившая в плечо циркулятора *A* энергия делится двойным тройником на две равные части, проходит ферритовые фазовращатели и щелевым мостом направляется в плечо *B*, соединенное с антенной. Принятая антенной энергия делится на две равные части щелевым мостом, проходит фазовращатели и тройником направляется в плечо *B*, соединенное с приемником. Во время генерирования зондирующего импульса энергия, отраженная от антенны и неоднородно-

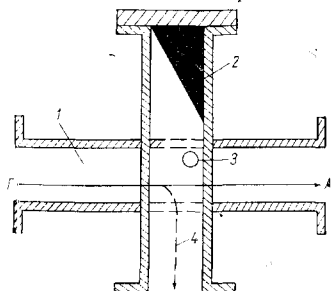


Рис. 13.3. Направленный ответчик.

стей волноводного тракта, поступает в плечо *B*. Поскольку эта энергия велика, разрядник загорается и отражает практически всю приходящую на него энергию. Отраженная энергия поступает в плечо моста, соединенное с нагрузкой, и поглощается этой нагрузкой. Тем самым устраняется воздействие на магнетрон энергии, отраженной от антенны и неоднородностей волноводного тракта.

Направленный ответитель АПЧ представляет собой систему связанных волноводов. Один волновод (1) (рис. 13.3) включается в основной волноводный тракт, а к другому (4)

подключается АПЧ. Волноводы связаны между собой круглым отверстием 3. Выбором размеров и положения элемента связи достигается требуемое переходное затухание ответвителя. Нагрузка 2 поглощает энергию, поступающую в плечо 3 из-за неидеальных характеристик ответвителя и наличия отражений в тракте. Второй направленный ответвитель, аналогичный по своей конструкции первому, служит для подключения измерительных приборов.

Система наддува волноводного тракта состоит из блока наддува, влагопоглотителя и соединительных шлангов. Принципиальная схема блока наддува изображена на рис. 13.4.

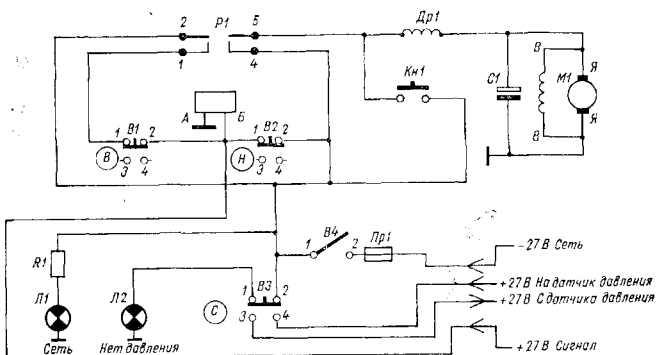


Рис. 13.4. Принципиальная схема блока наддува.

В качестве датчиков давления используются регулируемые сильфоны. Сильфоны «В», «Н», «С» связаны с микровыключателями В1, В2 и В3. Микровыключатели В1 и В2 с помощью реле Р1 включают и выключают компрессор. Микровыключатель В3 выдает сигнал при понижении избыточного давления в волноводном тракте до $1,1 \pm 0,1$ кгс/см². Блокировка по превышению избыточного давления обеспечивается предохранительным клапаном, настроенным на избыточное давление $2,3 \pm 0,2$ кгс/см². Осушение нагнетаемого воздуха осуществляется влагопоглотителем. Последовательно к каждому патрону подключена стеклянная трубка с силикагелем-индикатором. По изменению цвета зерен силикагеля-индикатора от синего до розового можно судить об интенсивности насыщения влагой патро-

нов. Патрон осушителя с надписью «Наддув» включен на входе блока наддува, патрон с надписью «Циркуляция» — на выходе.

При включении тумблера *B4* напряжение +27 В поступает через контакты 1—2 микровыключателя *B2* на обмотку реле *P1*. Реле срабатывает и своими контактами 4—5 подает напряжение +27 В на двигатель помпы *M1*, а контактами 1—2 встает на самоблокировку. Одновременно на лицевой панели блока наддува загорятся сигнальные лампочки *L1* «Сеть» и *L2* «Нет давления». Блок наддува начнет нагнетать воздух в волноводный тракт. При достижении давления в волноводном тракте $1,1 \pm \pm 0,1$ кгс/см² сработает микровыключатель *B3*, лампочка *L2* «Нет давления» погаснет, а через контакты 3—4 микровыключателя будет подано напряжение +27 В для формирования сигнала блокировки. Когда избыточное давление в волноводном тракте станет равным $1,4 \pm_{+0,2}^{+0,1}$ кгс/см², сработает микровыключатель *B2* и разомкнет свои контакты 1—2. При этом реле *P1* будет получать питание через контакты 1—2 микровыключателя *B1* и контакты 1—2 реле *P1*. При избыточном давлении в волноводном тракте $1,8 \pm_{-0,1}^{-0,2}$ кгс/см² срабатывает микровыключатель *B1* и блок наддува выключается. Когда избыточное давление снизится до $1,4 \pm_{-0,2}^{+0,1}$ кгс/см², сработает микровыключатель *B2* и контактами 1, 2 включит блок наддува, цикл повторится. Двигатель постоянного тока *M1* обеспечивает работу компрессора. Для уменьшения воздушных пульсаций при работе компрессора предусмотрен ресивер на 0,5 л.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные элементы антенно-волноводного тракта и их назначение.
2. Чем определяются потери в антенно-волноводном тракте при передаче и приеме энергии СВЧ?
3. Расскажите о назначении наддува в волноводном тракте.
4. Что такое диаграмма направленности антенны и как она определяется?
5. Объясните влияние коэффициента бегущей волны на потери СВЧ энергии в волноводном тракте.

Передающее устройство

14.1. Назначение и состав

Передающее устройство предназначено для генерирования кратковременных импульсов электромагнитной энергии в диапазоне СВЧ, которые по волноводному тракту передаются в антенну и излучаются в пространство. Конструктивно передающее устройство выполнено в виде шкафов, в которых размещаются блоки устройства.

В шкафу ШД-015 размещены следующие блоки: подмодулятор БМ-011; модулятор БМ-012; высоковольтный выпрямитель ШП-01; блок контроля БК-015; блок регулятора БВ-01М; блок управления БВ-030. Шкаф ШД-014 включает в себя: магнетронный генератор; выпрямитель поджига — 1000 В; модулятор генератора шумов; систему наддува; счетчики часов работы устройства; вентиляторы обдува магнетрона; элементы волноводного тракта; блок управления приемником.

14.2. Принцип работы

Функциональная схема устройства приведена на рис. 14.1. Включение и выключение передатчика, а также управление его работой производятся в блоке управления. Синхронизирующим импульсом запускается подмодулятор, формирующий импульсы необходимой длительности и амплитуды, которые поступают затем на модулятор.

Модулятор усиливает импульсы до амплитуды, обеспечивающей работу магнетронного генератора в заданном режиме. В ре-

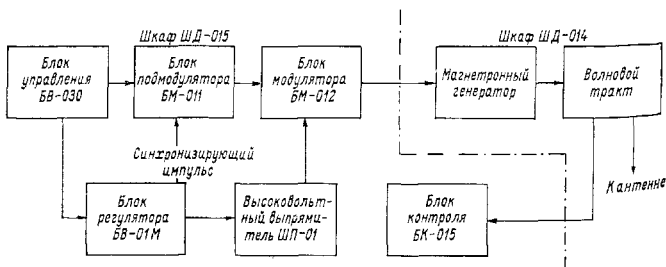


Рис. 14.1. Функциональная схема передатчика.

жиме I магнетрон генерирует импульсы электромагнитной энергии длительностью $\tau_1 = 1$ мкс при частоте повторения $F_1 = 600$ имп/с, в режиме II — импульсы длительностью $\tau_2 = 2$ мкс при $F_2 = 300$ имп/с.

Импульсная мощность в обоих режимах магнетронного генератора $P_{\text{имп}} \geq 210$ кВт.

Анодные цепи модулятора питаются напряжением 26 кВ, вырабатываемым высоковольтным выпрямителем. Постоянный уровень напряжения выпрямителя поддерживается блоком регулятора.

Блок контроля даст возможность контролировать излучаемую энергию.

14.3. Принципиальная схема передатчика

Подмодулятор (рис. 14.2) состоит из усилителя $L1a$, блокинг-генератора $L1b$, двух катодных повторителей $L2$, формирующего каскада $L3$ и усилителя мощности $L4$.

Линия задержки, состоящая из трех звеньев, обеспечивает режим работы подмодулятора и передатчика.

Запускающий положительный импульс через конденсатор $C1$ поступает на управляющую сетку усилителя $L1a$. Усиленные импульсы синхронизируют работу блокинг-генератора $L1b$, работающего в автоколебательном режиме. Собственная частота повторения импульсов блокинг-генератора определяется постоянной времени цепи $C2, R4$ или $(C2 + C3), R4$ в соответствии с режимами I или II.

При работе подмодулятора в режиме I реле $P1$ обесточено. Контакты 1—2 и 5—6 замкнуты. Конденсатор $C3$ отключен. Блокинг-генератор генерирует импульсы с частотой $F_1 = 600$ имп/с, которые через катодный повторитель $L2a$ подаются на правую половину формирующего каскада $L3$. Эти же импульсы через линию задержки $L3-3$ и $L3-2$ и катодный повторитель $L2b$ поступают на левую половину лампы $L3$.

Нагрузкой обеих половин лампы $L3$ является один импульсный трансформатор $Tr2$, обмотки которого 1—2 и 5—6, подключенные к анодам, включены встречно. В результате на выходной обмотке 4—3 происходит амплитудное вычитание из прямого импульса, усиленного правым триодом $L3$, импульса задержанного, усиленного левым триодом $L3$. Таким образом, когда открыта правая половина $L3$, импульсное напряжение на 1-й сетке $L4$ будет положительным. В том случае, если открыты обе половины $L3$, на сетке $L4$ импульсное напряжение равно нулю. Когда открыта левая половина $L3$, импульсное напряжение отрицательно. Следовательно, время, в течение которого на сетке

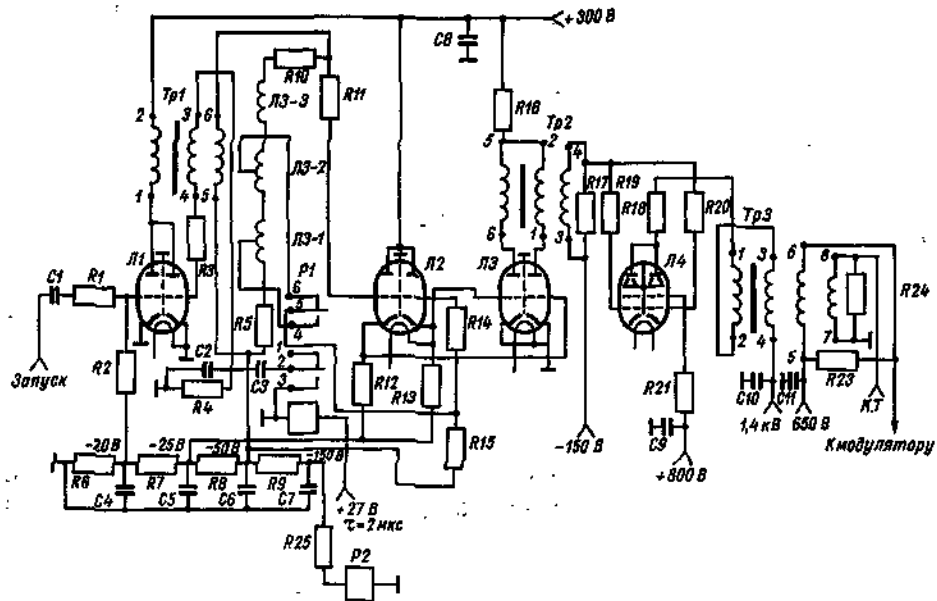


Рис. 14.2. Принципиальная схема подмодулятора.

Л4 импульсное напряжение положительно, определяется временем задержки ЛЗ-3 и ЛЗ-2. В режиме II на обмотку реле Р1 подается напряжение 27 В, реле срабатывает и его контакты 2—3 и 4—5 замыкаются. Параллельно С2 подключается С3, что уменьшает собственную частоту блокинг-генератора Л16 до 300 имп/с. В этом режиме задержанный импульс поступит на сетку лампы Л3а с большой задержкой относительно основного импульса. Время, в течение которого на сетке Л4 импульсное напряжение положительно, определяется временем задержки ЛЗ-3 и ЛЗ-2. Это время задержки изменяется посредством перепайки по отводам, выведенным на линиях задержки (ЛЗ-1 и ЛЗ-2) через каждые 0,5 мкс.

С выходной обмотки трансформатора Тр2 сформированный по длительности положительный импульс амплитудой порядка 150 В подается на управляющую сетку оконечного усилителя, собранного на модуляторном тетроде Л4 (ГМИ-6). Лампа Л4 заперта смещением —105 В по управляющей сетке. Положительный импульс, поступающий с выходной обмотки Тр2, усиливается лампой Л4. С обмотки 6—5 Тр3, включенного в анодную цепь, снимаются положительные импульсы амплитудой 850 ± 75 В, длительностью 1,2 мкс в режиме I и 2,2 мкс в режиме II и подаются на вход модулятора передатчика.

Резисторы R19, R20, R21 препятствуют возникновению паразитных колебаний в оконечном усилителе.

Модулятор. В передатчике МРЛ применяется схема модулятора с частичным разрядом накопительного конденсатора на магнетрон (рис. 14.3). Коммутирующим элементом в модуляторе является импульсный тетрод типа ГМИ-14Б. На управляющую сетку лампы модулятора подается постоянное напряжение смещения —600 В. При отсутствии импульсов подмодулятора, а значит, и в промежутках между ними, лампа заперта и конденсатор С2 заряжается от высоковольтного выпрямителя по цепи: высоковольтный выпрямитель — резистор R2 — конденсатор С2 — резисторы R10 и R13 — прибор ИП-2, зашунтированный резистором R9, — резисторы R5, R7, R8 — корпус.

С приходом положительного импульса на управляющую сетку модуляторной лампы последняя отпирается и конденсатор С2 разряжается через лампу на магнетрон. Внутреннее сопротивление лампы мало, поэтому все напряжение конденсатора С2 приложено к магнетрону. На катоде магнетрона создается отрицательный импульс напряжения порядка 23—24 кВ. Этого напряжения достаточно, чтобы в магнетроне возбудить СВЧ колебания. Прибор ИП-2 позволяет контролировать ток магнетрона.

Регулятор напряжения РН-0,5 используется для ограничения бросков тока накала и регулирования напряжения накала

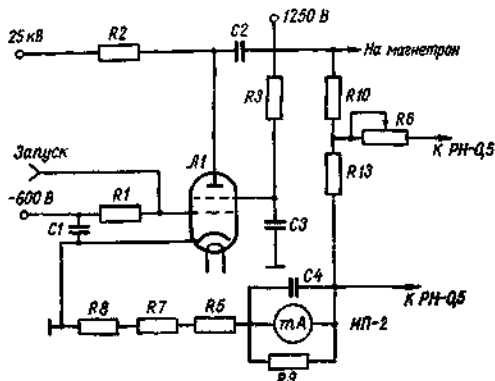


Рис. 14.3 Принципиальная схема модулятора.

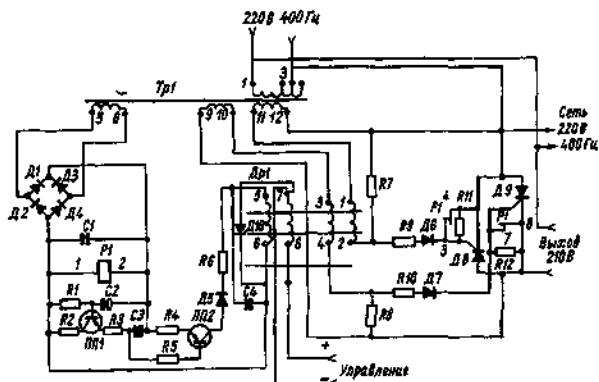


Рис 144 Принципиальная схема РН 0,5

магистрона Принципиальная схема РН-0,5 приведена на рис 14.4. При подаче напряжения сети 220 В, 400 Гц на входную обмотку трансформатора *Tr1* напряжение на выходе регулятора в первый момент отсутствует, так как управляющие переходы тиристоров *Д8—Д9* зашунтированы контактами реле *Р1* и тиристоры

залерты. При срабатывании реле $P1$ управляющие переходы тиристоров расшунтировываются, с магнитного усилителя подается сигнал управления на управляющий переход с большим углом включения тиристоров. На выходе регулятора появляется начальное напряжение порядка 8—10 В. По мере заряда конденсаторов $C2$ — $C3$ начинает увеличиваться базовый ток усилителя постоянного тока, собранного на триоде $ПП2$, что приводит к увеличению коллекторного тока $УПТ$, а следовательно, к увеличению тока в обмотке управления 5—6 магнитного усилителя, собранного на дросселе $Др1$. Сердечник магнитного усилителя подмагничивается и на выходе усилителя растет среднее значение выходного напряжения, что приводит к уменьшению угла включения тиристоров $Д8$ — $Д9$.

При действии тока управления (средний ток анода магнетрона) появляется ток в обмотках управления магнитного усилителя 5—6, 7—8. Сердечник $Др1$ начинает размагничиваться и на выходе магнитного усилителя среднее значение напряжения уменьшается, т. е. увеличивается угол включения тиристоров, что приводит к снижению напряжения на выходе регулятора в соответствии с накальной характеристикой магнетрона. Это напряжение используется для питания накальной цепи магнетрона.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные функциональные узлы передающего устройства и расскажите о их взаимодействии.
2. Каким способом формируется длительность зондирующего импульса?
3. Покажите цепь заряда и разряда накопительного конденсатора.
4. Как рассчитать среднюю мощность генератора СВЧ?
5. Для чего нужна тренировка вновь установленного генератора (магнетрона)?
6. Объясните назначение линейки регулировки накального напряжения генератора.
7. Расскажите о принципе работы блока регулятора высокого напряжения.
8. Расскажите, как настроить генератор передающего устройства на заданную частоту генерации.

ГЛАВА 15

Приемное устройство

15.1. Техническая характеристика и состав

Поступающие на вход приемника сигналы имеют очень незначительную величину. В приемном устройстве они усиливаются и преобразуются до величин, необходимых для нормальной работы исполнительных устройств. Приемник собран по супер-

гетеродинной схеме с усилителем высокой частоты, включенным с целью повышения чувствительности. Автоматическая подстройка частоты и стабилизация усиления позволяют обеспечить постоянство промежуточной частоты и коэффициента усиления приемника.

Для обеспечения большого динамического диапазона по входу применен усилитель промежуточной частоты с логарифмической амплитудной характеристикой (УПЧ с ЛАХ). В приемном устройстве предусмотрены стабилизация усиления, а также оперативный контроль усиления и чувствительности во время работы станции. Автоматика в приемном устройстве обеспечивает дистанционное включение, регулировку и контроль за работой приемного устройства.

Конструктивно приемное устройство размещено в двух шкафах. В шкафу ШР-02 размещены блоки: БУ-013 (усилитель высокой частоты); БР-008 (высокочастотная часть приемника); БУ-014 (низкочастотная часть приемника); БУ-170 (блок питания приемника). В шкафу ШД-014 расположен блок управления приемником БВ-029.

Технические характеристики приемника:

- чувствительность приемного устройства по минимально обнаруживаемому сигналу не хуже 132 дБ/Вт;
- полоса пропускания по промежуточной частоте 1,5 МГц;
- амплитуда выходного сигнала не менее 5 В;
- коррекция выходных сигналов на расстояние осуществляется в пределах 8—100 км или 8—300 км;
- промежуточная частота 60 МГц;
- динамический диапазон входных сигналов не менее 70 дБ.

15.2. Принцип работы приемного устройства

Рассмотрим работу приемного устройства по функциональной схеме (рис. 15.1, см. вклейку).

Принятый антенной сигнал по волноводному тракту через разрядник и генератор шума поступает на вход УВЧ. Усиленный сигнал с выхода УВЧ по волноводу через преселектор подается на вход балансного смесителя, на который одновременно поступает сигнал гетеродина в виде непрерывных высокочастотных колебаний.

Преселектор представляет собой перестраиваемый объемный контур, позволяющий выделить полезный сигнал и подавить шумы и посторонние сигналы по зеркальному каналу приема. При смешивании частот отраженного сигнала и сигнала гетеродина на выходе смесителя получается сигнал промежуточной частоты 60 МГц. Выходной сигнал смесителя усиливается двумя

каскадами предварительного усилителя промежуточной частоты (*ПУПЧ*) и по высокочастотному кабелю подается в блок БУ-014 на вход предварительного усилителя промежуточной частоты с фильтром сосредоточенной селекции (*ПУПЧ ФСС*). В *ПУПЧ ФСС* осуществляются автоматическая и ручная регулировки усиления, действующие на два регулируемых каскада *ПУПЧ*. С *ПУПЧ ФСС* сигнал промежуточной частоты подается по высокочастотному кабелю на вход усилителя промежуточной частоты с логарифмической амплитудной характеристикой *УПЧ* с *ЛАХ*.

УПЧ с *ЛАХ* состоит из девяти каскадов. В каждом каскаде происходит детектирование сигналов. Видеоимпульсы каждого каскада усиливаются и суммируются с помощью линий задержки в один отрицательный видеоимпульс, который поступает через катодный повторитель на два видеусилителя. С выходов видеусилителя сигнал поступает на схему *АСУ* и схему сложения.

Схема сложения осуществляет коррекцию отраженных сигналов на расстояние без изменения чувствительности путем сложения по видеочастоте сигнала с выхода приемника с напряжением сигнала коррекции. Оба сигнала подаются на каскад сложения.

Суммарный сигнал через фазоинвертор поступает на каскад совпадения. Одновременно на каскад совпадения подается импульс стробирования для того, чтобы при отсутствии сигналов на выходе приемника корректирующее напряжение не попадало на вход индикаторных устройств и не вызывало ложной засветки экранов индикаторов.

Формирование стробирующего импульса происходит по следующему каналу: сигнал промежуточной частоты с выхода последнего (10-го каскада) *УПЧ* детектируется диодом *Д1* и поступает на каскад стробирования в схеме сложения. Стробирующий импульс отпирает нормально запертый каскад совпадения на время действия суммарного напряжения на его входе. С выхода каскада совпадения сигнал подается на видеусилитель, обеспечивающий амплитуду импульсов, требуемую для нормальной работы исполнительных устройств. Сигнал с видеусилителя через ограничитель по минимуму и катодный повторитель по высокочастотному кабелю подается на схему «Изоэхо».

Напряжение коррекции отраженного сигнала на расстояние вырабатывается в схеме формирования корректирующего напряжения. Генератор рабочего импульса (ждущий мультивибратор) при поступлении запускающего импульса вырабатывает импульс длительности: 2000 мкс — при корректировке на расстояние до 300 км, 670 мкс — при корректировке на расстояние до 100 км. Этими импульсами запускается генератор «пилы». Пилообразное напряжение с генератора подается на схему

«R-диод», формирующую напряжение коррекции, изменяющееся в соответствии с законом $Ig R$. Напряжение коррекции поступает на линейный регулируемый видеоусилитель. Амплитуда кривой коррекции регулируется с тем, чтобы обеспечить одинаковое основание логарифмирования пилообразного напряжения с основанием логарифмирования отраженных сигналов в УПЧ.

Схема автоматической подстройки частоты гетеродина. Высоочастотные импульсы передатчика, ослабленные направленным ответвителем передающего тракта, подаются на смеситель АПЧ, на который одновременно подается сигнал гетеродина через делитель мощности. Напряжение промежуточной частоты с выхода смесителя АПЧ поступает на УПЧ, где усиливается одним каскадом и подается на вход дискриминатора. Амплитуда и полярность выходного напряжения дискриминатора зависят от величины ухода промежуточной частоты в ту или другую сторону от значения 60 МГц. Это напряжение детектируется пиковым детектором и используется в схеме поиска и слежения.

Схема поиска и слежения представляет собой генератор линейно-падающего напряжения. При отсутствии сигнала передатчика генератор работает в режиме поиска, вырабатывая пилообразное напряжение. При наличии сигнала передатчика, когда на выходе балансного смесителя канала АПЧ получается промежуточная частота, близкая к 60 МГц, и на выходе дискриминатора получается сигнал положительной полярности, схема переходит в режим слежения. При этом пиковый детектор вырабатывает отрицательное напряжение, которое срывает генерацию генератора линейно-падающего напряжения. Генератор начинает работать как усилитель постоянного напряжения, производя непрерывную подстройку частоты гетеродина и обеспечивая постоянство промежуточной частоты, близкой к 60 МГц.

Контроль промежуточной частоты осуществляется по стрелочному прибору, установленному на выходе схемы контроля ПЧ. Сигнал промежуточной частоты с первого каскада схемы АПЧ подается на вход схемы контроля ПЧ, где усиливается двумя каскадами УПЧ, ограничивается и поступает на амплитудный детектор.

Амплитуда импульсов отрицательной полярности на выходе амплитудного детектора зависит только от частоты. Эти импульсы подаются на пиковый детектор. Постоянная составляющая на выходе пикового детектора будет также зависеть только от частоты. На первый вход каскада сравнения подается напряжение с пикового детектора, а на второй вход — постоянное напряжение смещения. При отсутствии сигналов промежуточной частоты токи в обоих плечах катодного повторителя равны и стрелка прибора, включенного в катодные цепи, стоит на нуле.

При наличии сигнала промежуточной частоты 60 МГц стрелка прибора отклонится в рабочий сектор.

Стабилизация усиления, контроль чувствительности, усиления и коррекции. В приемном устройстве предусмотрены автоматическая стабилизация усиления АСУ, а также контроль чувствительности, усиления и коррекции. Для этой цели используется шумовой генератор ГШ-2, обеспечивающий высокую точность и стабильность мощности опорного шумового сигнала.

В конце каждого рекуррентного периода шумовой генератор выдаст калиброванный шумовой сигнал. Схема временных задержек создает режим выдачи импульсов, управляющих модуляцией шумового генератора и работой схемы АСУ и контроля чувствительности. Временное расположение импульсов шумового генератора зависит от режима работы станции.

Схема временных задержек построена по принципу последовательных задержек, что обеспечивает высокую стабильность взаимного расположения запускающих импульсов.

После первой задержки импульс запуска, задержанный на время $T1$, поступает на схему второй задержки и на схему контроля чувствительности для запуска генератора стробирующего импульса. Импульс, задержанный второй задержкой на время $T2$, поступает на схему третьей задержки и на генератор запуска ГШ. Положительные импульсы с генератора запуска ГШ подаются на модулятор, который запускает генератор шума.

Генератор запуска ГШ в режиме «Контроль коррекции» запускается импульсами со схемы задержки $T4$. При этом шумовой генератор выдаст опорный шумовой сигнал, расположенный в конце рабочего участка и служащий для контроля постоянства амплитуды кривой корректирующего напряжения.

Импульсы со схемы третьей задержки запускают генераторы стробирующих импульсов шумового сигнала схемы АСУ и контроля чувствительности.

Выходными импульсами генератора схемы АСУ управляются каскады стробирования и предварительного подстробирования, которые выделяют из видеосигнала опорный шумовой сигнал, равный длительности стробирующих импульсов. На каскад подстробирования одновременно подается видеосигнал с УПЧ. Шумовой сигнал поступает на пиковый детектор схемы контроля усиления и на ограничитель АСУ по минимуму. Постоянное напряжение пикового детектора через каскад сравнения поступает на измерительный стрелочный прибор для контроля усиления.

Сигнал после ограничения усиливается двухкаскадным видеоусилителем и подается на пиковый детектор АСУ. Управляющее напряжение с пикового детектора поступает на регулируемые каскады схемы ПУПЧ с ФСС.

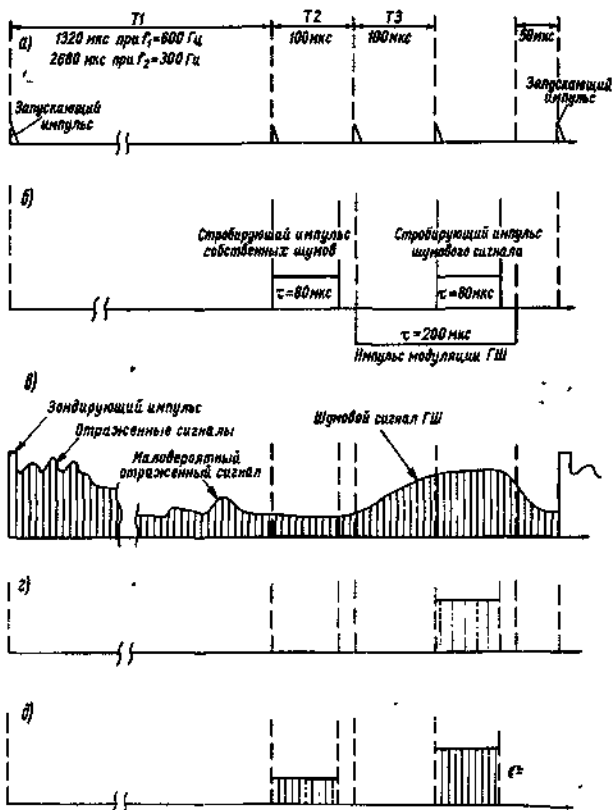


Рис. 15.2. Временные диаграммы работы АСУ, контроля усиления и чувствительности.

а — временное расположение задержанных запускающих импульсов; б — временное расположение стробирующих импульсов и импульса модуляции ГШ; в — картина сигналов с основного выхода УЛУ с ЛАХ; г — рабочий импульс схемы АСУ и контроля усиления; д — рабочие импульсы схемы контроля чувствительности.

Контроль чувствительности производится путем сравнения двух постоянных напряжений, величины которых пропорциональны мощности собственных шумов и суммарной мощности калиброванного шумового сигнала и собственных шумов.

На два одинаковых генератора строба поступают запускающие импульсы: один — со схемы первой задержки, второй — со схемы третьей задержки. На каскады стробирования подается положительный видеосигнал со специального выхода УПЧ. Первый каскад стробирования выделяет шумовой импульсный сигнал, пропорциональный мощности собственных шумов приемника, а второй каскад — шумовой импульсный сигнал, пропорциональный суммарной мощности шумового сигнала ГШ и собственных шумов. Оба сигнала поступают на свои пиковые детекторы. Постоянные напряжения с пиковых детекторов подаются на схему сравнения, выход которой подключен к измерительному прибору. На шкалу прибора нанесен сектор, соответствующий отклонению чувствительности от номинального значения на ± 3 дБ. Временные диаграммы, поясняющие принцип работы схем АСУ, контроля усиления и чувствительности, приведены на рис. 15.2.

15.3. Принципиальная схема приемного устройства

Блок усилителя высокой частоты БУ-013 предназначен для повышения чувствительности приемного устройства и усиления принятых антенной высокочастотных сигналов в рабочем диапазоне волн. В состав блока БУ-013, кроме усилителя высокой частоты, входят выпрямитель накала и линейка питания ЛП-01.

Усилитель высокой частоты выполнен на лампе бегущей волны (ЛБВ) марки 40057А, что позволило значительно уменьшить собственные шумы усилителя. Лампа бегущей волны связана с антенной и приемником посредством элементов связи, выполненных в волноводе. Ослабление собственных шумов УВЧ обеспечивается подачей положительных напряжений на специальные электроды, находящиеся в прикатодной области ЛБВ. Эти напряжения подбираются с помощью делителей напряжений при смене ЛБВ.

Для подавления шумов и вредных сигналов, а также выделения полезного сигнала на выходе УВЧ установлен преселектор. Он представляет собой перестраиваемый объемный контур, имеющий резонансную характеристику, подобную характеристике обычных одиночных контуров. Перестройка преселектора производится вручную при помощи винта, погружающего в контур штырь из диэлектрика. Связь входа и выхода осуществляется через круглые отверстия в диафрагмах контура. Уста-

новлеи преселектор в волноводе, соединяющем выход УВЧ со входом приемника

Блок приемника БР-008 предназначен для преобразования и предварительного усиления отраженных сигналов и состоит из следующих узлов волновода с аттенуатором, волноводно кабельного перехода, смесителя, ПУПЧ, схемы АПЧ, схемы поиска и слежения, схемы контроля ПЧ, источников питания. Все органы управления, измерительные приборы и контрольные гнезда выведены на переднюю панель блока

Смеситель преобразует сигналы высокой частоты в сигналы

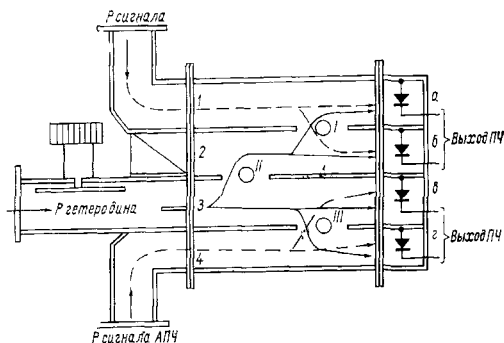


Рис 153 Принципиальная схема смесителя

промежуточной частоты. Выполнен смеситель из прямоугольных волноводов. В его состав входят

— балансный смеситель канала сигнала, преобразующий высокочастотный сигнал, который поступает на антенны через УВЧ, в сигнал промежуточной частоты,

— балансный смеситель канала АПЧ, преобразующий высокочастотный сигнал передатчика в сигнал промежуточной частоты

Конструктивно смеситель выполнен из трех отдельных узлов, соединенных между собой посредством контактных фланцев блока детекторных секций, блока волноводных мостов и волновода с аттенуатором. На принципиальной схеме смесителя (рис 153) изображены все узлы в сборе

Блок детекторных секций состоит из четырех согласованных детекторов. Два из них (а и б) относятся к смесителю сигнала и два (в и г) — к смесителю сигнала АПЧ

Блок волноводных мостов представляет собой узел, состоящий из трех волноводных щелевых мостов. Этот блок выполняет роль разветвителя и делителя мощности сигналов, поступающих на его вход, а также сдвигает фазу сигнала в плечах балансного смесителя на 90° относительно друг друга. Каждый волноводный щелевой мост представляет собой два спаянных по узкой стенке волновода, соединенных между собой через отверстие связи. В центре каждой щели установлен емкостной штырь, обеспечивающий согласование моста и деление мощности, поступающей в одно из плеч, на две равные части. На рис. 15.3 схематически показаны разветвление и деление мощности в блоке волноводных мостов.

Мощность отраженных сигналов от антенны через ЛБВ поступает в плечо *1*, делится волноводным мостом *I* пополам и далее поступает в детекторные секции *а* и *б*. Поступающая в плечо *3* мощность гетеродина делится пополам дважды: сначала волноводным мостом *II*, а затем каждая половина делится еще раз мостами *I* и *III*. Таким образом, мощность гетеродина делится на четыре равные части и поступает в детекторные секции *а*, *б*, *в* и *г*. Импульсная мощность сигналов передатчика, поступающих в плечо *4*, делится пополам мостом *III* и подается в детекторные секции *в* и *г*.

Для нормальной работы балансного смесителя необходимо, чтобы на каждый кристалл смесителя поступала мощность от гетеродина порядка 0,5 мВт, что соответствует току кристалла 0,5—0,7 мА. С целью подбора необходимой мощности, поступающей от гетеродина, в подводящем волноводе установлен переменный аттенюатор. Для поглощения отраженной мощности, возникающей в результате недостаточно хорошо согласованных детекторов, и исключения возможности попадания ее из канала сигнала в канал АПЧ и наоборот в волноводе плеча *2* установлена согласованная нагрузка.

Предварительный усилитель промежуточной частоты (ПУПЧ) предназначен для предварительного усиления сигнала промежуточной частоты и подачи его в блок усилителя БУ-014. Он имеет коэффициент усиления не менее 4, полосу пропускания 4—8 МГц. Принципиальная электрическая схема ПУПЧ изображена на рис. 15.4.

Предварительный усилитель промежуточной частоты состоит из двух каскадов, собранных на лампах 6Ж9П-Е. Сигнал с выхода балансного смесителя поступает на вход ПУПЧ через переходные емкости *C1*, *C2* и резистор *R5*. Величина *R5* подобрана из расчета получения наилучшего коэффициента шума ПУПЧ. Контроль за токами кристаллов осуществляется измерительным прибором, на который эти токи поступают через фильтры, состоящие из дросселей *Др1*, *Др2*, *Др7*, *Др8* и емкостей *C3*, *C4*, *C5*, *C6*.

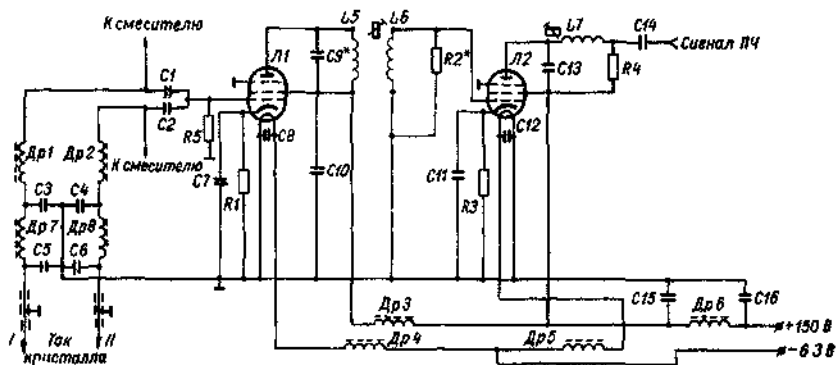


Рис 154 Принципиальная схема ПУПЧ

Первый каскад ПУПЧ является каскадом с индуктивно связанным контуром и шунтирующим сопротивлением в сеточном контуре. Анодный контур образован индуктивностью $L5$ и емкостью $C9$, выходной емкостью лампы $\Pi1$ и емкостью монтажа.

Сеточный контур состоит из индуктивности $L6$, входной емкости лампы $\Pi2$ и емкости монтажа. Шунтирующее сопротивление $R2$ обеспечивает необходимую полосу пропускания усилителя.

Выделенный в сеточном контуре сигнал промежуточной частоты поступает на управляющую сетку лампы $\Pi2$ второго каскада усилителя. Второй каскад нагружен на высокочастотный кабель, поэтому, кроме усиления, он обеспечивает передачу сигнала по кабелю без искажений. Для этого последовательно с резистором $R4$ в анод лампы включена индуктивность $L7$, образующая вместе с емкостью $C13$, выходной емкостью лампы $\Pi2$ и емкостью монтажа контур второго каскада усилителя. Сигнал, выделенный в этом контуре, через разделительный конденсатор $C14$ подается по высокочастотному кабелю в блок БУ-014.

Для повышения устойчивости работы ПУПЧ в накальные цепи включены развязывающие фильтры, состоящие из дросселей $Др4$, $Др5$ и емкостей $C8$, $C12$, а в анодные и экранные цепи — фильтры, состоящие из дросселей $Др3$, $Др6$ и емкостей $C10$, $C15$, $C16$.

Канал автоматической подстройки частоты предназначен для поддержания постоянства промежуточной частоты при изменении частоты сигнала в допустимых пределах. В канал АПЧ (рис. 15.5) входят: схема АПЧ, пиковый детектор, генератор линейно-падающего напряжения, гетеродин, балансный смеситель канала АПЧ.

В схему АПЧ входят: каскад УПЧ, собранный на лампе $\Pi1$; дискриминатор — на лампах $\Pi2$ и $\Pi3$; видеоусилитель — на лампе $\Pi4$.

Сигнал промежуточной частоты с выхода смесителя канала АПЧ через разъемы $\Pi2$ и $\Pi3$ поступает на вход схемы АПЧ. Входная цепь и цепь измерения тока кристалла собраны аналогично входной цепи ПУПЧ (описанной выше).

Особенностью каскада УПЧ, собранного на лампе $\Pi1$, является то, что он не только усиливает сигнал, но и разделяет его на два канала. Это достигается применением пентода с двумя раздельными анодами.

В левый анод лампы $\Pi1$ включен контур, настроенный на 60 МГц, состоящий из индуктивности $L5$, емкости $C5$, выходной емкости лампы $\Pi1$ и емкости монтажа. Сигнал промежуточной частоты, выделенный на этом контуре, подается на схему контура ПЧ. В правый анод лампы $\Pi1$ включен контур $L6$, $C11$,

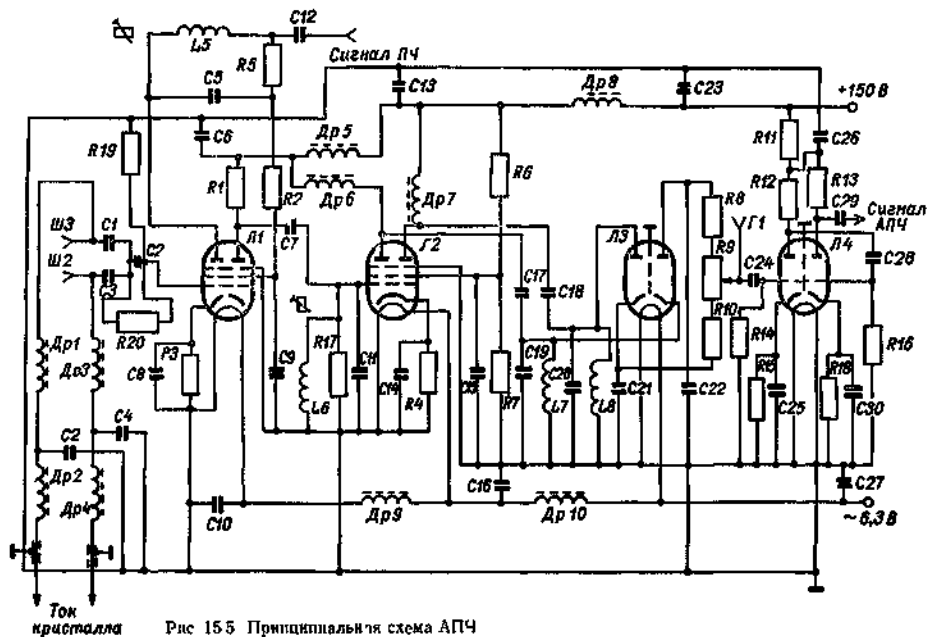


Рис 155 Принципиальная схема АПЧ

также настроенный на частоту 60 МГц. Выделенный на этом контуре сигнал подается на управляющую сетку лампы Л2 дискриминатора.

Дискриминатор представляет собой два узкополосных усилителя с полосой 1,2 МГц, средние частоты которых ($f_1=59$ МГц и $f_2=61$ МГц) расположены симметрично относительно промежуточной частоты $f_0=60$ МГц.

В цепь правого анода усилителя Л2 включены контур Л8, С20, настроенный на частоту $f_1=59$ МГц, и детектор Л3а. В цепь левого анода усилителя Л2 включены контур Л7, С19, настроенный на частоту $f_2=61$ МГц, и детектор Л3б. Детекторы в каналах дискриминатора включены так, что на выходе левого детектора сигнал будет положительной полярности, а на выходе правого — отрицательной.

Резисторы R8, R9, R10 являются нагрузкой детекторов, на которой выделяется разностный сигнал дискриминатора. Разностный импульсный сигнал через разделительный конденсатор С24 подается на видеоусилитель Л4, собранный по реостатной схеме усиления на двойном триоде. Усиленный двумя каскадами видеоусилителя, импульсный сигнал через разделительный конденсатор С29 подается по высокочастотному кабелю на пиковый детектор, включенный в схему поиска и слежения.

В накальные, анодные и экранные цепи ламп АПЧ включены развязывающие фильтры, состоящие из дросселей Др9, Др10, Др5, Др8 и конденсаторов С10, С16, С27, С6, С13, С23.

В состав схемы поиска и слежения (рис. 15.6) входят пиковый детектор Д2 и генератор линейно-падающего напряжения на лампе Л1.

Схема работает в режиме слежения только тогда, когда на вход пикового детектора приходит положительный разностный сигнал. Пиковый детектор позволяет получить из положительных импульсных разностных сигналов постоянное управляющее напряжение. Генератор линейно-падающего напряжения может работать в качестве генератора пилообразного напряжения и усилителя постоянного тока. При отсутствии управляющего напряжения с пикового детектора генератор работает в автоколебательном режиме. Конденсатор С1 периодически заряжается и разряжается по пилообразному закону. Если с пикового детектора на управляющую сетку лампы Л1 поступает отрицательное управляющее напряжение через резистор R7, а это происходит тогда, когда промежуточная частота близка к 60 МГц, то происходит срыв генерации пилообразного напряжения и генератор начинает работать как усилитель постоянного напряжения. Это напряжение используется для подстройки частоты гетеродина.

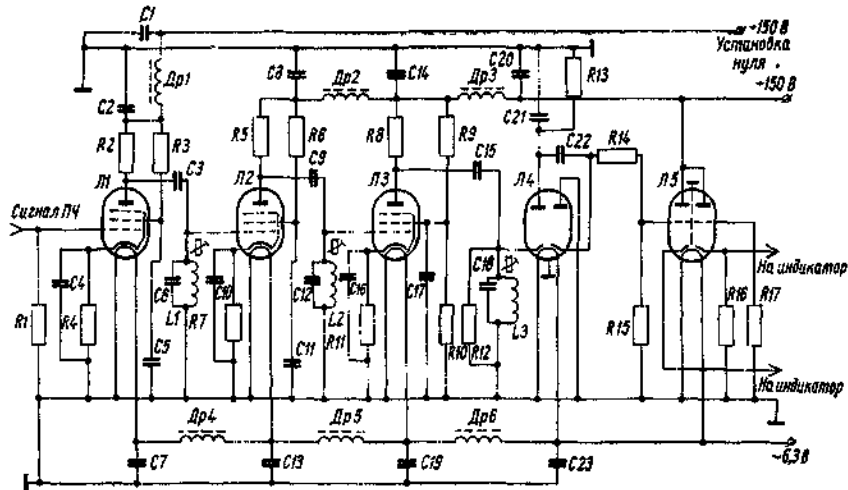


Рис 15.7 Принципиальная схема линейки контроля ПЧ

увеличивается, что приводит к отклонению стрелки измерительного прибора, включенного в катодные цепи этого каскада.

Полоса пропускания всех контуров выбрана с таким расчетом, чтобы при отклонении промежуточной частоты на ± 1 МГц от номинального значения 60 МГц стрелка прибора находилась в заданном рабочем секторе шкалы.

Блок усилителя БУ-014. В приемном устройстве основное усиление сигналов, а также коррекция их на расстояние осуществляются в отдельном блоке БУ-014, который состоит из следующих основных каналов: канала ПУПЧ ФСС, канала УПЧ, канала сложения, канала коррекции, канала АСУ, канала контроля чувствительности.

ПУПЧ ФСС предназначен для предварительного усиления сигнала и регулировки усиления. Применение такой схемы усилителя обеспечивает высокую стабильность и избирательность полосы пропускания по промежуточной частоте. Коэффициент усиления усилителя не менее 30, полоса пропускания $2,2 \pm \pm 0,2$ МГц, глубина регулировки не менее 30 дБ.

Принципиальная электрическая схема усилителя приведена на рис. 15.8. ПУПЧ ФСС состоит из трех каскадов усиления промежуточной частоты на лампах 6Ж9П-Е и повторителя на лампе 6Н6П, используемого для подачи напряжения регулировки на первые два каскада усилителя.

Сигнал промежуточной частоты поступает со схемы ПУПЧ на вход первого каскада через разделительный конденсатор $C2$. Сопротивление $R6$ — согласующее. Первый каскад является каскадом с индуктивно связанным контуром и шунтирующим резистором $R7$ в анодном контуре. Анодный контур образован индуктивностью $L1$, выходной емкостью лампы $L2$ и емкостью монтажа. Сеточный контур образован индуктивностью $L2$ и емкостью $C4$, входной емкостью лампы $L3$ и емкостью монтажа.

Необходимая полоса пропускания достигается подбором коэффициента связи между индуктивностями $L1$ и $L2$ и значения сопротивления $R7$.

Сигнал промежуточной частоты, выделенный в сеточном контуре, поступает на вход второго каскада. Особенностью этого каскада является то, что он имеет фильтр сосредоточенной селекции (ФСС). ФСС состоит из четырех полувзвешенных трехэлементных полосовых фильтров, обеспечивающих полосу пропускания $\Delta f = 2,2$ МГц и избирательность 40 дБ при расстройке на ± 4 МГц от средней частоты. Настройку на заданную частоту обеспечивают индуктивности $L3-L7$ и емкости $C7-C11$. Получение необходимой полосы пропускания производится подбором емкостей конденсаторов $C14-C17$.

Нагрузочные резисторы $R8, R9$ поставлены для согласования входа и выхода ФСС с его волновым сопротивлением. Чтобы не

ния устойчивости работы ПУПЧ ФСС в накальные, анодные и экранные цепи включены развязывающие фильтры, состоящие: — в накальных цепях из дросселей $Др6$, $Др7$, $Др8$, $Др9$ и емкостей $С19$, $С20$, $С21$;

— в анодных и экранных цепях из резисторов $R16$, $R17$, $R18$ и емкостей $С3$, $С6$, $С12$.

Усилитель промежуточной частоты с логарифмической амплитудной характеристикой (ЛАХ) осуществляет усиление с последовательным катодным детектированием сигнала промежуточной частоты. Принципиальная схема УПЧ изображена на рис. 15.9. В силу идентичности каскады с 3-го по 8-й на схеме не изображены.

Резонансный логарифмический усилитель с катодным детектированием может работать в двух режимах: линейном и логарифмическом.

В линейном режиме работы сигнал промежуточной частоты со схемы ПУПЧ ФСС поступает через высокочастотный разъем $Ш2$ и разделительный конденсатор $С1$ на управляющую сетку первого каскада УПЧ $Л1$. Этот каскад работает только в режиме усиления колебаний промежуточной частоты.

Контурами всех девяти усилительных каскадов служат индуктивности $L1—L21$. В сеточные контуры каскадов включены конденсаторы $С5$, $С10...С47$ для уменьшения влияния входных и выходных емкостей ламп на работу УПЧ при изменении температуры и смене ламп. Для получения требуемой полосы усилителя анодные контуры зашунтированы резисторами $R4$, $R7...R33$. С целью согласования входа УПЧ с кабелем включен резистор $R1$.

При малых сигналах на входе УПЧ все каскады работают в режиме линейного усилителя. С контура $L18$ девятого каскада усилителя сигналы промежуточной частоты поступают на детектор $Л10а$. Продетектированный сигнал с нагрузки детектора $R31$ через фильтрующий дроссель $Др21$ и переходную емкость $С52$ поступает на вход видеоусилителя, собранного на лампе $Л12а$. С анодной нагрузки видеоусилителя $R37$ через разделительный конденсатор $С56$ видеосигнал поступает на сетку катодного повторителя $Л12б$. С нагрузки катодного повторителя $R39$ он подается через разделительный конденсатор $С67$ на видеоусилитель $Л22б$.

С контура $L21$ сигнал промежуточной частоты поступает на диод $Д1$. Продетектированный сигнал используется для контроля на гнезде $Г2$.

В логарифмическом режиме работы сопротивления смещения $R6...R28$, $R32$ одновременно являются нагрузочными сопротивлениями катодных детекторов, зашунтированными по высокой частоте емкостями $С7...С42$, $С49$. Катодные сопротивления и

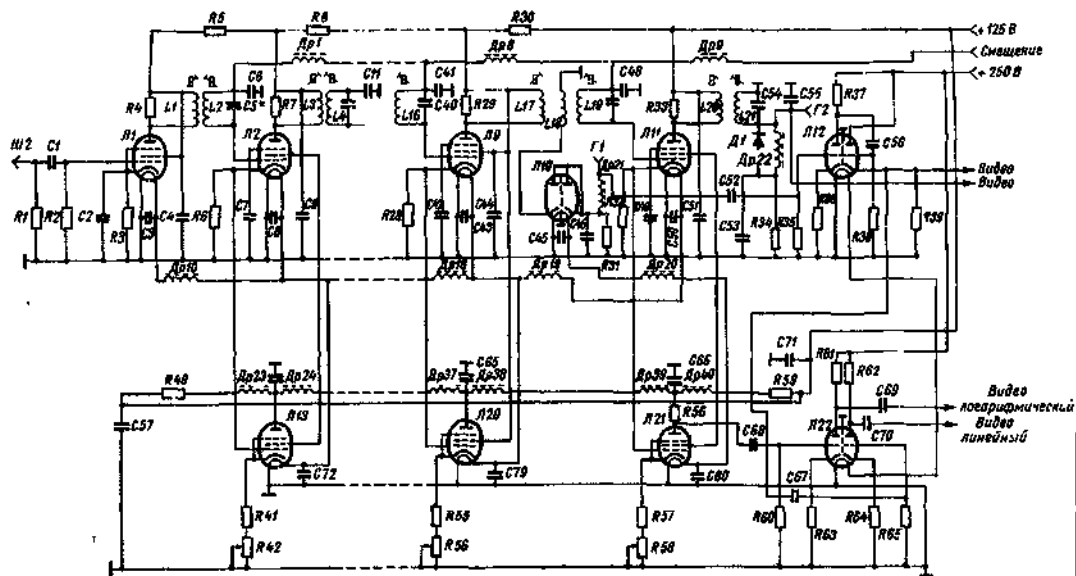


Рис 159 Принциальная схема УПЧ с ЛАХ.

емкости выбраны такими, чтобы имела место отрицательная обратная связь по видеочастоте, так как в катодных цепях выделяется протектированный видеоимпульс.

При возрастании амплитуды сигнала на входе УПЧ после некоторого момента десятый каскад (*Л11*) переходит в логарифмический режим работы. При насыщении десятого каскада с увеличением входного сигнала девятый каскад (*Л9*) вступит в логарифмический режим работы, при насыщении девятого каскада в логарифмический режим вступит восьмой каскад и так далее до второго каскада включительно.

Для получения эффекта детектирования в каскадах при малых входных напряжениях сигнала и сохранения максимального усиления малых сигналов рабочая точка ламп выбрана на нижней части линейного участка анодно-сеточной характеристики. Положительное напряжение смещения подается в цепи управляющих сеток ламп *Л2—Л9* и *Л11* через развязывающие фильтры *Др1—Др9* и *С6 ... С48*. При малых входных напряжениях сигнала постоянная составляющая катодного тока лампы каждого каскада практически не меняется и усиление каскада остается максимальным. Когда амплитуда входного сигнала возрастает, рабочая точка на анодно-сеточной характеристике лампы сдвигается влево. Каскад вступает в логарифмический режим работы. Требуемую амплитудную характеристику каскада можно получить подбором величины катодного сопротивления и компенсирующего напряжения в цепи сетки.

Протектированное напряжение видеосигнала снимается с катодных сопротивлений *R6 ... R28* и *R32* и подается на управляющие сетки усилительных каскадов повторителей, собранных на лампах *Л13—Л21*. С анодов каскадов-повторителей напряжения видеоимпульса поступают в линию задержки, состоящую из *LC* звеньев (*Др23, Др24, С58; Др25, Др26, С59 ... Др37, Др38, С65; Др39, Др40, С66*), где складываются на общей нагрузке *R40* и *R59*.

Для того чтобы каскады-повторители пропускали большие входные напряжения с постоянным коэффициентом передачи, в них применена глубокая отрицательная обратная связь через резисторы *R41—R58*. Перемежные резисторы в цепях обратной связи позволяют производить выравнивание амплитудных характеристик отдельных каскадов на общей нагрузке, что дает возможность получить высокую точность суммарной логарифмической амплитудной характеристики.

Суммарное напряжение видеосигнала с анодной нагрузки *Л21* через переходную емкость *С68* поступает на управляющую сетку видеоусилителя, собранного на лампе *Л22а*, с анодной нагрузки которого усиленный сигнал подается на схему сложения с корректирующим напряжением по дальности.

Схема формирования корректирующего напряжения предназначена для формирования напряжения, амплитуда которого меняется пропорционально изменению амплитуды отраженного сигнала от метеобразования, находящегося на разных удалениях от станции, от 0 до 300 км, т. е. пропорционально логарифму расстояния до метеобразования.

Сложение корректирующего напряжения с видеосигналом дает возможность получать изображения метеобразований на экранах индикаторов, зависящих от интенсивности метеобразования и не зависящих от расстояния.

Принципиальная электрическая схема формирования корректирующего напряжения изображена на рис. 15.10.

Ждущий мультивибратор, собранный на двойном триоде *Л2*, запускается импульсами запуска через вспомогательный каскад, собранный на лампе *Л1*. Мультивибратор вырабатывает прямоугольные импульсы длительностью 670 мкс при частоте посылок станции $f_1=600$ Гц и 2000 мкс при $f_2=300$ Гц.

Длительность импульса определяется величиной разрядного конденсатора и величиной сопротивления разряда *R14*. Точная установка требуемой длительности обеспечивается регулировкой напряжения смещения в цепи сетки запертой лампы. При переключении режимов работы станции коммутируются с помощью реле *P1* разрядные конденсаторы и потенциометры точной установки длительности.

Лампа *Л16* используется в качестве парафазного усилителя, с анодной и катодной нагрузки которого положительные и отрицательные импульсы поступают на ключевую мостовую схему, собранную на двух двойных диодах, *Л3* и *Л4*. При подаче на ключевую схему импульсов с парафазного усилителя она закрывается и конденсатор *C7* заряжается от источника «+150 В» через резисторы *R22*, *R23*. Амплитуду пилообразного напряжения можно изменять потенциометром *R22* «Амплитуда пилы».

Пилообразное напряжение через катодный повторитель *Л5а* поступает на схему формирования корректирующего напряжения по закону $\lg R$, состоящую из резисторов *R29*, *R30* «Регулировка формы» и лампы *Л6а*, включенной в диодном режиме. Для того чтобы на катоде этой лампы было такое же исходное постоянное напряжение, как и на резисторе *R24* катодного повторителя, используется низкоомный делитель, состоящий из цепочки сопротивлений *R37*, *R38*, *R39*, *R40*, получающий питание от источника «+125 В» и зашунтированный большой емкостью *C9*.

Сформированное напряжение коррекции на дальность поступает через разделительную емкость *C8* на фазоинвертор с фиксированным смещением, собранный на лампе *Л5б*. С нагрузки *R25* фазоинвертора через конденсатор *C10* напряжение коррекции поступает на усилитель, собранный на лампе *Л6б*.

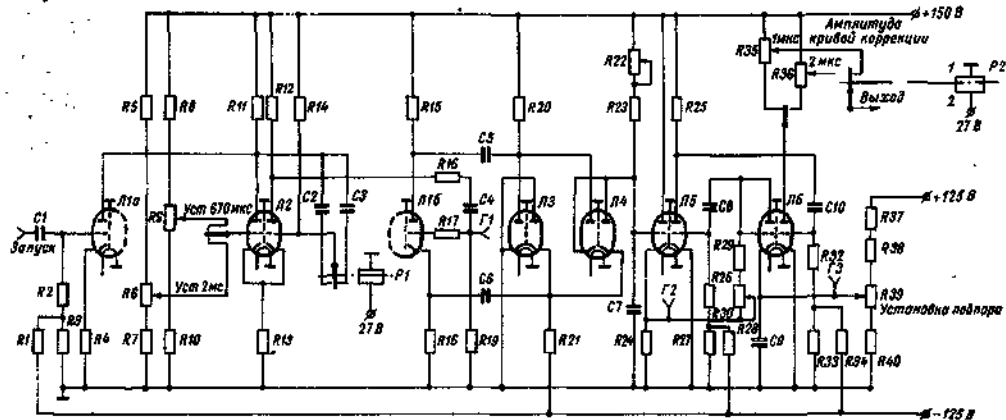


Рис. 15.10. Принципиальная схема линейки коррекции.

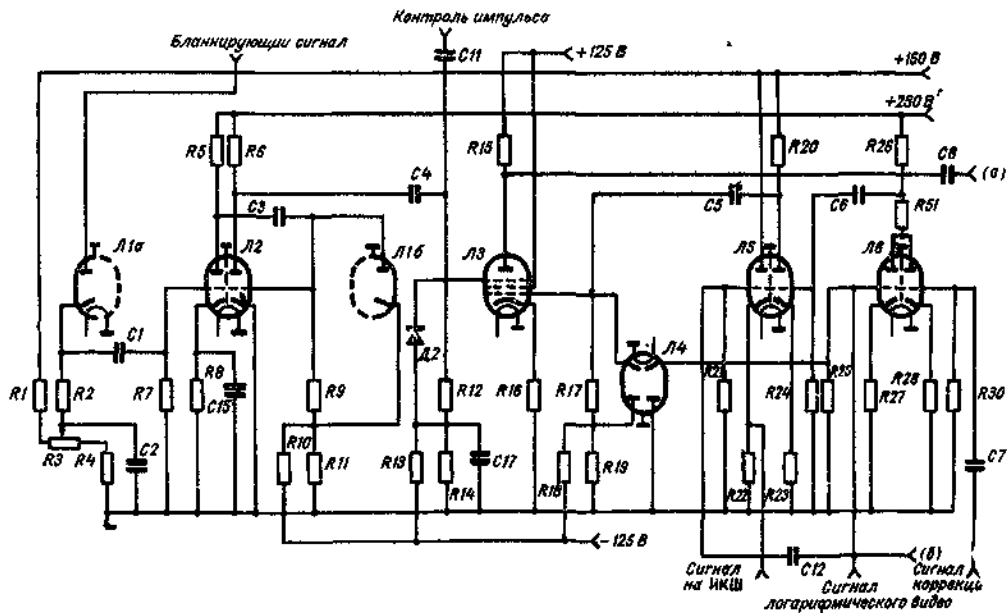


Рис. 15 [1]. Принципиальная схема линейки сложения.

Анодная нагрузка усилителя в зависимости от режима работы станции переключается с помощью реле $P2$. При частоте посылок $f_1=600$ Гц подключается $R35$, а при $f_2=300$ Гц — $R36$. С помощью этих потенциометров в каждом режиме устанавливается необходимая амплитуда кривой корректирующего напряжения

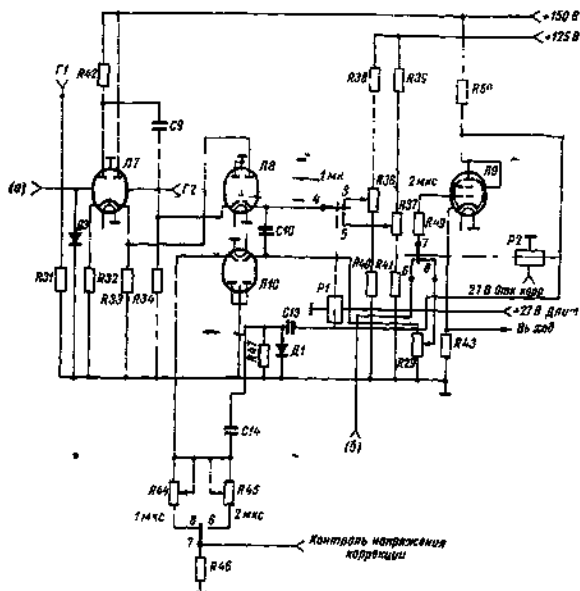


Рис 15.12 Принципиальная схема тинення сложения (продолжение)

жения. Корректирующее напряжение подается на схему сложения.

Схема сложения, приведенная на рис 15.11 и 15.12 суммирует по видеочастоте сигналы с выхода логарифмического УПЧ с напряжением коррекции. Непосредственное суммирование этих двух напряжений производится в каскаде сложения, выполненном на двойном триоде Л6, имеющем общее анодное сопротивление $R26$. Напряжения суммирования подаются на управляющие сетки каскада. В цепи подачи отраженных сигналов поставлен

диод-восстановитель *Л4б* для фиксации начального уровня напряжения сигналов.

Суммированный сигнал снимается с резистора *R26* и через фазоинвертор, собранный на лампе *Л5б*, поступает на первую сетку лампы *Л3*, на которой собран каскад совпадения. В цепи первой сетки каскада совпадения поставлен фиксирующий диод-восстановитель на лампе *Л4а*.

На управляющую сетку с делителя *R18*, *R19* подается смещение, которое обеспечивает положение рабочей точки на анодно-сеточной характеристике в начале прямолинейного участка. По третьей сетке лампы *Л3* заперта отрицательным смещением, подаваемым с делителя *R13*, *R14*.

Каскад совпадения управляется по третьей сетке импульсами, формируемыми двухкаскадным видеоусилителем, собранным на лампе *Л2*, что исключает прохождение корректирующего напряжения на индикаторы при отсутствии сигналов.

Отраженные сигналы со специального выхода схемы УПЧ поступают на ограничитель снизу, выполненный на лампе *Л1а*, чтобы основная часть шумов не проходила на схему формирования стробирующего импульса. Уровень ограничения шумов устанавливается делителем *R1*, *R3*, *R4*.

Конденсатор *C2* блокирует делитель по видеочастоте. С сопротивления нагрузки *R2* импульсы отраженных сигналов через разделительный конденсатор *C1* подаются на сетку первого каскада видеоусилителя. На входе второго каскада поставлен диод-восстановитель *Л1б*.

Для того чтобы каскад совпадения одинаково реагировал на слабые и сильные сигналы, второй каскад видеоусилителя *Л2б* работает как ограничитель по максимуму. На его сетку с делителя *R10*, *R11* подается отрицательное смещение, и триод при больших амплитудах входного импульса закрывается.

Сигнал с каскада совпадения подается на собранный на лампе *Л7а* усилитель, обеспечивающий требуемую амплитуду выходного сигнала. Так как у каскада совпадения *Л3* рабочая точка по первой сетке выбрана в начальной части прямолинейного участка характеристики, то в анодной цепи ее появляется импульс, обусловленный отпиранием лампы по третьей сетке. Поэтому после катодного повторителя, собранного на лампе *Л7б*, включен ограничитель снизу *Л8б*, отрезающий в выходном сигнале ту часть импульса, которая вызвана только отпиранием лампы совпадения по третьей сетке. Уровень ограничения устанавливается с помощью делителя *R38*, *R40* в первом режиме работы станции и делителя *R39*, *R37*, *R41* во втором режиме работы станции.

Переключение потенциометров в разных режимах осуществляется с помощью реле *P1*.

После ограничения сигнал поступает на выходной катодный повторитель *Л9* через разделительный конденсатор *С10*, *Р29* и контакты 7—8 реле *Р2*. Потенциометр *Р29* «Амплитуда сигнала» обеспечивает регулировку амплитуды выходного сигнала. С нагрузки катодного повторителя *Р43* сигнал подается на схему «Изоэхо».

Катодный повторитель, собранный на лампе *Л5а*, используется в канале измерения коэффициента шума, расположенном в шкафу ШК-03.

С выходного анодного резистора *Р50* через разделительный конденсатор *С13* опорный сигнал *ГШ*, скорректированный на расстояние, поступает на пиковый детектор, собранный на лампе *Л10а* и зарядном конденсаторе *С14*.

Пиковый детектор формирует постоянное напряжение, величина которого зависит от амплитуды корректирующего напряжения. Потенциометры *Р44*, *Р45* вместе с резистором *Р46* образуют сопротивление утечки. В зависимости от режима работы станции с помощью реле *Р1* осуществляется включение того или другого потенциометра. Регулировкой этих потенциометров необходимо добиваться требуемого значения постоянного напряжения, снимаемого с резистора *Р46* и подключаемого через схему АСУ к прибору «Контроль усиления». С помощью этого прибора осуществляется контроль за стабильностью установленной амплитуды кривой корректирующего напряжения и постоянством коэффициента передачи канала сложения.

Чтобы иметь возможность наблюдать на экранах индикаторов сигналы без коррекции, с помощью реле *Р2* осуществляется подключение к выходному катодному повторителю *Л9* сигнала непосредственно с выхода логарифмического УПЧ.

Автоматическая стабилизация усиления (АСУ) предназначена для автоматического поддержания усиления приемного устройства на одном уровне и оперативного контроля усиления.

Со специального выхода УПЧ видеосигнал отрицательной полярности подается на видеоусилитель, собранный на лампе *Л1а* (рис. 15.13). На лампе *Л1б* собран катодный повторитель, в котором производится предварительное стробирование сигнала. Стробирующий импульс вместе с видеосигналом подается на управляющую сетку катодного повторителя. Генератор стробирующего импульса собран на лампе *Л2* по схеме ждущего мультивибратора с катодной связью. Запуск мультивибратора производится импульсами запуска, приходящими со схемы временных задержек через разделительный конденсатор *С2*.

Необходимая длительность стробирующего импульса обеспечивается подбором сопротивления *Р9*. Импульс стробирования через разделительный конденсатор *С5* подается на третью сетку каскада стробирования, собранного на лампе *Л3*.

В процессе работы от положительного импульса стробирования конденсатор $C5$ заряжается до величины, равной амплитуде импульса стробирования. Отрицательное напряжение приложено к третьей сетке, поэтому до прихода следующего импульса стробирования лампа $Л3$ оказывается запертой. В момент стробирования на первой сетке лампы присутствует опорный шумовой сигнал, поэтому на анодной нагрузке $R16$ появляется импульс шумового характера только в момент действия стробирующего импульса. Этот импульс поступает на пиковый детектор конт-

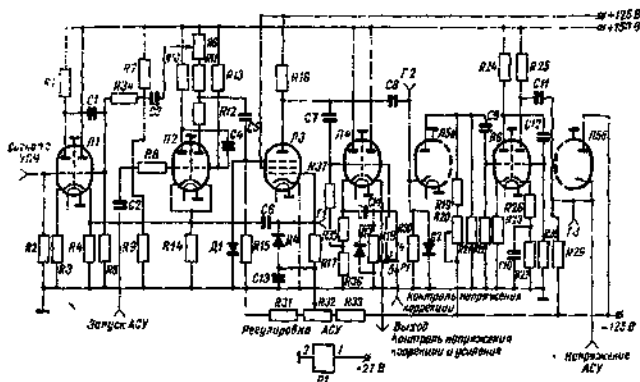


Рис. 15.13. Принципиальная схема линейки АСУ.

роля усиления через катодный повторитель, собранный на левой половине триода $Л4$, через зарядный конденсатор $C14$, сопротивление утечки $R18$ и детекторный диод $Д3$. Постоянное напряжение пикового детектора подается на сетку другой половины этой лампы, работающей катодным повторителем в схеме сравнения.

В режиме «Контроль коррекции» с помощью реле $P1$ к сетке катодного повторителя подключается напряжение контроля коррекции, поступающее из схемы сложения.

С нагрузки каскада стробирования шумовой импульс поступает через разделительный конденсатор $C8$ на ограничитель $Л5а$. Уровень ограничения устанавливается потенциометром $R20$. Ограничение сигнала по минимуму увеличивает чувствительность схемы АСУ. После ограничения шумовой сигнал усиливается двухкаскадным усилителем, собранным на двойном триоде $Л6$. С нагрузки $R25$ второго каскада шумовой сигнал поступает на

пиковый детектор *Л56*. Особенностью его является то, что постоянное напряжение получается от источника «—125 В». Это постоянное напряжение подается на регулируемые каскады в схему ПУПЧ ФСС.

Два импульса запуска, задержанных схемой временных задержек относительно основного импульса запуска станции, подаются на генераторы стробирующих импульсов, собранные на лампах *Л1* и *Л3* (рис. 15.14) по схеме ждущего мультивибратора с катодной связью. Схема контроля чувствительности собрана на лампах *Л1* (генератор стробирующего импульса собственных шумов) и *Л3* (генератор стробирующего импульса суммарной мощности опорного шумового сигнала *ГШ* и собственных шумов приемника) (рис. 15.14). Потенциометром *Р3* в сеточной цепи первого генератора достигается выравнивание длительности стробирующих импульсов.

Импульс стробирования с каждого генератора подается на третью сетку соответствующего каскада стробирования. Первый каскад стробирования выполнен на лампе *Л2*, второй — на такой же лампе *Л4*. Конденсатор *С3* и диод *Д1*, а также конденсатор *С8* и диод *Д2* обеспечивают запирающие лампы отрицательным напряжением разряда соответствующих конденсаторов в периоды между стробирующими импульсами.

На первые сетки каскада стробирования подается видеосигнал со специального выхода УПЧ через регулировочное сопротивление, расположенное на передней панели блока БУ-014. На эту же панель выведено регулировочное сопротивление, включенное в цепь смещения первой сетки лампы *Л2* и обеспечивающее одинаковое усиление каскадов стробирования.

На первую сетку лампы *Л4* подается фиксированное смещение с делителя *Р25*, *Р26*. С анодных нагрузок *Р11*, *Р23* каскадов стробирования импульсы поступают на соответствующие пиковые детекторы, собранные на *Л56*, *С4*, *Р28* для стробированного импульса собственных шумов и на *Л5а*, *С9*, *Р27* для стробированного импульса, пропорционального суммарной мощности опорного шумового сигнала *ГШ* и собственных шумов.

На выходе пикового детектора *Л56* выделяется постоянное напряжение, величина которого соответствует только амплитуде собственных шумов приемника, а на выходе пикового детектора *Л5а* — постоянное напряжение, соответствующее суммарной амплитуде опорного шумового сигнала и собственных шумов. Эти два напряжения подаются на два входа каскада сравнения, выполненного на двойном триоде *Л6*, в катодные цепи которого включен измерительный прибор.

Для выравнивания коэффициента передачи катодных повторителей *Л6* одно из катодных сопротивлений (потенциометр *Р25*) вынесено на переднюю панель блока.

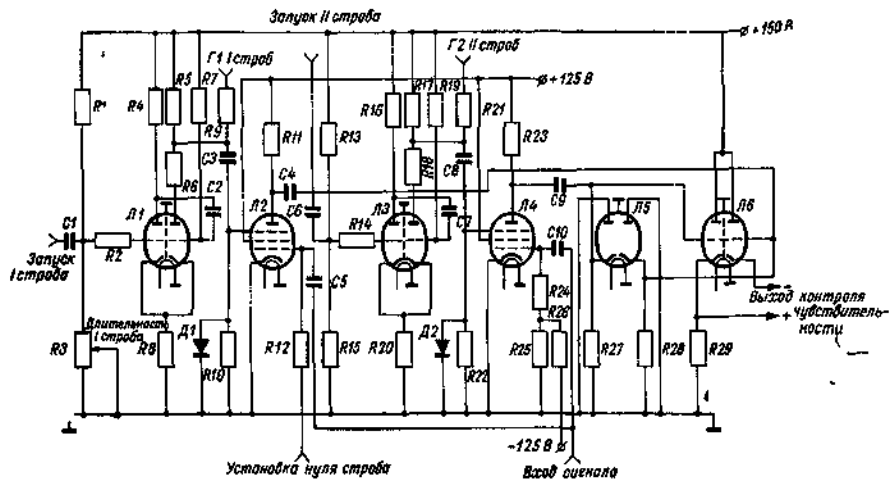


Рис 15.14 Принципиальная схема линейки контроля чувствительности

Импульс, пропорциональный суммарной мощности опорного сигнала и собственных шумов, стабилизирован с помощью схемы АСУ, поэтому неизменным будет и соответствующее ему постоянное напряжение после пикового детектора.

Постоянное напряжение, соответствующее собственным шумам приемного устройства, может изменяться при изменении коэффициента шума, и показания прибора будут уменьшаться.

Из описания работы узлов приемного устройства видно, что отдельные каналы и схемы запускаются импульсами, задержанными относительно основного запускающего импульса станции на определенное время. Эти импульсы формируются схемой временных задержек. Одновременно в этой схеме вырабатывается импульс модуляции шумовой лампы ГШ-2. Схема временных задержек работает нормально, если амплитуда импульсов запуска не менее 10 В.

По техническим условиям задержка импульса «Запуск I строба» $T1$ в режиме работы станции с частотой посылок $f_1=600$ Гц равна 1320 мкс, а при частоте посылок $f_2=300$ Гц $T1=2680$ мкс. Задержка импульса модуляции ГШ-2 $T2$ относительно импульса «Запуск I строба» составляет 100 мкс. Задержка импульса «Запуск II строба» $T3$ относительно переднего фронта импульса модуляции ГШ-2 равна 100 мкс. Задержка импульса модуляции ГШ-2 $T4$ для контроля коррекции относительно основного запускающего импульса станции при $f_1=600$ Гц составляет 470 мкс, при $f_2=300$ Гц $T4=1800$ мкс.

Принципиальная электрическая схема приведена на рис. 15.15.

Особенностью канала временных задержек является то, что каскады всех четырех задержек выполнены по аналогичным схемам. Для большей стабильности взаимного расположения задержанных импульсов применен метод последовательных задержек. Каждая схема задержки, собранная на двух двойных триодах, представляет собой ждущий мультивибратор с катодной связью. Длительность вырабатываемого прямоугольного импульса равна времени требуемой задержки. Рассмотрим принципиальную схему первой задержки. Левая половина первого триода используется в качестве запускающего каскада для запуска ждущего мультивибратора, собранного на лампе Л2. Длительность импульса мультивибратора, а следовательно, и время задержки определяются емкостью разрядного конденсатора $C2$ в первом режиме и $C3$ во втором режиме работы станции. Точная установка длительности обеспечивается регулировкой напряжения смещения в цепи сетки запертой лампы мультивибратора с помощью потенциометра $R8$ в первом режиме или с помощью $R5$ во втором режиме работы станции. Прямоугольные импульсы с мультивибратора поступают на дифференцирующую цепочку, образованную конденсатором $C4$ и резистором

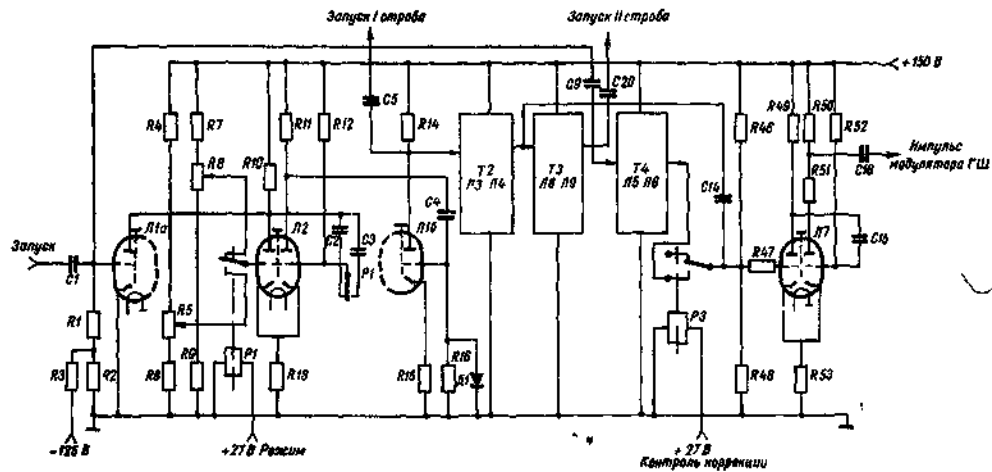


Рис. 15.15 Принципиальная схема линейки временных задержек

R16. Отрицательный дифференцированный импульс, соответствующий заднему фронту прямоугольного импульса, поступает на усилитель, собранный на правой половине первого триода. С анодной нагрузки этого усилителя *R14* снимается положительный импульс, используемый для запуска схемы задержки *T2*, а через разделительный конденсатор *C5* он подается на схему генератора импульса стробирования собственных шумов в блоке БУ-014.

Схема второй задержки *T2* собрана на лампах *Л3*, *Л4*. Задержанный импульс с выхода второй задержки используется для запуска генератора импульса модуляции ГШ-2 и для запуска схемы третьей задержки. Схема третьей задержки *T3* выполнена на лампах *Л8*, *Л9*. Импульсами третьей задержки запускается генератор импульса стробирования опорного сигнала ГШ-2. Схема четвертой задержки выполнена на лампах *Л5*, *Л6*. Запуск схемы производится основными запускающими импульсами. Задержанный импульс запуска с выхода четвертой задержки подается на генератор импульса модуляции ГШ-2 в режиме «Контроль коррекции». Переключение режима производится с помощью реле *P3*.

Генератор импульса модуляции ГШ-2 собран на лампе *Л7* по схеме ждущего мультивибратора с катодной связью. Необходимая длительность импульса модуляции, равная $200 \text{ мкс} \pm 10\%$, устанавливается подбором сопротивления *R48* в делителе напряжения смещения первой сетки запятого триода мультивибратора. С анодной нагрузки *R50* через разделительный конденсатор *C16* импульс модуляции подается по кабелю на модулятор генератора шума МГШ.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о назначении преселектора и его устройстве.
2. Почему в приемнике МРЛ-2 применена схема балансного смесителя?
3. Объясните назначение и принцип работы системы АСУ и контроля чувствительности.
4. Расскажите о назначении и принципе работы УПЧ с ЛАХ. Чем определяется линейность амплитудной характеристики УПЧ?
5. Что такое динамический диапазон приемного устройства? Чем определяются нижний и верхний пределы динамического диапазона?
6. Объясните назначение каскада стробирования в линейке сложения.
7. Расскажите о назначении коррекции и принципе формирования корректирующего напряжения.
8. Расскажите о назначении и принципе работы системы АПЧ.
9. Для каких целей служит линейка формирования задержек и куда поступают сигналы с ее выхода?
10. Расскажите, чем определяется полоса пропускания приемника и как она влияет на его чувствительность.

Измеритель коэффициента шума

16.1. Общие сведения

Предельная чувствительность приемника является одним из важнейших параметров приемно-усилительного устройства. Величина предельной чувствительности зависит только от уровня собственных шумов приемно-усилительного тракта, так как на ультравысоких частотах уровень внешних шумов мал. Величина собственных шумов характеризуется коэффициентом шума $F_{ш}$. Этот коэффициент показывает, во сколько раз уменьшается отношение сигнал/шум при прохождении рабочего сигнала через тракт приемника.

Для измерения коэффициента шума приемника применяется модуляционный метод. На вход приемника подается шумовой сигнал, периодически изменяющийся по величине. После детектирования на нагрузке выделяются постоянная составляющая, обусловленная немодулированными собственными шумами, и переменная составляющая напряжения модуляции, обусловленная шумовым сигналом.

Коэффициент шума $F_{ш}$ дБ на выходе приемного устройства можно представить в виде

$$F_{ш} = 10 \lg \gamma \frac{A_1}{4} \frac{1}{A_2},$$

где γ — спектральная плотность мощности шумового генератора, A_1 — постоянная составляющая собственных шумов приемника, A_2 — амплитуда первой гармоники частоты модуляции.

Величины γ и A_1 постоянны для данного приемника. Следовательно, определение $F_{ш}$ сводится к изменению A_2 .

Измеритель коэффициента шума конструктивно расположен в отдельном блоке БТ-011 шкафа ШК-03.

16.2. Принцип работы

Функциональная схема блока изображена на рис. 16.1.

Задающий генератор (ЗГ) своими импульсами в виде меандра с частотой 2600 Гц управляет модулятором генератора шума (МГШ). МГШ включает и выключает шумовой генератор (ШГ), который является источником эталонного высокочастотного шумового сигнала. Эти сигналы подаются на вход приемного устройства, где они смешиваются с собственными шумами приемного устройства.

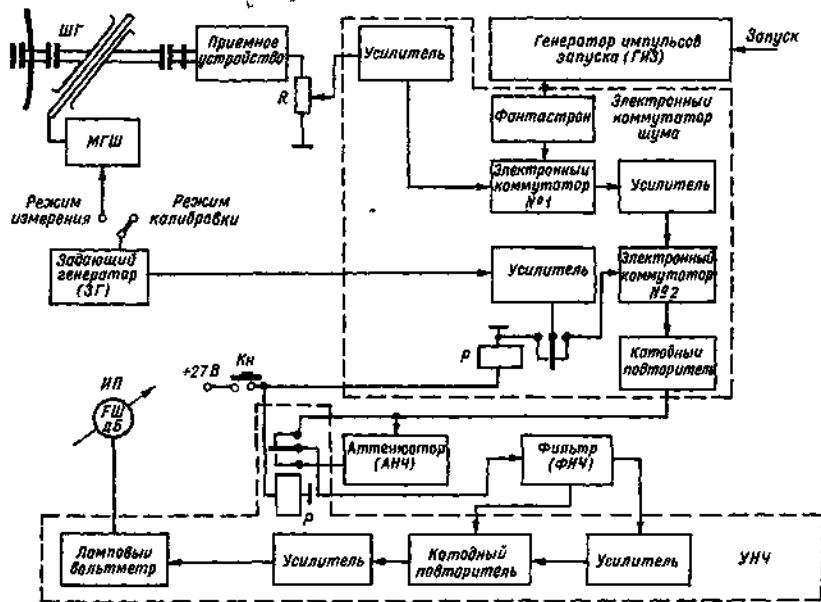


Рис 161 Функциональная схема ЕКС

Смешанные шумы с выхода второго детектора поступают на блок измерения коэффициента шума. Предусмотрены два режима работы: режим измерения, когда *МГШ* включен, и режим калибровки, когда *МГШ* выключен.

В режиме «Калибровка» собственные шумы приемника приходят в схему электронного коммутатора шума (*ЭКШ*) через потенциометр *R* «Установка уровня шума». После усиления шумы поступают на электронный коммутатор № 1. Электронный коммутатор, управляемый импульсом, сформированным генератором импульсов запуска (*ГИЗ*) и фантастроном *ЭКШ*, blankирует начальный участок дистанции для защиты схемы от воздействия зондирующих импульсов передатчика и сильных отраженных сигналов. Далее видеoshумы проходят через усилитель на электронный коммутатор № 2, куда поступает также усиленный сигнал частоты 2600 Гц с задающего генератора через контакты реле *P*. Электронный коммутатор № 2 формирует шумовые послышки с частотой 2600 Гц, которые через катодный повторитель и контакты реле *P* поступают на схему усилителя низкой частоты с низкочастотным фильтром (*ФНЧ*). Усилитель низкой частоты совместно с фильтром выделяет первую гармонику частоты модуляции 2600 Гц. Выделенный сигнал проходит через усилитель и поступает на амплитудный вольтметр. С помощью потенциометра *R* по прибору *ИП* устанавливается заданный уровень собственных шумов.

В режиме «Измерение», как было указано выше, задающий генератор включает *МГШ*. Нажимается кнопка «Измерение коэффициента шума», через которую подается +27 В на реле *P*. С помощью контакта реле отключает задающий генератор от электронного коммутатора № 2 и подключает аттенюатор между катодным повторителем электронного коммутатора № 2 и фильтром низкой частоты.

На вход приемника поступают от *ШГ* высокочастотные шумовые послышки с частотой модуляции 2600 Гц. После смешивания с собственными шумами, усиления и детектирования в приемном устройстве видеoshумы подаются на вход блока измерения коэффициента шума и проходят по тому же каналу, что и в режиме «Калибровка». Изменение амплитуды низкочастотной составляющей шумового сигнала отмечается амплитудным вольтметром. По графику находится значение коэффициента шума (в децибелах).

16.3. Принципиальная схема

Задающий генератор (рис. 16.2) вырабатывает импульсное напряжение в виде меандра с частотой 2600 Гц для управления работой *МГШ* и *ЭКШ*. Он состоит из RC-генератора синусои-

дальных колебаний, собранного на лампах $\Lambda 1$ и $\Lambda 2$, ограничителя амплитуды (лампа $\Lambda 3a$) и катодного повторителя (лампа $\Lambda 3b$). Схема двухкаскадного RC-генератора синусоидальных колебаний охвачена двумя положительными обратными связями через цепи $C1, R1$ собственной схемы и $R1, R2$ блока БТ-011, что способствует самовозбуждению генератора. Для улучшения формы генерируемого напряжения в генераторе применена отрицательная обратная связь через резисторы $R2$,

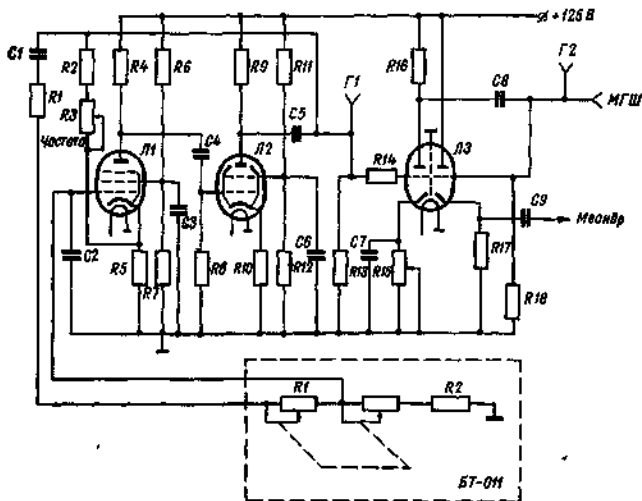


Рис. 16.2. Задающий генератор.

$R3$. Синусоидальное напряжение частоты 2600 Гц с анодной нагрузки $R9$ лампы $\Lambda 2$ через конденсатор $C5$ поступает на сетку ограничителя амплитуды — лампы $\Lambda 3a$. В каскаде ограничения происходит преобразование синусоидального напряжения в меандр, который с анодной нагрузки $R16$ через конденсатор $C8$ передается на модулятор генератора шума и катодный повторитель — лампу $\Lambda 3b$. С выхода катодного повторителя через конденсатор $C9$ меандр передается на электронный коммутатор шума.

Генератор импульсов запуска (рис. 16.3) предназначен для задержки сигнала запуска на 1600 мкс и подачи его на линейку

ЭКШ. Генератор импульсов запуска (**ГИЗ**) состоит из фантастропа с катодным повторителем, собранного на лампах **Л1** и **Л2**, и дифференцирующего усилителя, собранного на лампе **Л3а**. Сигнал запуска поступает через конденсатор **С1** на третью сетку лампы **Л1**. С катода лампы **Л1** снимается отрицательный импульс длительностью 1600 мкс. Длительность импульса зависит от величины емкости **С2** и определяется величиной управляющего напряжения, снимаемого с делителя **Р9, R10, R11**, который соединен с катодом фиксирующего диода фантастропа (лампа **Л2б**). Регулируется длительность потенциометром **R10**.

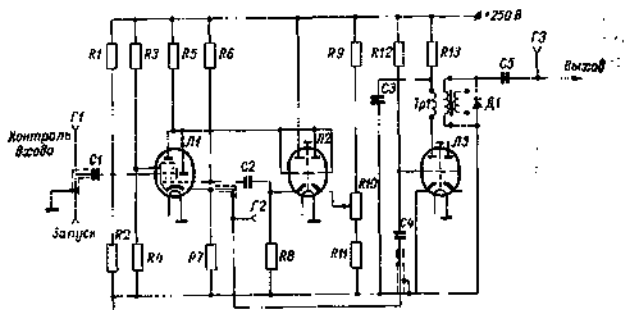


Рис. 16.3. Генератор импульсов запуска

Катодный повторитель (лампа **Л2а**) предназначен для уменьшения времени восстановления схемы. Выходные импульсы фантастропа поступают на дифференцирующий усилитель (лампа **Л3а**) с импульсным трансформатором **Tr1** в цепи анода. Со вторичной обмотки трансформатора через конденсатор **С5** снимается положительный импульс, полученный в результате дифференцирования заднего фронта выходного импульса фантастропа, и передается на схему **ЭКШ**. Следовательно, время задержки зависит от длительности импульсов генератора.

Усилитель низкой частоты с **ФНЧ** служит для селективного усиления низкочастотного сигнала с последующим детектированием и измерением его уровня, обратно пропорционального коэффициенту шума контролируемого приемника.

Видеопомехи, модулированные меандром с частотой 2600 Гц, с выхода **ЭКШ** передаются на вход избирательного усилителя схемы **УНЧ** (рис. 16.4). В режиме «Калибровка» видеопомехи на фильтр низкой частоты подаются через цепочку резисторов **R15**,

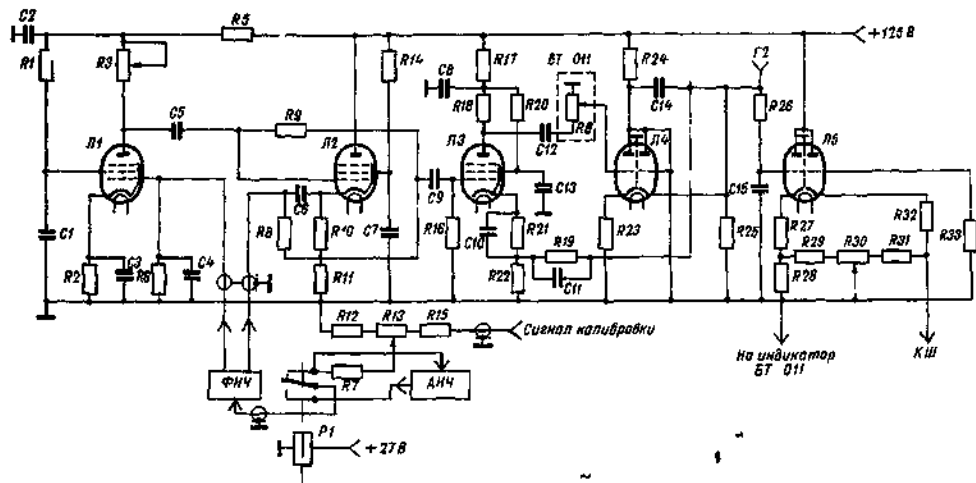


Рис. 16.4 Усилитель низкой частоты

$R13$, $R7$ и контакты реле $P1$, а в режиме «Измерение» — через контакты реле $P1$, аттенуатор низкой частоты и резисторы $R15$, $R13$, $R7$.

Избирательный усилитель состоит из обычного усилительного каскада $L1$ и выходного катодного повторителя $L2$ с отрицательной обратной связью. В цепи обратной связи включен фильтр низкой частоты, являющийся заграждающим фильтром для частот, близких к 2600 Гц. Таким образом, для модулирующей частоты обратная связь отсутствует и схема является обычным катодным повторителем, а остальные частоты, лежащие в полосе ФНЧ, подавляются.

С выхода ФНЧ импульсы напряжения подаются на управляющую сетку лампы $L1$. В анодной цепи усилителя $L1$ стоит потенциометр $R3$, с помощью которого выбирается полоса узкополосного фильтра при смене лампы $L1$. С нагрузки $R11$ катодного повторителя $L2$ через конденсатор $C9$ напряжение частоты 2600 Гц, выделенное из меандра, подается на сетку первого каскада усилителя низкой частоты, собранного на лампе $L3$. С анодной нагрузки лампы $L3$ сигнал подводится к входу второго каскада усилителя $L4$ через потенциометр $R8$, служащий для регулировки усиления УНЧ. Установлен $R8$ на шасси блока БТ-011. Для стабилизации усиления применяется отрицательная обратная связь, осуществляемая с помощью цепочки $R19$, $C11$. Усиленный сигнал с анодной нагрузки второго каскада усилителя через конденсатор $C14$ передается на детектор (правый триод лампы $L4$, включенный диодом). Постоянная составляющая, отфильтрованная фильтром $R26$, $C15$, с нагрузки диода подается на вход вольтметра, собранного на лампе $L5$.

Ламповый вольтметр собран по схеме двух катодных повторителей. Балансировка тока осуществляется потенциометром $R30$. Катодные нагрузки $R27$, $R29$, $R31$, $R32$ одновременно являются делителями.

Модулятор генератора шума (МГШ) предназначен для включения питания и поджига шумового генератора (ШГ). Схема МГШ (рис. 16.5) состоит из фазоинвертора, собранного на лампе $L1$, коммутатора тока шумового генератора, собранного на лампе $L2$, и высоковольтного импульсного генератора, собранного на лампе $L3$.

На вход схемы инвертора подаются запускающие импульсы (меандр). Фазоинвертор выдает на управляющие сетки ламп $L2$ и $L3$ импульсные сигналы, противоположные по знаку. Каскад $L2$ коммутирует ток лампы генератора шума, включенной последовательно с лампой $L2$. С анодной нагрузки $R3$ лампы $L1$ на управляющую сетку лампы $L2$ через разделительную емкость конденсатора $C4$ подается импульс амплитудой 60 В.

В первую половину периода, когда этот импульс положителен, *Л2* открыта и через нее проходит ток шумовой лампы. Во вторую половину периода, когда управляющий импульс отрицателен, лампа *Л2* запирается, прерывая ток шумовой лампы. В это время положительный импульс амплитудой 130 В с анодной нагрузки *R4* лампы *Л1* через конденсатор *C6* подводится к сетке лампы *Л3*. В анодную цепь этой лампы включен дрос-

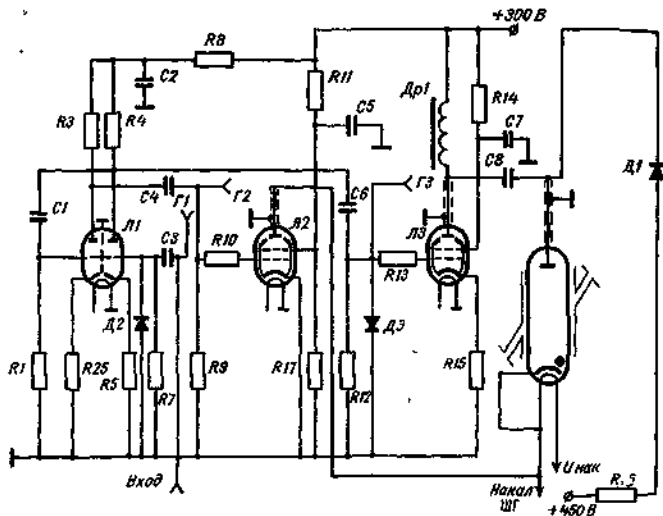


Рис 165. Модулятор генератора шума.

сель *Др1*, который намагничивается при прохождении через него большого тока.

В ту половину периода, когда на сетку лампы *Л3* поступает отрицательный импульс, а на сетку лампы *Л2* — положительный, ток лампы *Л3* мгновенно прекращается и за счет ЭДС самоиндукции дросселя *Др1* возникает импульс высокого напряжения, амплитуда которого достигает 2 кВ. Этот импульс через конденсатор *C8* подается на анод шумовой лампы и вызывает ионизацию газа в ней. Лампа становится токопроводящей, дальнейшее горение ГШ-2 продолжается за счет источника постоянного напряжения 450 В. Это напряжение подается

на анод шумовой лампы через высоковольтный диод Д1. Диод включен в схему для того, чтобы высоковольтный положительный импульс не попал в цепь питания 450 В.

Шумовой генератор предназначен для получения калиброванного по мощности высокочастотного шумового сигнала. Принцип действия шумового генератора основан на способности газового разряда, происходящего в лампе ГШ-2, излучать сигнал, имеющий сплошной спектр. Мощность такого сигнала соответствует его шумовой температуре, определяемой параметрами разряда и его электронной температурой. Для обеспечения более полной передачи мощности шумов на полезную нагрузку (вход приемника) генератор шумов согласовывается с линией передачи. Схема шумового генератора приведена на рис. 16.5.

Контрольные вопросы

1. Какой принцип заложен при построении измерителя коэффициента шума?
2. Расскажите о работе измерителя коэффициента шума в режимах «Работа» и «Калибровка».
3. Для чего необходима регулировка частоты?
4. Как рассчитать чувствительность приемного устройства по полученному значению коэффициента шума?

ГЛАВА 17

Пульт метеоролога (ПИ-001)

В пульт метеоролога входят следующие блоки и панели: индикатор дальности — амплитудный типа А (ИДА) БИ-005; индикатор кругового обзора (ИКО) БИ-003; индикатор дальность — высота (ИДВ) БИ-004; панель управления приводом; панель управления и контроля станцией; панель управления устройством «Изоэхо»; установка фотокамеры ФАРМ-2.

Лицевые панели индикаторов выходят на переднюю сторону пульта метеоролога. Индикаторы располагаются над поверхностью стола под углом 20° к вертикали на телескопических направляющих, которые дают возможность выдвигать индикаторы из пульта для осмотра и ремонта. Над индикаторами БИ-003 и БИ-004 в нишах размещены фотокамеры, которые могут выдвигаться и устанавливаться на индикаторы для фотографирования изображений. В средней части пульта размещены панели, с помощью которых производится управление работой и контроль работы станции.

Индикатор кругового обзора БИ-003

17.1. Общие сведения

Индикатор кругового обзора (ИКО) предназначен для получения на экране электронно-лучевой трубки радиолокационного изображения в полярных координатах азимут — дальность со смещением и без смещения начала развертки. Индикатор имеет три фиксированных масштаба дальности: 25, 100 и 300 км, причем на масштабах дальности 100 и 300 км начало развертки на экране электронно-лучевой трубки может быть смещено в любую точку экрана.

Местоположение метеообразований в пространстве определяется по их расположению на экране индикатора относительно масштабных меток дальности, следующих через 5 км в масштабе 25 км, через 10 км (основных) и 50 км (опорных) в масштабе 100 км, и относительно меток азимута, следующих через 10° (основных) и 30° (опорных) угла поворота антенны.

17.2. Принцип работы

На рис. 17.1 приведена функциональная схема индикатора кругового обзора. В индикаторе применяется радиально-круговая развертка со смещением центра. Получение такой развертки достигается путем создания вращающегося магнитного поля между катушками (вертикальной и горизонтальной), сдвинутыми на 90° относительно друг друга. Отклоняющие катушки питаются пилообразными токами, амплитудное значение которых пропорционально косинусу и синусу угла поворота антенны.

Линейка генератора развертки и азимутальных меток вырабатывает прямоугольные импульсы обеих полярностей длительностью порядка 180, 700 и 2100 мкс, соответствующие трем масштабам развертки: 25, 100 и 300 км, формирует трапециевидные импульсы напряжения, амплитуды которых изменяются по закону синуса и косинуса угла поворота антенны, а длительности соответствуют длительностям прямоугольных импульсов, усиливает эти импульсы и преобразует в противофазные пилообразные импульсы тока, необходимые для питания отклоняющих катушек. Этой же линейкой формируются метки азимута через 10° и 30° угла поворота антенны. В видеоусилителе видеосигналы смешиваются с импульсами масштабных меток дальности и азимута, усиливаются и подаются на катод электронно-лучевой трубки индикатора. Масштабные метки

дальности 5, 10, 50 и 100 км, соответствующие масштабам дальности 25, 100 и 300 км, вырабатываются в линейке меток дальности.

Электронно-лучевая трубка с элементами управления лучом позволяет получить на экране изображения метеообразований. В систему управления лучом трубки входят: неподвижная отклоняющая катушка *L2*, состоящая из двух катушек (горизонтального и вертикального отклонения), сдвинутых на 90° ; фокусирующая катушка *L1* и магнит предварительного центрирования.

Катушка отклонения по вертикали питается пилообразными токами, амплитудное значение которых пропорционально косинусу угла поворота антенны. Катушка отклонения по горизонтали питается пилообразными токами, амплитудное значение которых пропорционально синусу угла поворота антенны. Благодаря взаимодействию магнитных полей отклоняющих катушек создается вращающееся магнитное поле, в результате чего электронный пучок электронно-лучевой трубки перемещается по радиусу экрана, а линия развертки вращается синхронно с вращением антенны. Магнит предварительного центрирования позволяет направить электронный пучок точно вдоль оси трубки и обеспечить его лучшую фокусировку.

Регулировка амплитуды вертикальной и горизонтальной составляющих развертывающих напряжений и их уравнивание производятся в цепи регулировки амплитуды и уравнивания развертки. Для установки начала развертки в центр экрана трубки применяется цепь регулировки центрирования развертки. На масштабах 100 и 300 км для расширения диапазона просматриваемого участка дальности с помощью цепи регулировки смещения центра начало развертки можно сместить на расстояние не более радиуса экрана трубки от центра к ее периферии в любом направлении. Цепь регулировки амплитуды видеосигналов позволяет регулировать амплитуду видеосигналов, подаваемых на вход видеосуилителя. При работе индикатора кругового обзора в режиме «Изоэх» производится подключение цепи регулировки фиксированной амплитуды видеосигналов с помощью реле *P1*. Цепи регулировки яркости меток дальности и меток азимута предназначены для регулирования яркости меток азимута и меток дальности на экране ЭЛТ путем изменения отрицательного смещения, подаваемого на сетки смесителя, расположенного в видеосуилителе.

Переключатель *B2* предназначен для переключения масштабов путем подачи напряжения $+27$ В на линейку генератора развертки и азимутальных меток либо непосредственно (при масштабах 25 и 300 км), либо через тумблер *B1* «Смещение центра» (при масштабах 100 и 300 км со смещенным центром).

Напряжение $+27$ В с переключателя масштабов $B2$ подается также на линейку меток дальности для подключения меток дальности соответственно выбранному масштабу. Тумблер $B1$ позволяет выбрать режим работы индикатора со смещением или без смещения начала развертки. Реле $P2$ служит для коммутации цепей напряжения смещения («Смещение центра» или «Центрирование»). Шкальное устройство ИКО предназначено для отсчета азимута метеообразования с помощью визира и для индикации положения антенны станции по углу места.

Усилитель следящей системы усиливает напряжение рассогласования, поступающее с сельсин-приемника, и преобразует это напряжение в напряжение управления исполнительным двигателем системы индикации положения антенны по углу места, расположенной в шкальном устройстве ИКО.

17.3. Функциональная схема

Линейка генератора развертки и азимутальных меток (рис. 17.2, см. вклейку) состоит из буферного каскада $L1a$, ждущего мультивибратора $L2$, катодного повторителя подсветных импульсов $L18a$, фазоинверторов с разделенной нагрузкой $L16$, $L17$ для фиксирующих каскадов, восстановителя постоянной составляющей в цепи прямоугольных импульсов мультивибратора $L19a$, восстановителя постоянной составляющей в цепи подсветных импульсов $L19b$, двух каналов формирования пилообразных токов горизонтальной и вертикальной составляющих развертки, канала формирования азимутальных меток, фокусирующего каскада $L15$ и реле $P1—P4$ коммутации цепей генератора развертки.

Каждый из каналов формирования пилообразных токов состоит из фазоинвертора ($L16$ и $L18b$), генератора трапецидального напряжения ($D1$, $D2$, $L4$ и $D3$, $D4$, $L20$), входного парафазного усилителя ($L5$ и $L21$), фиксирующих каскадов ($L6$, $L7$, $L9$, $L10$ и $L22$, $L23$, $L25$, $L26$), катодного повторителя ($L18$ и $L24$) и выходного двухтактного усилителя тока ($L11—L14$ и $L27—L30$).

Запускающие импульсы положительной полярности поступают на буферный каскад $L1a$. Усиленные этим каскадом импульсы отрицательной полярности запускают мультивибратор $L2$, который вырабатывает прямоугольные импульсы длительностью порядка 180, 700 и 2100 мкс, соответствующие масштабам дальности 25, 100 и 300 км. Прямоугольные положительные импульсы поступают одновременно на фазоинверторы с разделенной нагрузкой ($L16$ и $L18b$), катодный повторитель подсветных импульсов $L18a$ и фазоинверторы с разделенной нагрузкой ($L16$ и $L17$) для фиксирующих каскадов.

С выхода катодного повторителя *Л18а* прямоугольные импульсы положительной полярности поступают на управляющий электрод электронно-лучевой трубки для подсвета прямого хода развертки. На входе и выходе катодного повторителя *Л18а* включены восстановители постоянной составляющей *Л19а* и *Л19б*, которые поддерживают постоянство уровня импульсов подсвета при изменении масштаба развертки.

Фазоинверторы *Л16* и *Л18б* преобразуют прямоугольные импульсы положительной полярности мультивибратора *Л2* в равные по амплитуде импульсы положительной и отрицательной полярности, которые подаются на генераторы трапецидальных напряжений каналов формирования пилообразных токов горизонтальной и вертикальной составляющих развертки. Фазоинверторы *Л16* и *Л17* преобразуют прямоугольные импульсы положительной полярности мультивибратора в равные по амплитуде импульсы положительной и отрицательной полярности, которые подаются на фиксирующие каскады каналов формирования пилообразных токов горизонтальной и вертикальной составляющих развертки.

Генераторы трапецидальных напряжений формируют импульсы трапецеидального напряжения и представляют собой каскады, построенные по четырехдиодной разрядной схеме. Питание зарядных цепей генераторы трапецеидальных напряжений получают от линейки датчика развертывающих напряжений, расположенной в блоке БЧ-006. Трапецеидальные импульсы напряжения оказываются промодулированными по амплитуде по закону синуса и косинуса угла поворота антенны. Модулированные импульсы трапецеидального напряжения составляющих развертки усиливаются и преобразуются в двухполярные входными парафазными усилителями *Л5* и *Л21* и подаются на выходные двухтактные усилители через фиксирующие каскады, которые поддерживают постоянное смещение на входе выходных усилителей в промежутках между импульсами. Импульсы пилообразного тока питают две взаимно перпендикулярные катушки, установленные на горловине электронно-лучевой трубки. Катодные повторители *Л8* и *Л24* исключают влияние цепей регулировки и смещения начала развертки на работу управляющих фиксирующих каскадов.

Канал формирования азимутальных меток состоит из каскада совпадения *Л31а*, мультивибратора *Л32*, дифференцирующей цепи (*С44*, *Р105*, *Р106*), буферного каскада *Л31б*, мультивибратора меток 10° *Л33*, катодного повторителя *Л35* и модулятора *Л34б*.

Запускающие импульсы положительной полярности и прямоугольные импульсы азимутальных меток отрицательной полярности с линейки преобразования импульсов фотомодулятора

поступают на каскад совпадения *ЛЗ1а*, который выделяет серию запускающих импульсов, соответствующих по длительности времени действия одного импульса азимутальной метки 10° . С выхода каскада совпадения серия запускающих импульсов отрицательной полярности поступает на мультивибратор *ЛЗ2*, который срабатывает только от первого импульса этой серии. Мультивибратор вырабатывает прямоугольные импульсы длительностью, несколько большей длительности импульса метки 10° , что исключает повторный запуск во время действия серии запускающих импульсов. Эти прямоугольные импульсы с выхода мультивибратора после дифференцирования поступают на вход буферного каскада *ЛЗ1б*.

Дифференцированные положительные импульсы, соответствующие переднему фронту прямоугольных импульсов, усиливаются каскадом *ЛЗ1б* и запускают мультивибратор *ЛЗ3* азимутальных меток 10° . Мультивибратор вырабатывает прямоугольные импульсы азимутальных меток длительностью, несколько большей длительности, соответствующей максимальному масштабу развертки 300 км. С выхода мультивибратора прямоугольные импульсы положительной полярности подаются на катодный повторитель *ЛЗ5*, где они модулируются поступающими на этот же катодный повторитель импульсами азимутальных меток 30° через модулятор *ЛЗ4б* из механизма вращения антенны. Каждый третий импульс азимутальных меток 10° будет увеличен по амплитуде. Импульсы азимутальных меток 10 и 30° с выхода катодного повторителя *ЛЗ5* поступают на видеоусилитель индикатора.

Фокусирующий каскад *Л15* представляет собой токорегулирующую лампу, которая питает фокусирующую катушку, размещенную на горловине электронно-лучевой трубки. После *Р1—Р4* необходимы для изменения параметров мультивибратора *Л2* и коммутации цепей генератора развертки в соответствии с выбранным масштабом и режимом работы ИКО (со смещением или без смещения центра развертки).

Видеоусилитель (рис. 17.3) состоит из двухкаскадного усилителя видеосигналов *Л1*, смесителей *Л2* и *Л3*, восстановителей постоянной составляющей видеосигналов *Д1*, *Д2*, *Д3* и выходного усилителя *Л4*. На вход усилителя *Л1* поступают видеосигналы из блока БЧ-006. С выхода усилителя видеосигналы подаются на смеситель *Л2а*. Одновременно на вход смесителей *Л2б* и *Л3а* поступают масштабные метки дальности и азимута. Смешанные импульсы с выхода смесителя поступают на вход выходного усилителя *Л4*. С выхода усилителя видеосигналы, метки дальности и метки азимута подаются на катод электронно-лучевой трубки ИКО. Восстановители постоянной составляющей фиксируют уровень напряжения на входе каскадов.

Линейка меток дальности (рис. 17.4) состоит из буферного усилителя $Л1а$, мультивибратора $Л2$, усилителя-инвертора прямоугольных импульсов $Л1б$, генератора ударного возбуждения $Л3$, ограничителя $Д1$, обостряющего каскада $Л4$, катодных повторителей $Л5а$, $Л6а$, $Л7а$, блокинг-генератора $Л5б$, $Л6б$, $Л7б$, выходного каскада смесителя основных и опорных меток $Л8$ и реле $Р1—Р4$.

Запускающие импульсы положительной полярности усиливаются буферным усилителем $Л1а$, изменяют полярность и запускают мультивибратор $Л2$. Мультивибратор вырабатывает импульсы положительной полярности, длительность которых зависит от масштаба дальности индикатора.

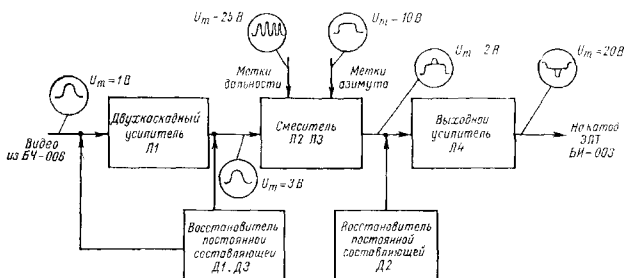


Рис. 17.3 Функциональная схема видеоусилителя БИ-003.

Импульсы положительной полярности усиливаются, инвертируются лампой $Л1б$ и поступают на вход генератора ударного возбуждения $Л3$. Генератор ударного возбуждения вырабатывает синусоидальные колебания частотой 30 кГц, период которых соответствует 5-км меткам дальности. Синусоидальное напряжение ограничивается по максимуму ограничителем $Д1$, и после этого отрицательные полувольты напряжения поступают на вход обостряющего каскада $Л4$, который генерирует остроконечные импульсы положительной полярности. С выхода обостряющего каскада импульсы поступают через буферный каскад $Л5а$ на вход блокинг-генератора $Л5б$, на выходе которого образуются импульсы 5-км или 10-км меток дальности в зависимости от выбранного масштаба.

При включении масштаба 25 км блокинг-генератор $Л5б$ вырабатывает 5-км метки дальности, которые через контакты реле $Р3$ и $Р4$ поступают на вход смесителя $Л8$. При включении

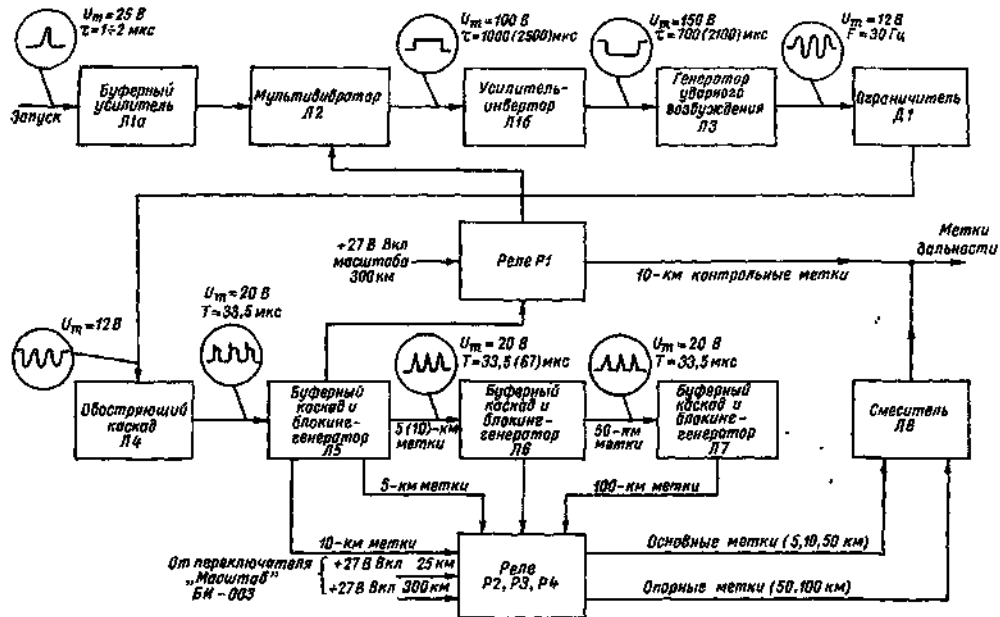


Рис. 17.4. Функциональная схема линейки меток дальности.

масштаба 100 км блокинг-генератор *Л5б* вырабатывает 10-км метки дальности, которые также поступают на смеситель *Л8* в качестве основных меток дальности. Одновременно 10-км метки поступают через буферный каскад *Л6а* на вход блокинг-генератора *Л6б*. Блокинг-генератор работает в режиме деления частоты 1:5 и вырабатывает 50-км масштабные метки дальности, которые при масштабе 100 км через контакты реле *Р2* и *Р4* поступают на смеситель *Л8* и являются опорными метками дальности. Эти метки поступают также через буферный каскад *Л7а* на вход блокинг-генератора *Л7б*, который работает в режиме деления частоты 1:2 и вырабатывает 100-км метки дальности.

При включении масштаба 300 км 50-км метки дальности с выхода блокинг-генератора *Л6б* через контакты реле *Р2* и *Р4* поступают на вход смесителя *Л8а* и являются основными метками дальности, а 100-км метки дальности с выхода блокинг-генератора *Л7б* через контакты реле *Р4* подаются на вход смесителя *Л8б* и являются опорными метками дальности.

С помощью реле *Р1* можно изменять длительность импульса мультивибратора *Л2* и подавать контрольные 10-км метки на вход линейки при включении масштаба 300 км. В смесителе *Л8* происходит смешивание опорных и основных меток дальности и установка необходимой амплитуды этих меток. Из смесителя *Л8* основные и опорные метки подаются на видеоусилитель ИКО.

Индикатор дальность — высота БИ-004

17.4. Общие сведения

Индикатор дальность — высота (ИДВ) предназначен для получения на экране электронно-лучевой трубки радиолокационного изображения метеообразований, находящихся в зоне действия радиолокационной станции, в координатах «дальность — высота». ИДВ имеет четыре фиксированных масштаба дальности: 10, 20, 40, 80 км и соответствующие им масштабы высоты: 5, 10, 20, 40 км.

Высота и протяженность метеообразований, а также расстояния их до месторасположения радиолокационной станции определяются относительно электрических масштабных меток дальности и механических линий, нанесенных на шкалу индикатора и соответствующих 2, 4, 8, 16 км по дальности и 1, 2, 4, 8 км по высоте при масштабах дальности соответственно 10, 20, 40, 80 км. Индикатор дальность — высота имеет радиально-

круговую развертку с перемещением в секторе от -1 до $+103^\circ$ качания антенны по углу места, со смещенным началом развертки относительно центра трубки в нижний левый угол трафаретного прямоугольника, образующего шкалу индикатора.

17.5. Принцип работы

Общая функциональная схема ИДВ приведена на рис. 17.5. Линейка генератора развертки вырабатывает прямоугольные импульсы, которые формируются в трапецеидальные импульсы напряжения обеих полярностей длительностью, соответствующей четырем масштабам дальности — 10, 20, 40 и 80 км, и преобразует их в пилообразные импульсы тока в отклоняющей катушке электронно-лучевой трубки. На катод электронно-лучевой трубки подаются видеосигналы, смешанные с импульсами масштабных меток дальности и усиленные видеоусилителем блока. Видеоусилитель выполнен точно по такой же схеме, как и видеоусилитель блока БИ-003. Метки дальности 2, 4, 8 и 16 км вырабатываются в линейке меток дальности. Пилообразный ток, протекающий через отклоняющую катушку $L3$, вызывает отклонение луча на экране электронно-лучевой трубки, образуя радиальную линию развертки. Для получения радиально-круговой развертки в секторе от -1 до $+103^\circ$ отклоняющая катушка с помощью привода перемещается синхронно и синфазно с качанием антенны. Для получения секторной развертки начало ее смещается на край экрана трубки с помощью цепи, регулирующей смещение центра, и катушки $L2$, расположенной на горловине трубки. Магнит предварительного центрирования позволяет направить электронный пучок точно вдоль оси электронно-лучевой трубки, что обеспечивает его лучшую фокусировку.

Переключение масштабов дальности производится с помощью клавишного переключателя $B1$, расположенного на передней панели блока. Одновременно при нажатии клавиши выбранного масштаба переключателя включаются соответствующие метки дальности. Перемещение отклоняющей катушки, установленной на горловине электронно-лучевой трубки, синхронно и синфазно с перемещением антенны по углу места обеспечивается синхронно-следящим приводом, включающим в себя привод отклоняющей катушки, сервоусилитель, синхронизатор, модулятор и демодулятор. Сервоусилитель усиливает напряжение рассогласования, поступающее с сельсина-приемника, и преобразует это напряжение в напряжение управления исполнительным двигателем привода отклоняющей катушки. Привод отклоняющей катушки состоит из исполнительного двигателя, связанного с сельсинами-приемниками, на осях которых уста-

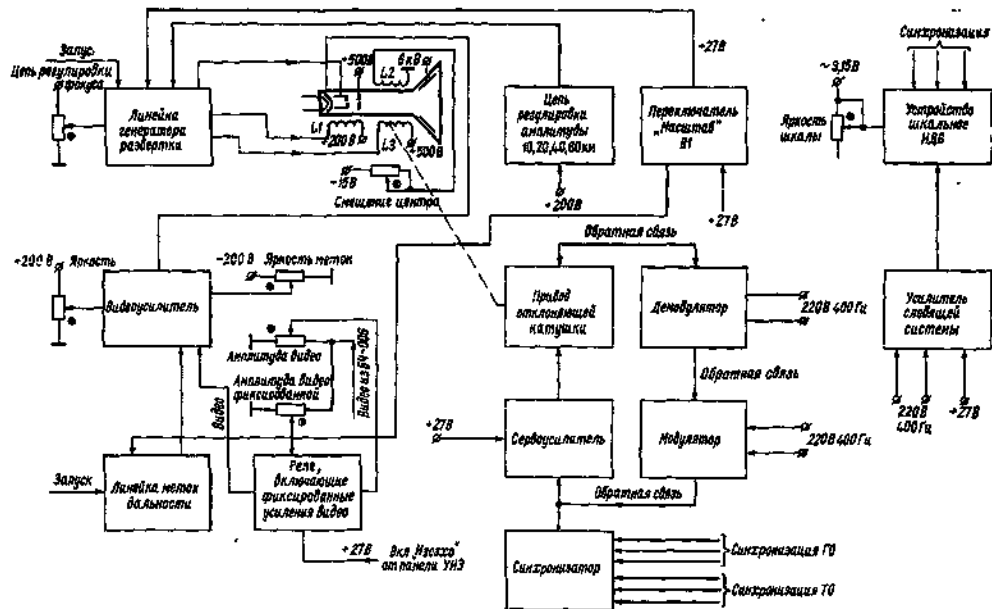


Рис. 175 Функциональная схема ИДВ.

новлены шкалы точного и грубого отсчетов угла места. С помощью синхронизатора осуществляются суммирование и выделение входного сигнала сервоусилителя. Модулятор и демодулятор обеспечивают формирование напряжения обратной связи из напряжения тахогенератора, установленного в приводе следящей системы.

Шкальное устройство предназначено для отсчета дальности (высоты) метеообразования с помощью механически нанесенного трафарета, подсвета последнего и для индикации положения антенны по азимуту. В шкальном устройстве расположен исполнительный двигатель системы индикации положения антенны по азимуту. Питанию двигатель получает с усилителя следящей системы, который усиливает напряжение рассогласования, поступающее с сельсина-приемника, и преобразует его в напряжение управления.

Назначение цепей регулировки амплитуды видео, амплитуды видео фиксированной, регулировки яркости и амплитуды меток дальности, приведенных в функциональной схеме ИДВ, то же, что и в блоке ИКО.

17.6. Функциональная схема

Линейка генератора развертки (рис. 17.6) состоит из усилителя-инвертора запускающих импульсов *Л1а*, катодного повторителя *Л4*, мультивибратора *Л5*, генератора трапецеидального напряжения *Л6*, двухкаскадного усилителя *Л7*, выходного усилителя *Л9*, *Л10*, *Л11*, каскада восстановления постоянной составляющей импульсов подсвета *Л8а*, фиксатора начала развертки *Л8б*, демпферного диода *Л12* и фокусирующего каскада *Л13*.

Запускающие импульсы положительной полярности поступают на вход усилителя-инвертора *Л1а*. Усиленными отрицательными импульсами запускается мультивибратор *Л5*. С выхода мультивибратора импульсы напряжения положительной полярности подаются на вход катодного повторителя подсветных импульсов *Л4*, а импульсы отрицательной полярности поступают на вход генератора трапецеидальных напряжений *Л6*. Длительность импульсов мультивибратора зависит от выбранного масштаба дальности и может быть равной 80, 160, 320, 640 мкс, что соответствует четырем масштабам дальности: 10, 20, 40, 80 км. Включение того или иного масштаба обеспечивается с помощью реле *Р2*, *Р3*, *Р4* путем подключения конденсаторов различной емкости в анодно-сеточную цепь мультивибратора.

Генератор трапецеидальных напряжений работает на лампе *Л6* (рис. 17.7) и предназначен для преобразования прямоуголь-

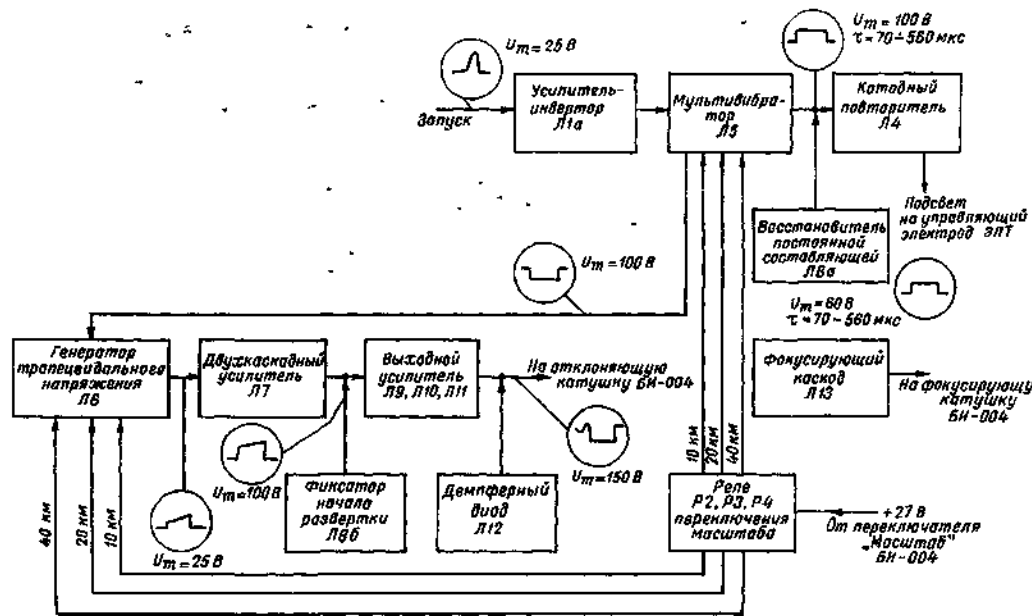


Рис. 176 Функциональная схема линейки генератора развертки ИДВ

ных импульсов в трапецеидальные импульсы напряжения. Параллельное соединение двух триодов позволяет уменьшить внутреннее сопротивление ламп, а следовательно, и время обратного хода развертки. При отсутствии импульсов на входе лампа Л6 полностью открыта, так как потенциал на ее сетке равен нулю. Когда на сетку лампы поступают импульсы отрицательной полярности, лампа запирается и потенциал на ее аноде начинает возрастать со скоростью, зависящей от посто-

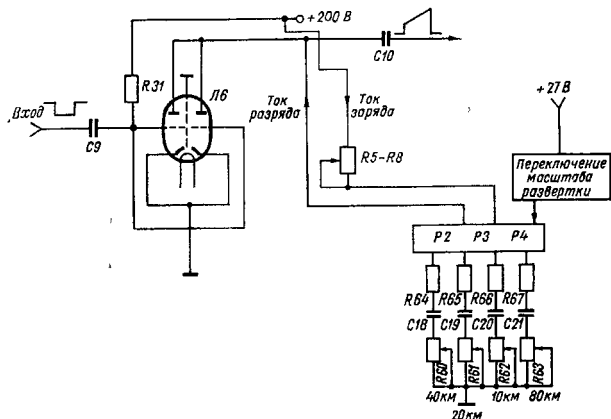


Рис 17.7 Принципиальная схема генератора трапецеидального напряжения ИДВ

янной времени цепи заряда конденсатора C21. Постоянная времени цепи заряда выбрана таким образом, что за время действия прямоугольных импульсов заряд конденсатора C21 происходит на линейном участке экспоненциальной кривой. По окончании действия прямоугольных импульсов лампа Л6 отпирается и конденсатор начинает разряжаться через лампу Л6, так как постоянная времени цепи заряда конденсатора C21 (R67, R63, R5) значительно больше постоянной времени цепи разряда конденсатора C21 (Л6, R63), поэтому скорость разряда конденсатора C21 будет во много раз больше скорости его заряда. В результате на резисторе R67 анодной нагрузки лампы Л6 образуются импульсы напряжения трапецеидальной формы положительной полярности. Изменение постоянной времени зарядных цепей генератора в соответствии с масштабом

развертки осуществляется с помощью переключателя «Масштаб», расположенного на передней панели ИДВ.

Переменные резисторы $R60-R63$ позволяют регулировать линейность развертки. Они установлены на шасси линейки генератора. Переменные резисторы $R5-R8$ позволяют регулировать постоянную времени цепи заряда конденсаторов, а следовательно, и амплитуду трапецидальных импульсов. Эти резисторы установлены на передней панели под крышкой и имеют надписи: «Амплитуда 80 км, 10 км, 20 км, 40 км».

Импульсы трапецидального напряжения с выхода генератора через разделительный конденсатор $C10$ поступают на вход двухкаскадного усилителя с обратной связью $L7$ (рис. 17.6) и далее на выходной усилитель $L9, L10, L11$, где они усиливаются и преобразуются в отклоняющей катушке в пилообразные импульсы тока.

Демпферный диод $L12$, включенный параллельно отклоняющей катушке, ограничивает положительные выбросы на отклоняющей катушке во время обратного хода развертки. Для поддержания постоянства уровня подсветных импульсов на входе катодного повторителя $L4$ при изменении масштаба развертки применяется каскад восстановления постоянной составляющей в цепи подсветных импульсов $L8a$. Каскад фиксации начала развертки $L8b$ предназначен для поддержания постоянства смещения на управляющих сетках ламп $L9, L10, L11$ усилителя тока.

Для фокусировки луча электронно-лучевой трубки применяется фокусирующий каскад $L13$, который вырабатывает напряжение питания фокусирующей катушки. Функциональная схема видеоусилителя блока БИ-004 ничем не отличается от схемы видеоусилителя блока БИ-003.

Линейка меток дальности (рис. 17.8) включает в себя линию задержки $L3-1$, усилитель $L1a$, мультивибратор $L2$, генератор ударного возбуждения $L3$, ограничитель $L2$, обостряющий каскад $L4$, блокинг-генераторы с буферными каскадами $L5, L6, L7, L8$, реле коммутации меток дальности $P1, P2, P3$, выходной катодный повторитель $L16$.

Запускающие импульсы положительной полярности поступают на вход линии задержки, служащей для совмещения первой масштабной метки, генерируемой линейкой меток дальности, с зондирующим импульсом передатчика. С выхода линии задержки запускающие импульсы подаются на вход буферного усилителя $L1a$. Усиленные этим каскадом, импульсы отрицательной полярности запускают мультивибратор $L2$, который вырабатывает прямоугольные импульсы длительностью порядка 800 мкс. Прямоугольные импульсы отрицательной полярности с выхода мультивибратора поступают на генератор ударного

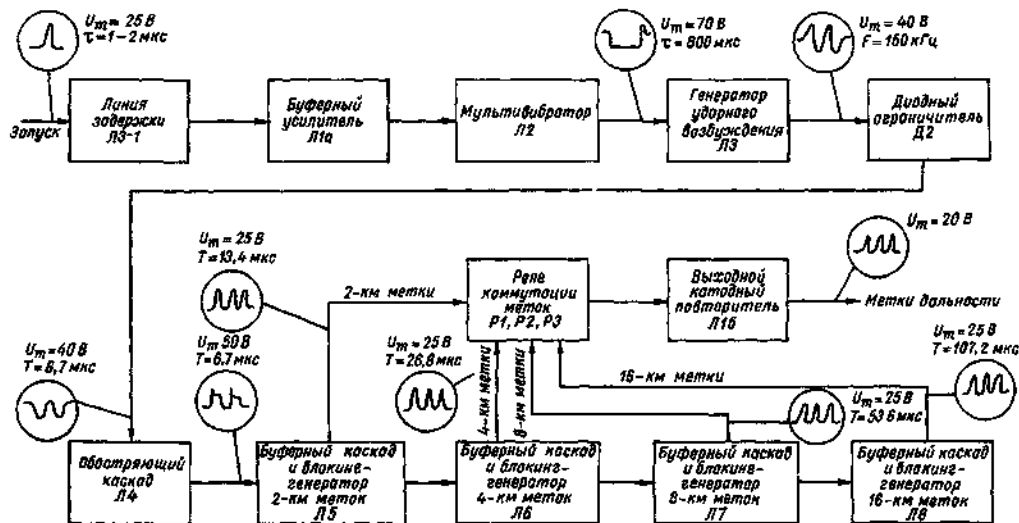


Рис 178 Функциональная схема линейки метода дальности ИДВ

возбуждения *ЛЗ*, который генерирует незатухающие синусоидальные колебания частотой 150 кГц, соответствующие 1-км меткам, только во время действия прямоугольного импульса мультивибратора. Далее синусоидальные колебания ограничиваются по максимуму ограничителем *Д2*. Отрицательные полуволны синусоидального напряжения с выхода ограничителя подаются на обостряющий каскад *Л4*, который генерирует один остроконечный импульс положительной полярности за время действия каждой отрицательной полуволны синусоиды.

Импульсы с выхода обостряющего каскада *Л4* через буферный каскад *Л5а* поступают на вход блокинг-генератора *Л5б*. При этом блокинг-генератор возбуждается и на его выходе в результате деления частоты следования импульсов 1:2 образуются импульсы 2-км масштабных меток, которые поступают на буферный каскад *Л6а* и через контакты реле *Р1*, *Р2*, *Р3* на выходной катодный повторитель *Л1б*.

Импульсы, снимаемые с выхода буферного каскада *Л6а*, запускают блокинг-генератор *Л6б*, который в результате деления частоты следования импульсов 2-км меток дальности 1:2 вырабатывает импульсы 4-км меток дальности.

Импульсы с выхода блокинг-генератора *Л6б* поступают через контакты реле *Р1*, *Р2*, *Р3* на выходной катодный повторитель *Л1б* и на буферный каскад *Л7а*. Импульсы, снимаемые с выхода буферного каскада *Л7а*, синхронизируют блокинг-генератор *Л7б*, который в результате деления частоты следования импульсов 4-км меток дальности 1:2 вырабатывает импульсы 8-км меток дальности.

Импульсы с выхода блокинг-генератора *Л7б* поступают через контакты реле *Р1*, *Р2* на выходной катодный повторитель *Л1б* и буферный каскад *Л8а*. Импульсы, снимаемые с выхода буферного каскада, подаются в блокинг-генератор, где вырабатываются 16-км масштабные метки дальности таким же образом, как и в предыдущих каскадах. Импульсы с выхода блокинг-генератора *Л8б* подаются через контакты реле *Р1* на выходной катодный повторитель *Л1б*. Метки дальности с выхода катодного повторителя в соответствии с выбранным масштабом поступают на вход видеоусилителя.

Синхронно-следающий привод отклоняющей катушки (рис. 17.9) предназначен для перемещения отклоняющей катушки индикатора дальность — высота синхронно и синфазно с перемещением антенны по углу места. Синхронно-следающий привод имеет следующие технические характеристики: скорость синхронного и синфазного вращения отклоняющей катушки 1 об/мин; ошибки угловых положений осей антенны и отклоняющей катушки не превышают 15' в динамическом режиме при 1 об/мин; время вхождения в синхронизм не превышает 10 с.

возрастания напряжения входного сигнала точного отсчета сопротивление диодов уменьшается, что приводит к ограничению возрастания напряжения на резисторе $R6$. В конечном итоге это напряжение ограничивается на уровне 0,5—0,8 В. Сигнал грубого отсчета в зависимости от угла рассогласования в начальный момент, когда его величина незначительна, полностью будет приложен на большом сопротивлении диодов $D2$, $D3$, а в нагрузочном сопротивлении $R5$ его величина будет сведена к нулю. По мере возрастания сигнала грубого отсчета сопротивление $D2$ и $D3$ начнет падать и напряжение сигнала

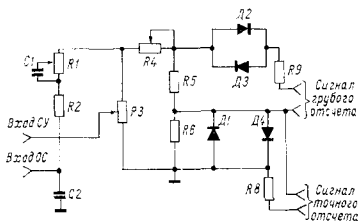


Рис. 17.10. Синхронизатор.

грубого отсчета распределяется на резисторах $R5$, $R9$. Напряжение сигнала грубого или точного отсчета через ограничительное сопротивление $R4$ суммируется с сигналом обратной связи на переменном резисторе $R3$ и подается на вход сервоусилителя. Сигнал обратной связи проходит с выхода модулятора и ограничи-

вается на резисторах $R1$ и $R2$. Конденсаторы $C1$ и $C2$ выполняют роль фильтров, сглаживающих нелинейные искажения.

Сервоусилитель усиливает напряжение рассогласования и преобразует его в напряжение, удобное для управления исполнительным двигателем. Усилитель (рис. 17.11) состоит из каскадов, собранных на полупроводниковых триодах. Через разделительный конденсатор $C2$ сигнал поступает на первый каскад усилителя — эмиттерный повторитель $ПП1$. При помощи делителя $R2$, $R3$ обеспечивается смещение на базе $ПП1$. Нагрузка эмиттерного повторителя — резистор $R4$ служит для последовательной обратной связи. Напряжение с нагрузки $R4$ подается на вход второго каскада усилителя $ПП2$. Резистор $R6$ является нагрузкой усилительного каскада, работающего в режиме усиления класса А. Резистор $R7$ стабилизирует ток эмиттера и одновременно с конденсатором $C3$ обеспечивает термокомпенсацию триода $ПП2$. Уменьшение неустойчивости каскада достигается применением параллельной отрицательной обратной связи при помощи резистора $R5$. Третий каскад усилителя, эмиттерный повторитель, обеспечивает согласование выходного сопротивления второго каскада с входным сопротивлением четвертого каскада усилителя. Напряжение питания первых трех каскадов стабилизируется стабилитроном $D1$ с балластным резистором $R10$.

Четвертый каскад, выполненный по схеме с общим эмиттером на триоде ПП4, имеет трансформаторный выход. Резистор R_{12} , так же как и резистор R_5 во втором каскаде, образует цепь параллельной обратной связи, а резисторы R_{13} , R_{14} совместно с конденсатором C_4 стабилизируют ток эмиттера. Стабилитроны Д2 и Д3 вместе с резистором R_{11} образуют стабилизатор напряжения для предоконечного каскада. Оконечный, пятый каскад выполнен по двухтактной схеме с бестрансформаторным выходом на мощных кристаллических триодах ПП5 и ПП6. Резисторы R_{15} , R_{17} образуют цепи параллельной обратной связи. Конденсатор C_6 служит для компенсации реактивной составляющей нагрузки. Усилитель имеет параллельную

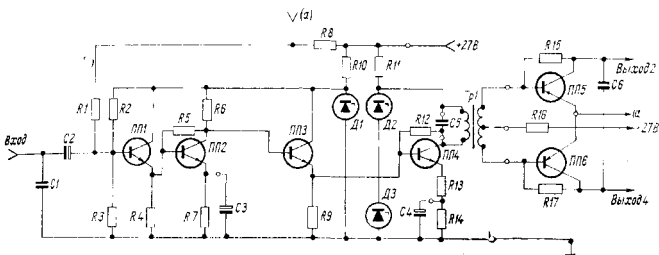


Рис. 17.11. Принципиальная схема сервоусилителя.

обратную связь через резистор R_1 . В эмиттерные цепи выходного каскада включена дифференциальная обмотка управления двигателя ДГ (рис. 17.9). Вал двигателя механически через редуктор i_2 связан с приемниками грубого и точного отсчетов и отклоняющей катушкой индикатора дальность — высота. Для улучшения динамических характеристик и обеспечения устойчивости привода служит стабилизирующее устройство обратной связи. Напряжение, пропорциональное скорости движения привода отклоняющей катушки, полученное с тахогенератора, подается на вход демодулятора.

Демодулятор выполнен по мостовой схеме. На выходе демодулятора напряжение дифференцируется и подается на вход модулятора, выполненного по такой же схеме. Принципиальная схема модулятора (демодулятора) приведена на рис. 17.12. Назначение схемы как демодулятора состоит в том, что он преобразует сигнал тахогенератора переменного тока с частотой $f = 400$ Гц в постоянное напряжение, знак которого меняется в зависимости от фазы входного сигнала. Очередность откры-

отношением по азимуту 1:1, по углу места 1:3. Каждый сельсин-датчик электрически связан с сельсином-приемником, установленным в исполнительном механизме ИКО и ИДВ. Сельсины работают в трансформаторном режиме.

Исполнительный механизм шкального устройства предназначен для вращения шкалы шкального устройства в зависимости от режима работы антенны. Исполнительный электродвигатель с встроенным асинхронным тахогенератором механически свя-

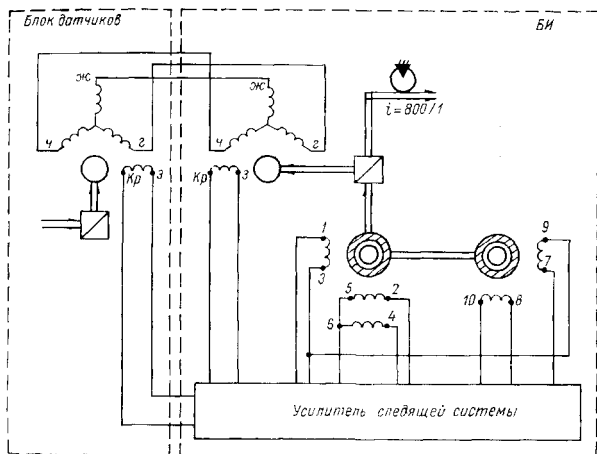


Рис. 17.13. Функциональная схема следящей системы индикации положения.

зан через редуктор с сельсином-приемником и шкалой. Шкалы механизмов выполнены с различной ценой деления. Цена деления шкалы азимута равна 2° , а цена деления шкалы угла места — 1° .

Синусоидальное напряжение, пропорциональное углу поворота сельсина-датчика, снимается с обмотки ротора сельсина-приемника и поступает на вход усилителя следящей системы. Усилитель усиливает напряжение рассогласования и преобразует его в напряжение управления исполнительным двигателем.

Принципиальная схема усилителя следящей системы представлена на рис. 17.14. Первым каскадом является эмиттерный повторитель ПП1. Диоды Д2 и Д3 ограничивают амплитуду входного напряжения при больших углах рассогласования.

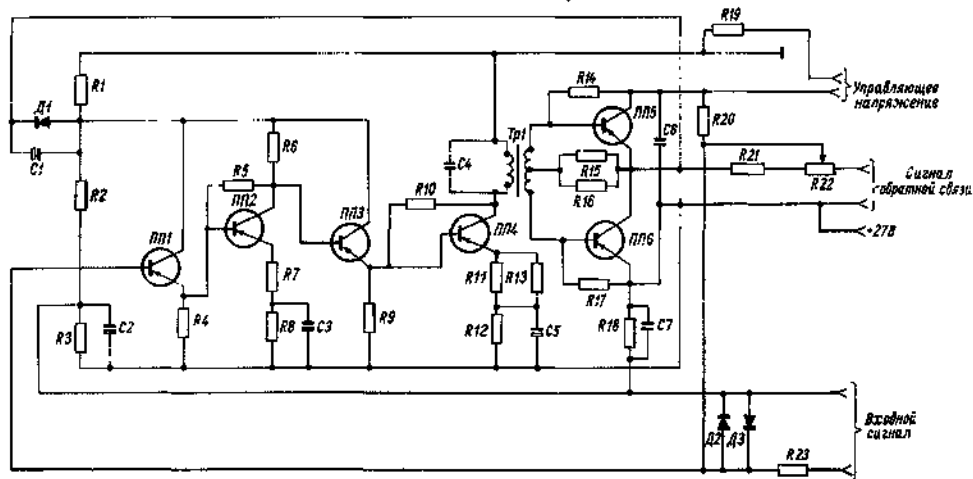


Рис 17 14 Принципиальная схема усилителя следящей системы

Резисторы $R2$ и $R3$ совместно с конденсаторами $C1$ и $C1$ используются как развязывающие, образуя фильтр по постоянному току источника напряжения $+27В$. Напряжение с нагрузки эмиттерного повторителя подается на вход второго каскада усилителя $ПП2$. Третий каскад, выполненный на триоде $ПП3$, используется для согласования выходного сопротивления второго каскада с входом предоконечного каскада усилителя. Резистор $R1$ ограничивает напряжение питания на предыдущих трех каскадах. Диод $D1$ выполняет функцию стабилизатора напряжения по постоянному току для первых трех каскадов.

Четвертый каскад $ПП4$ имеет трансформаторный выход. Нагрузкой этого каскада является обмотка трансформатора $Tr1$, индуктивность которой с параллельно включенной емкостью $C4$ образует резонансный контур с собственной частотой $f=400$ Гц. Оконечный пятый каскад усилителя выполнен по двухтактной схеме с бестрансформаторным выходом на мощных кристаллических триодах $П214Г$ ($ПП5$, $ПП6$). Применение согласующего трансформатора с общей точкой во вторичных обмотках приводит к необходимости электрической изоляции корпусов транзисторов $ПП5$ и $ПП6$ от корпуса шасси. Резисторы $R15$ и $R16$ вместе с обмотками трансформатора образуют делитель смещения, что стабилизирует положение рабочей точки характеристики триодов оконечного каскада. Конденсатор $C6$ компенсирует реактивную составляющую нагрузки, которой является обмотка исполнительного двигателя. Резистор $R19$ ограничивает величину постоянного тока в нагрузке.

Для уменьшения автоколебаний в системе и увеличения устойчивости привода применяется обратная связь по напряжению, пропорциональная скорости вращения исполнительного двигателя. Это напряжение снимается с обмотки тахогенератора и поступает на делитель $R21$ и $R22$, а затем на вход усилителя.

Управляющее напряжение с выхода усилителя приложено к обмоткам управления исполнительного электродвигателя. Электродвигатель при своем вращении повернет ротор сельсина-приемника в положение, при котором сигнал, снимаемый с обмотки ротора сельсина-приемника, будет минимальным и равным постоянной динамической ошибке. При вращении ротора сельсина-приемника будет вращаться шкала соответствующей координаты.

Контрольные вопросы

1. Какие функциональные блоки входят в пульта метеоролога?
2. Расскажите о назначении ИДВ и ИКО.
3. Какие типы развртотк применены в ИКО и ИДВ?

4. Расскажите о принципе формирования меток дальности.
5. Для чего необходима регулировка вертикальной и горизонтальной составляющих в ИКО?
6. В каком случае включается режим фиксированного усиления?
7. Объясните принцип работы привода отклоняющей катушки ИДВ.

ГЛАВА 18

Линейка запуска и устройство «Изоэхо»

18.1. Линейка запуска

Линейка запуска вырабатывает запускающие импульсы с частотой следования 600 или 300 Гц, питание получает от стабилизированных выпрямителей напряжения $+250$ и -200 В. Она состоит (рис. 18.1) из генератора синусоидальных колебаний $L1$, буферного каскада с блокинг-генератором запускающих импульсов 600 Гц $L2$, буферного каскада с блокинг-генератором запускающих импульсов 300 Гц $L3$, выходных катодных повторителей $L4a$ и $L4b$. Выбор частоты следования запускающих импульсов 600 или 300 Гц производится с помощью реле $P1$.

Генератор синусоидальных колебаний $L1$ вырабатывает синусоидальные колебания с частотой 600 Гц, которые обеспечивают стабильность генерирования блокинг-генератором $L2b$ запускающих импульсов с частотой следования 600 Гц. Генератор выполнен по схеме двойного Т-образного моста и представляет собой RC-генератор. Такая схема генератора обеспечивает высокую стабильность частоты колебаний, которая в основном определяется стабильностью величин резисторов и конденсаторов схемы.

Схема двойного Т-образного моста представляет собой параллельное включение двух Т-образных четырехполюсников, один из которых состоит из двух последовательно включенных конденсаторов $C2$ и $C3$ одинаковой емкости и параллельно им включенных резисторов $R4$ и $R5$, а другой состоит из двух последовательно включенных равных резисторов $R1$ и $R2$ и параллельно включенного конденсатора $C1$. В таком генераторе возникают незатухающие колебания, обусловленные тем, что двойной Т-образный мост на частоте генерации создает на сетке генератора напряжение, сдвинутое по фазе на 180° относительно напряжения, снимаемого с анодной цепи лампы, а усиление лампы компенсирует затухание Т-образного моста. Возникающие

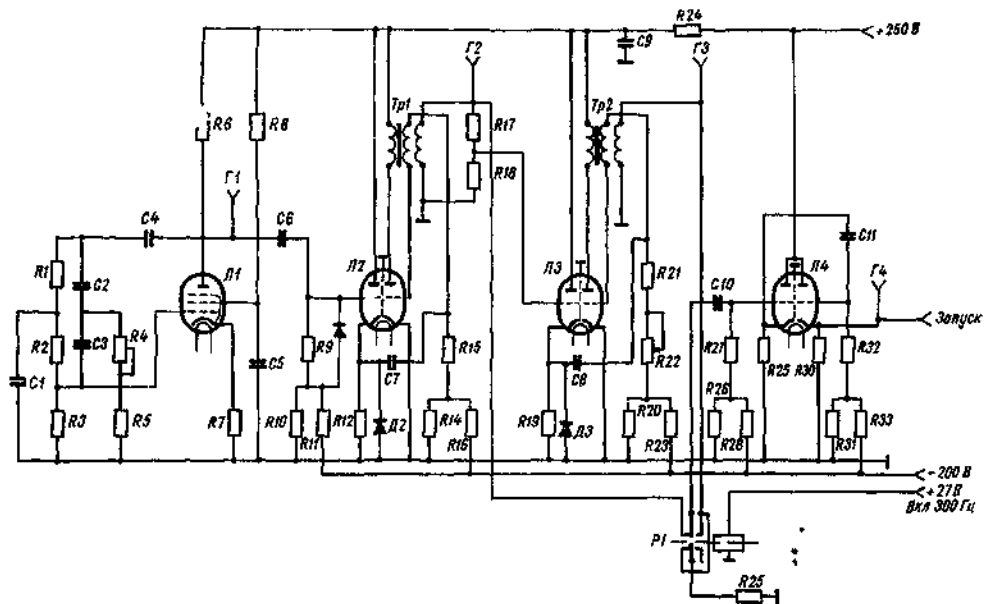


Рис 18 | Принципиальная схема линейки запуска

таким образом на анодной нагрузке $R6$ незатухающие колебания с частотой 600 Гц подаются через конденсатор $C6$ на сетку буферного каскада $Л2а$ для синхронизации блокинг-генератора $Л2б$. Переменным резистором $R4$ «Частота 600 Гц» можно регулировать частоту генератора. Ось резистора выведена на шасси.

Полуволны синусоидального напряжения, ограниченные по минимуму, с катодной нагрузки $R12$ буферного каскада через конденсатор $C7$ поступают в сеточную цепь блокинг-генератора, который вырабатывает прямоугольные импульсы с частотой следования 600 Гц. На сетку лампы $Л2б$ подается отрицательное напряжение смещения с делителя $R14$, $R16$, запирающее лампу в исходном состоянии. Постоянная времени сеточной цепи блокинг-генератора выбрана таким образом, что он срабатывает от каждой полуволны синусоидального напряжения. В результате на выходной обмотке трансформатора $Тр1$ образуются импульсы положительной полярности с частотой следования 600 Гц и длительностью порядка 1 мкс, которые через нормально замкнутые контакты реле $P1$ подаются на сетку лампы $Л4а$ катодного повторителя.

Одновременно с резистора $R18$ запускающие импульсы поступают на сетку лампы буферного каскада $Л3а$ для синхронизации блокинг-генератора $Л3б$. С резистора $R19$ запускающие импульсы через конденсатор $C8$ поступают в сеточную цепь блокинг-генератора $Л3б$, который работает в режиме деления частоты 1:2. Постоянная времени сеточной цепи блокинг-генератора выбирается таким образом, чтобы он срабатывал от каждого второго синхронизирующего импульса. В результате на выходной обмотке импульсного трансформатора $Тр2$ образуются импульсы положительной полярности с частотой следования 300 Гц и длительностью порядка 1 мкс. С выхода блокинг-генератора импульсы через контакты реле $P1$ поступают на сетку лампы $Л4а$ катодного повторителя. Коэффициент деления 1:2 блокинг-генератора $Л3б$ подбирается переменным резистором $R22$ «Деление 300 Гц», который установлен на шасси линейки.

Катодные повторители $Л4а$ и $Л4б$ предназначены для ослабления реакции входных цепей нагрузки на режим работы блокинг-генератора. Таким образом, с выхода второго катодного повторителя $Л4б$, с катодной нагрузки $R30$ запускающие импульсы 600 или 300 Гц поступают на приемные, передающие, индикаторные и измерительные устройства радиолокационной станции.

18.2. Устройство «Изоэхо»

Устройство «Изоэхо» предназначено для выделения на экранах ИКО и ИДВ сигналов, отраженных от метеообразований, превышающих определенный, заранее установленный оператором уровень, а также для оценки интенсивности выделенных на экранах индикаторов сигналов с помощью отградуированного в децибелах клавишного переключателя установки уровня «Изоэхо».

В устройство «Изоэхо» входят: линейка изоэхо и катодных повторителей, расположенная в блоке БЧ-006; элементы кали-

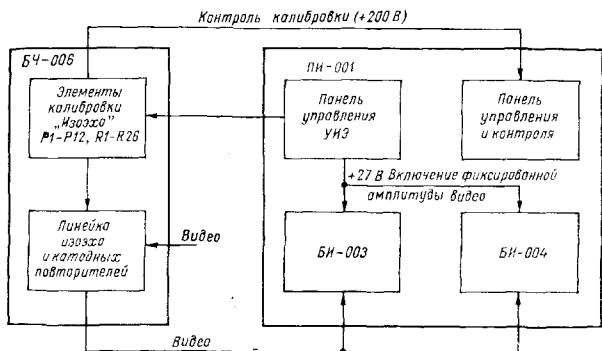


Рис. 18.2. Функциональная схема устройства «Изоэхо».

бровки «Изоэхо» (реле $P1-P12$ и резисторы $R1-R26$) в блоке БЧ-006; панель управления устройством «Изоэхо» на пульте метеоролога ПИ-001; измерительный прибор ИП-3 «Контроль чувствительности» и кнопка Кн5 «Контроль калибровки «Изоэхо» на панели управления и контроля пульта метеоролога; реле включения фиксированной амплитуды видеосигналов в блоках индикаторов ИКО и ИДВ.

Функциональная схема устройства приведена на рис. 18.2.

В линейке изоэхо и катодных повторителей с помощью диодной схемы, путем ступенчатого ограничения видеосигналов по минимуму, производится выделение на экранах индикаторов областей метеообразований, отраженные сигналы от которых превышают установленный оператором уровень. Напряжение калибровки, обеспечивающее ограничение видеосигналов по минимуму, поступает на линейку изоэхо с делителей напряжения,

выполненных на резисторах $R1-R26$ и подключенных к источнику стабилизированного напряжения $+200$ В через реле $P1-P12$. В зависимости от положения клавишного переключателя включается одно из вышеуказанных реле, которое подключает соответствующий делитель на резисторах, тем самым изменяя величину калибровочного напряжения, подаваемого на линейку изохро и катодных повторителей. При этом большему значению калибровочного напряжения соответствует больший уровень ограничения диодной схемы.

Для обеспечения достоверности количественных измерений отраженных сигналов в режиме «Изохро» с помощью реле, установленных в индикаторах ИКО и ИДВ, осуществляется включение цепей фиксированной амплитуды видеосигналов. Контроль стабильности напряжения $+200$ В, являющегося источником делителя напряжения элементов калибровки «Изохро», осуществляется с помощью прибора ИП-3 «Контроль чувствительности» путем нажатия кнопки $Kn5$ «Контроль калибровки «Изохро».

Линейка изохро и катодных повторителей (рис. 18.3) предназначена для согласования выхода приемного устройства МРЛ-2 со входом индикаторов и аппаратуры обработки метеоинформации, а также для ограничения по минимуму видеосигналов при включенном устройстве «Изохро». В линейку изохро и катодных повторителей входят катодный повторитель $L36$, ограничитель по максимуму $D11$, $D12$, усилитель видеосигналов $L5$, выходные катодные повторители $L4a$, $L46$ и $L6$. Каскады «Изохро» состоят из усилителя $L1$, катодного повторителя $L3a$, ограничителя по минимуму $D13$ и восстановителей постоянной составляющей. Линейка размещена в блоке БЧ-006.

Видеосигналы с выхода приемного устройства поступают на усилитель $L1$ и на катодные повторители $L36$, $L46$, $L6$. С выхода катодных повторителей $L46$ и $L6$ видеосигналы поступают на индикатор ИДА и аппаратуру обработки метеоинформации соответственно. Ограничитель видеосигналов по максимуму $D11$, $D12$ предотвращает перегрузки усилителя $L5$. При выключенном устройстве «Изохро» катодный повторитель $L36$ открыт и видеосигналы без ограничения по минимуму проходят на усилитель $L5$ и далее на индикаторы ИКО и ИДВ через выходной катодный повторитель $L4a$. При включении устройства «Изохро» срабатывает реле $P1$ и к ограничителю по минимуму $D13$ подключается соответствующий делитель напряжения, определяющий уровень ограничения видеосигналов. Одновременно с этим лампа $L3a$ открывается, а лампа $L36$ закрывается. При этом видеосигналы с выхода усилителя $L1$ через катодный повторитель $L2$ поступают на ограничитель по минимуму $D13$. Ограниченные по минимуму видеосигналы на выбранном уровне

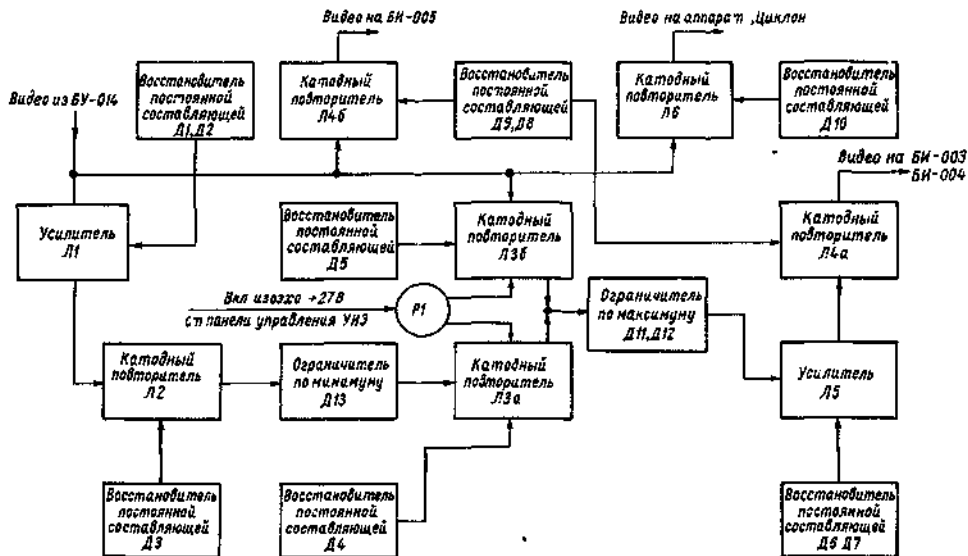


Рис 183 Функциональная схема линейки изозко и катодных повторителей

поступают на катодный повторитель *Л3а* и далее через ограничитель по максимуму *Д11*, *Д12* на усилитель *Л5*. Усиленный по амплитуде сигнал «Изоэхо» через выходной катодный повторитель подается на ИКО и ИДВ. Восстановители постоянной составляющей предназначены для поддержания постоянных потенциалов на сетках соответствующих ламп, независимо от длительности видеосигналов.

18.3. Линейка датчика развертывающих напряжений

Линейка датчика развертывающих напряжений территориально размещена в блоке БЧ-006 и предназначена для вырабатывания развертывающих напряжений, пропорциональных синусу и косинусу угла поворота антенны. Функциональная схема линейки приведена на рис. 18.4.

Линейка датчика включает в себя генератор синусоидальных колебаний *Л1*, трансформатор *Тр1*, трансформаторы сигнальных напряжений горизонтальной и вертикальной составляющих *Тр3*, *Тр2*, фазовый детектор напряжения развертывания по вертикали *Л2* с катодным повторителем сигнала *Л4а* и выходным катодным повторителем *Л5а*, фазовый детектор напряжения развертывания по горизонтали *Л3* с катодным повторителем сигнала *Л4б* и выходным катодным повторителем *Л5б*.

В датчике азимута механизма вращения антенны установлен сельсин-расщепитель, ротор которого вращается синхронно с вращением антенны. На обмотку возбуждения сельсина и на первичную обмотку трансформатора *Тр1* подаются синусоидальные колебания частоты 1500 Гц, вырабатываемые генератором *Л1*. Напряжения, сдвинутые по фазе на 120°, с обмоток синхронизации сельсина поступают на первичные обмотки трансформаторов сигнальных напряжений горизонтальной и вертикальной составляющих развертки *Тр3*, *Тр2*. Со вторичных обмоток этих трансформаторов напряжения, сдвинутые по фазе на 90°, подаются через катодные повторители *Л4б* и *Л4а* на фазовые детекторы *Л3* и *Л2*, к которым одновременно подводится опорное напряжение со вторичных обмоток трансформатора *Тр1*. С выходов фазовых детекторов развертывающие напряжения обеих составляющих, пропорциональные синусу и косинусу угла поворота антенны, поступают через соответствующие катодные повторители (*Л5б* и *Л5а*) в каналы горизонтальной и вертикальной составляющих развертки ИКО.

Формирование развертывающих напряжений рассмотрим подробнее по принципиальной схеме, приведенной на рис. 18.5.

Генератор собран на лампе *Л1б* по схеме параллельного питания и представляет собой усилитель с положительной обратной

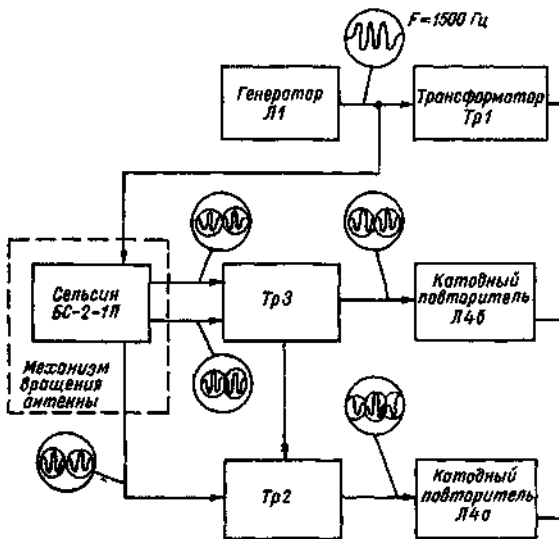
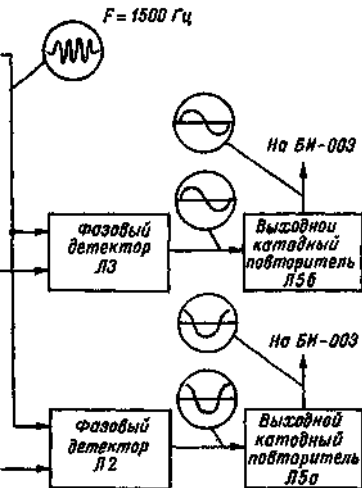


Рис 184 Функциональная схема линенки датчика развертывающих



напряжений

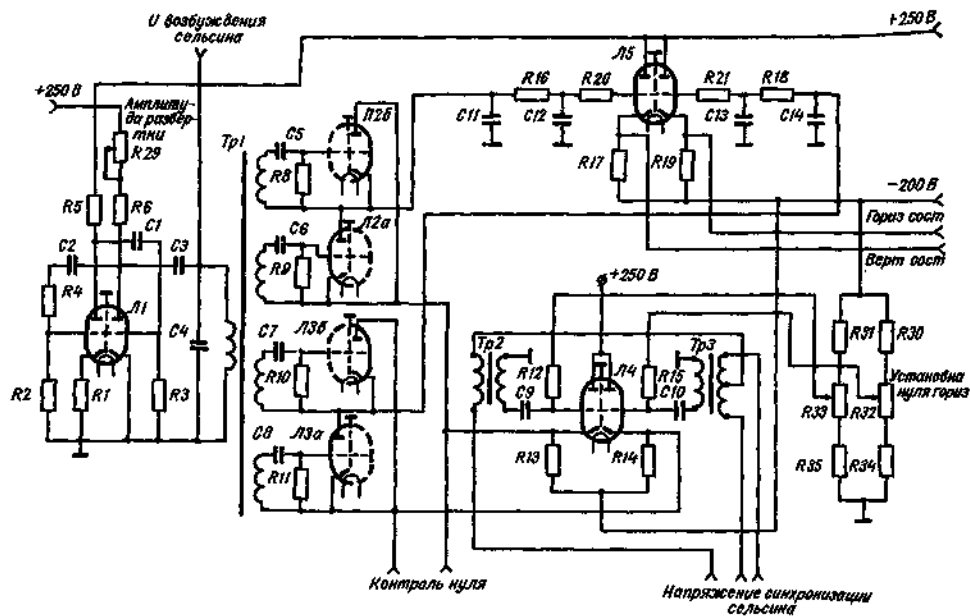


Рис 185 Принципиальная схема линенки датчика развсртыивающих напряжений

связью. Контур генератора состоит из индуктивности, образованной обмоткой возбуждения сельсина и первичной обмоткой трансформатора *Tr1*, и конденсатора *C4*. Положительная обратная связь осуществляется с помощью лампы *Л1а*. В сеточную цепь этой лампы подается переменное напряжение с анода лампы *Л1б* через разделительный конденсатор *C2* и делитель напряжения *R4*, *R2*. Усиленное переменное напряжение с измененной на 180° фазой с анодной нагрузки *R5* подается через конденсатор *C1* в сеточную цепь лампы *Л1б*. В результате напряжения на аноде и сетке лампы *Л1б* оказываются в противофазе, что обеспечивает получение незатухающих колебаний в генераторе. Амплитуду напряжения генератора, а следовательно, и амплитуды разvertyвающихся напряжений можно регулировать с помощью переменного резистора, установленного на передней панели блока БЧ-006 с надписью «Амплитуда развертки». Синусоидальные колебания частотой 1500 Гц поступают на обмотку возбуждения сельсина и первичную обмотку трансформатора *Tr1*.

В выходных, соединенных звездой обмотках синхронизации сельсина, вращающегося синхронно с антенной, вырабатываются три напряжения, изменяющиеся по закону синуса угла поворота антенны и сдвинутые на 120° относительно друг друга. Одно из этих напряжений подается непосредственно на первичную обмотку трансформатора *Tr3* сигнала синусоидальной развертки. Для получения второго (косинусного) напряжения, сдвинутого по фазе точно на 90° относительно синусного напряжения, первичная обмотка трансформатора *Tr2* подключена между выводом статорной обмотки сельсина и средней точкой первичной обмотки трансформатора *Tr3*, являющейся, по существу, выводом средней точки трехфазной выходной обмотки сельсина. В результате такого подключения напряжения, поступающие на трансформаторы *Tr2* и *Tr3*, оказываются сдвинутыми по фазе на 90° .

Во вторичных обмотках трансформаторов *Tr2* и *Tr3* выделяются напряжения сигнала, промодулированные по законам синуса и косинуса угла поворота антенны и поступающие через конденсаторы *C9* и *C10* соответственно на катоды повторители *Л4а* и *Л4б* вертикальной и горизонтальной составляющих сигнального напряжения. Последующие тракты вертикальной и горизонтальной составляющих развертки идентичны, поэтому рассмотрим тракт только вертикальной составляющей.

Катодный повторитель *Л4а* развязывает цепь фазового детектора от обмотки синхронизации сельсина во избежание перегрузки последнего. Катодная нагрузка лампы *Л4а* подключена к источнику напряжения — 200 В, благодаря чему положительные и отрицательные полуволны напряжения через катодный

повторитель проходят без искажений. С поступлением на сетку лампы напряжения сигнала со вторичной обмотки трансформатора *Tr2* в катодной цепи ее на резисторе *R13* выделяется переменное напряжение сигнала, которое подается без разделительного конденсатора на фазовый детектор. На сетку лампы *Л4а* через резистор утечки *R12* подано отрицательное напряжение смещения с делителя напряжения, состоящего из резисторов *R31*, *R33*, *R35*, установленных в блоке БЧ-006 и подключенных к источнику напряжения —200 В. Переменный резистор *R33* позволяет установить нуль вертикальной составляющей развертывающего напряжения при нулевом значении переменного напряжения сигнала. Резистор установлен на передней панели блока БЧ-006 и называется «Установка нуля вертикальной составляющей».

Фазовый детектор собран на двойном триоде *Л2* по схеме коммутирующего детектора и предназначен для выделения напряжения с частотой модулированного сигнала, пропорционального косинусу угла поворота антенны. Резисторы *R8*, *R9* и конденсаторы *C5*, *C6* образуют цепочки автоматического смещения. На сетки ламп *Л2а* и *Л2б* подается опорное напряжение с соответствующих вторичных обмоток трансформатора *Tr1*. Одновременно на анод *Л2б* и катод *Л2б* подается напряжение сигнала с катодного повторителя *Л4а*. Лампы *Л2б* и *Л2а* будут проводить ток поочередно и только в те моменты времени, когда положительное значение опорного напряжения на их сетках будет совпадать с положительным значением напряжения сигнала между анодом и катодом этих ламп. В результате поочередной проводимости ламп *Л2а* и *Л2б* на конденсаторе *C11* выделяется огибающая напряжения, изменяющаяся по закону косинуса угла поворота антенны с частотой (скоростью) ее вращения. Напряжение с конденсатора *C11* поступает на фильтр, состоящий из резистора *R16* и конденсатора *C12*, сглаживающего пульсации напряжения частоты 1500 Гц. С выхода фильтра развертывающее напряжение, изменяющееся по закону косинуса угла поворота антенны, подается на сетку выходного катодного повторителя *Л5а*, предназначенного для ослабления влияния генератора развертки ИКО на режим фазового детектора. Подключение резистора *R17* к источнику напряжения —200 В позволяет пропустить через катодный повторитель развертывающее напряжение без искажений. Это напряжение с резистора *R17* подается в канал вертикальной составляющей линейки генератора развертки и азимутальных меток блока БИ-003 (см. рис. 15.9). В канал горизонтальной составляющей линейки генератора развертки и азимутальных меток аналогично поступает развертывающее напряжение с резистора *R19*.

Контрольные вопросы

1. Расскажите о функциональной связи линейки запуска с другими узлами станции.
2. Как влияет изменение частоты запускающих импульсов (в 2—3 раза) на работу магнетрона, систему АСУ и индикаторные устройства?
3. Объясните принцип работы и калибровки системы ступенчатого излома.

ГЛАВА 19**Электропривод антенной системы****19.1. Общие сведения**

Электропривод антенной системы служит для управления антенной в вертикальной и горизонтальной плоскостях в трех режимах управления: «Первая программа», «Вторая программа», «Ручное».

Режим «Первая программа» обеспечивает непрерывное круговое вращение антенны по азимуту со скоростью 6 об/мин и ручное или программное управление положением антенны по углу места.

Режим «Вторая программа» обеспечивает непрерывное сканирование антенны в секторе от -1 до $+103^\circ$ по углу места и ручное или программное управление положением антенны по азимуту.

Программное управление положением антенны осуществляется программным устройством, обеспечивающим дискретное изменение положения антенны на заданную величину в вертикальной или горизонтальной плоскости в зависимости от выбранной программы через 1 или 2 оборота по азимуту или сканирование по углу места.

Программное управление положением антенны осуществляется по команде «Пуск—повтор», возврат антенны в исходное состояние — по команде «Сброс».

Позиционный режим обеспечивает ручное управление (доворот) антенной в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Управление антенной в позиционном режиме производится с помощью маховичков, расположенных на панели управления приводом пульта метеоролога.

В состав электропривода антенной системы входят: установка антенного устройства (механизм вращения, токосъемник,

механизм качания и устройства формирования меток азимута); шкаф привода ШВ-03; блок программного устройства; блок логического устройства; панель управления приводом.

Механизм вращения состоит из редуктора вращения, датчика азимута (ДАЗ) и блока азимутальных датчиков (АзД); механизм качания состоит из редуктора качания, блока датчика угла места (ДУМ); шкаф привода состоит из блока управления, магнитного усилителя азимута, магнитного усилителя угла места, аппаратуры, обеспечивающей пуск, защиту, контроль и регулировку системы.

Технические данные. Скорость вращения антенны по азимуту — 6 об/мин. Время одного периода сканирования по углу места — 30 ± 5 с. Углы дискретного перемещения антенны при программном управлении — 0,72; 2,88; 5,76; 11,52°.

Число дискретных перемещений антенны — 32, 8, 4, 2. Точность дискретных перемещений антенны в позиционном режиме: по азимуту 0,5°; по углу места 0,25°. Максимальная скорость обработки: по азимуту 7,5°/с; по углу места 6°/с.

19.2. Принцип действия

Упрощенная функциональная схема электропривода в целом представлена на рис. 19.1. Управление положением антенны в зависимости от выбранного режима обеспечивается следующим образом.

Режим «I программа». Вращение антенны по азимуту со скоростью 6 об/мин осуществляется специальным исполнительным двигателем (М7), постоянно включенным в кинематическую цепь электропривода. При включении режима «I программа» на панели управления приводом командой «Вращение» через коммутирующее устройство К1 исполнительный двигатель подключается к сети 3×220 В, 400 Гц и обеспечивает вращение антенны. В этом режиме часть кинематической цепи (двигатель М9, тахогенератор М8 и часть редуктора) отключена электромагнитной муфтой ЭМ. Управление положением антенны по углу места обеспечивается исполнительной частью следящей системы по углу места (М4, У1, У2, М3, М2, редуктор), к которой в качестве датчиков подключены вращающиеся трансформаторы (ВТ) ручного управления (М14) и ВТ программного управления (М12). По команде «Вращение» ВТ ручного и программного управления включаются через коммутирующее устройство К5 по схеме электрического дифференциала, т. е. таким образом, что сигнал на выходе ВТ ручного управления (М14) соответствует сумме углов, заданных вручную (ϵ') и программным устройством (ϵ'').

При ручном управлении положением антенны по углу места ВТ программного управления находится в исходном состоянии ($\epsilon'' = 0^\circ$). Сигнал, соответствующий углу места (ϵ'), заданному вручную на панели управления, поступает в блок датчиков угла места (ДУМ) на принимающий ВТ следящей системы (М2),

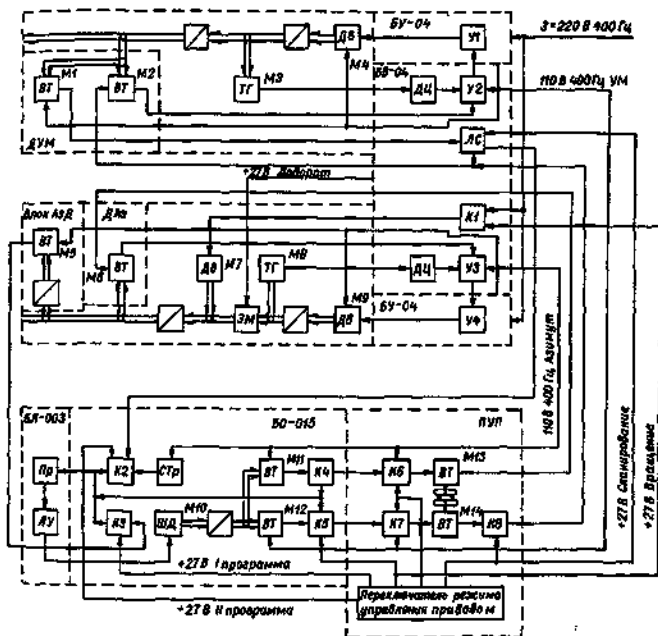


Рис. 19.1. Функциональная схема электропривода.

механически связанный с антенной и служащий для автоматического измерения разности между заданным и действительным положением антенны в вертикальной плоскости, а также для преобразования этой разности в управляющий сигнал. Сигнал с выхода принимающего ВТ (напряжение рассогласования или ошибки) поступает на усилитель следящей системы (У2, У1), который производит сложение сигнала рассогласования и

сигнала стабилизации, вырабатываемого стабилизирующим звеном следящей системы, и усиление суммарного сигнала.

Стабилизирующее звено, образованное тахогенератором (*МЗ*) и дифференцирующей цепью (*ДЦ*), служит для уменьшения числа и размаха колебаний антенны при установке в заданное положение.

Сигнал с выхода усилителя *У1* поступает на исполнительный двигатель (*М4*), который производит установку антенны в заданное положение по углу места. При достижении антенной заданного положения сигнал рассогласования на выходе принимающего *ВТ* становится равным нулю, и двигатель останавливается.

При программном управлении положением антенны по углу места начальное положение антенны задается вручную, с помощью *ВТ* ручного управления. Программное устройство по команде «Пуск—повтор» на каждый оборот антенны по азимуту дискретно изменяет угол места (ϵ''), задаваемый программным *ВТ*.

Сигнал, соответствующий задаваемому приращению угла места, поступает через *ВТ* ручного управления на исполнительную часть следящей системы, которая и производит установку антенны в заданное положение. Работа исполнительной части следящей системы рассмотрена выше.

В качестве датчика оборота антенны по азимуту используется сигнальный *ВТ* (*М5*), связанный с валом антенны редукцией 2:1. С выхода сигнального *ВТ* напряжение, фаза которого изменяется один раз за оборот антенны, поступает через коммутирующее устройство *КЗ* на преобразователь блока логического устройства *Пр*, вырабатывающий в момент изменения фазы входного напряжения сигнал начала работы программного устройства. По этому сигналу из блока логического устройства *ЛУ* на шаговый двигатель (*М10*) поступает пачка импульсов, количество которых соответствует заданному дискретному изменению положения антенны по углу места. Шаговый двигатель поворачивает ротор программного *ВТ*, изменяя тем самым величину задаваемого угла (ϵ'').

В табл. 3 приведены данные количества импульсов в одной пачке, соответствующих одному дискретному перемещению антенны, и величины углов поворота шагового двигателя и антенны для различных режимов.

Постоянный сектор программного перемещения антенны достигается тем, что логическое устройство считает число сигналов, поступающих от сигнального *ВТ*, и прекращает выдачу импульсов после получения следующего числа сигналов: 32 сигналов в режиме № 1, 8 сигналов в режиме № 2, 4 сигналов в режиме № 3 и 2 сигналов в режиме № 4.

Произведение числа импульсов в одной пачке на число пачек постоянно и равно 256, поэтому сектор поворота будет постоянным и равным

$$\frac{256}{8} \times 0,72 = 23,04^\circ \quad \text{или} \quad \frac{256}{32} \times 2,88 = 23,04^\circ.$$

Режим «II программа». Сканирование антенны по углу места в секторе от -1° до $+103^\circ$ обеспечивается исполнительной частью следящей системы по углу места. При включении режима

Таблица 3

№ режима	Количество импульсов в пачке	Угол поворота шагового двигателя, об.	Угол поворота антенны, град.
1	8	0,5	0,72
2	32	2,0	2,88
3	64	4,0	5,75
4	128	8,0	11,52

«II программа» коммутирующее устройство *K8* отключает *ВТ* ручного управления (*M14*) от следящей системы (рис. 19.1). С линейки сканирования (*ЛС*) на вход принимающего *ВТ* поступает сигнал, соответствующий нижней границе сектора сканирования -1° . Отрабатывая рассогласование, следящая система изменяет с постоянной скоростью положение антенны в вертикальной плоскости. При достижении антенной границы сектора сканирования происходит автоматическое переключение напряжения в линейке сканирования таким образом, что на вход принимающего *ВТ* поступает сигнал, соответствующий верхней границе сектора ($+103^\circ$), и тем самым изменяется направление перемещения антенны.

Для управления автоматическим переключением напряжения в качестве датчика используется измерительный *ВТ* (*M1*), сигнал с которого поступает на линейку сканирования. Управление положением антенны по азимуту в этом режиме обеспечивается исполнительной частью следящей системы азимута (*M6*, *M8*, *M9*, *У3*, *У4*, редуктор), к которой в качестве датчиков подключены *ВТ* ручного управления (*M13*) и *ВТ* программного управления (*M11*). При включении режима «II программа» по команде «Сканирование» *ВТ* ручного управления и *ВТ* программного управления включаются по схеме электрического дифференциала. Кроме того, по команде «II программа» электромагнитная муфта *ЭМ* подключает исполнительный двигатель следящей системы (*M9*) к основной кинематической цепи электропривода.

Ручное и программное управления положением антенны по азимуту осуществляются аналогично описанному выше для режима «I программа» управлению положением антенны по углу места. Отличием является то, что в режиме «II программа» для управления программным устройством вместо напряжения с сигнального *ВТ* (*М5*) используется сигнал, вырабатываемый сигнальным трансформатором (*СТр*).

Позиционный режим. Ручное управление антенной в горизонтальной и вертикальной плоскостях осуществляется следящими системами по азимуту и углу места, к которым в качестве датчиков подключены только *ВТ* ручного управления.

При включении режима «Ручное» на панели управления *ВТ* программного управления (*М11*, *М12*) отключаются и статорные обмотки *С1—С2 ВТ* ручного управления подключаются коммутирующими устройствами *К6*, *К7* в цепь возбуждения 110 В, 400 Гц.

Работа следящих систем в позиционном режиме аналогична описанной выше в разделе «I программа» для ручного управления.

19.3. Устройство электропривода

Как указывалось выше, электропривод имеет ряд механических, электромеханических и электронных устройств, которые обеспечивают выполнение той или иной заданной программы управления антенной. Рассмотрим назначение, устройство и принцип работы этих устройств.

Механизм вращения антенны состоит из редуктора вращения антенны, датчика азимута, блока азимутальных датчиков, фотомодулятора и преобразователя импульсов фотомодулятора. Датчик азимута и блок азимутальных датчиков получают вращение от центрального вала антенны с помощью цилиндрических безлюфтовых зубчатых колес. Вращение антенны со скоростью 6 об/мин обеспечивается с помощью асинхронного электродвигателя АОЛ-32-12М мощностью 1,7 кВт, а вращение со скоростью 1 об/мин — с помощью управляемого электродвигателя ДАД-8 мощностью 0,3 кВт через соответствующие безлюфтовые редукторы.

При работе двигателя АОЛ-32-12М предусмотрено отключение двигателя ДАД-8 электромагнитной муфтой ЭМ-22. Ось двигателя ДАД-8 связана с тахогенератором СЛ-22Л, который вырабатывает сигнал обратной связи для стабилизации следящей системы. Редуктор вращения антенны имеет ручной привод, расположенный на одной оси с электромагнитной муфтой ЭМ-22. Для отключения электродвигателей при работе ручного

привода служит кнопка, связанная с рукояткой ручного привода. Шестерни редуктора работают в масляной ванне. Уровень масла контролируется контрольными пробками.

Блок датчиков азимута состоит из двух корпусов, вращающегося трансформатора, трех сельсинов БС-4 и одного сельсина БС-2-1, связанных между собой передаточным отношением 1:1. На оси вращающегося трансформатора закреплена шкала. Фотомодуляторы азимутальных меток имеют регулировку для точной установки угла. Диск фотомодулятора укреплен на центральном валу антенны.

Токосъемник предназначен для передачи электрических сигналов от неподвижных блоков станции к вращающимся и от вращающихся к неподвижным. Токосъемник имеет 90 колец сигналов управления и 3 высокочастотных кольца. Силовые кольца токосъемника предусматривают передачу тока до 15 А. К нижней части корпуса токосъемника через переходное кольцо прикреплен корпус вращающегося перехода антенно-волноводной системы.

Механизм качания антенны состоит из неподвижного конического корпуса, в котором расположен вертикальный вал, служащий продолжением центрального вала редуктора вращения антенны, блока датчика угла места, корпус которого крепится к верхнему концу вертикального вала, редуктора качания и основания антенны.

Датчики угла места расположены в левой части корпуса блока датчика, а к правой его части крепится ось редуктора качания антенны. Основание антенны крепится с одной стороны к редуктору качания, а с другой стороны к валу датчиков угла места.

При включении исполнительного двигателя ДАД-8 шестерни редуктора вместе с корпусом и основанием антенны обкатываются около неподвижной шестерни, закрепленной на оси. Тем самым обеспечивается качание антенны. Угол качания антенны определяется с помощью шкалы, закрепленной на корпусе антенны. Редуктор имеет ручной привод, у рукоятки которого установлена кнопка, обеспечивающая отключение двигателя ДАД-8 при работе ручного привода. Шестерни редуктора работают в масляной ванне, уровень которого проверяется с помощью контрольных пробок.

Блок датчиков угла места состоит из двух корпусов, пяти сельсинов БС-4 и двух вращающихся трансформаторов. Сельсины и вращающиеся трансформаторы связаны с центральным колесом редуктора с помощью безлюфтовых зубчатых колес. В блоке датчика угла места установлены две контактные группы, которые обеспечивают работу фоторегистрирующей аппаратуры. Для ограничения угла качания на датчике установ-

лены две кнопки. Кроме того, на корпусе блока датчиков угла места установлены буферные упоры. Шкала механизма качения закреплена на корпусе датчика угла места, а нониус — на коническом корпусе.

Устройство формирования меток азимута предназначено для получения перепадов постоянного напряжения « $+90^\circ \text{ В} - 0^\circ$ » и « $+30^\circ \text{ В} - 0^\circ$ » через каждые 10° и 30° угла поворота антенны. Устройство состоит из линейки преобразования импульсов фотомодулятора и фотомодулятора, расположенных в механизме

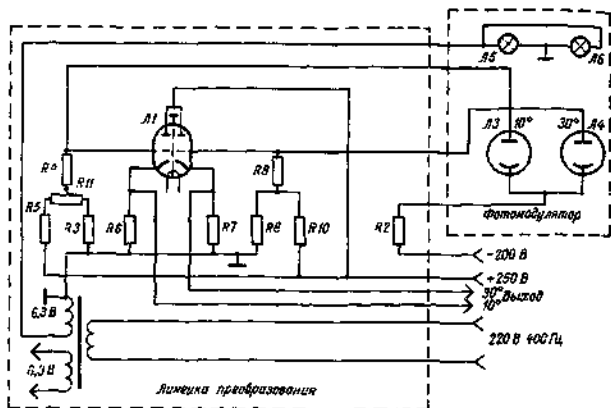


Рис. 19.2. Схема преобразования импульсов фотомодулятора.

вращения. Принципиальная схема преобразования импульсов фотомодулятора представлена на рис. 19.2. Фотомодулятор состоит из двух фотоэлементов типа Ф-8, двух ламп накаливания типа А-3 и вращающегося диска с двумя рядами прорезей. Диск фотомодулятора имеет в первом ряду 36 прорезей шириной 2 мм, размещенных через 10° , во втором ряду 12 прорезей шириной 6 мм, размещенных через 30° . Диск располагается между источниками света (лампами накаливания Л5, Л6) и чувствительными фотоэлементами (Л3, Л4) и вращается синхронно с вращением антенны. В момент прохождения прорезей между соответствующей лампой накаливания и фотоэлементом световой луч проходит через них, попадая на фотоэлемент. На выходе фотоэлемента образуются перепады напряжения.

Питание фотоэлементов осуществляется от источника напряжения «+250 В» через соответствующие делители напряжения: $R5$, $R11$, $R6$ — для $Л3$ и $R8$, $R10$ — для $Л4$ и от «-220 В» через резистор $R2$. С помощью переменного резистора $R11$ «Уровень 10°» производится регулировка уровня перепада положительного напряжения меток 10°. С нагрузочного резистора $R4$ перепады положительного напряжения меток 10° поступают на сетку катодного повторителя $Л1а$, предназначенного для подачи перепадов напряжения в канал азимутальных меток линейки генератора развертки и азимутальных меток блока БИ-003. Указанные перепады напряжения снимаются с резистора $R6$.

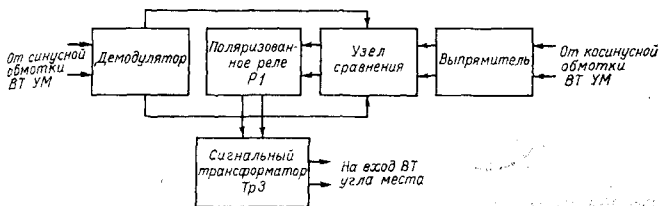


Рис. 19.3. Блок-схема линейки сканирования.

Формирование перепадов положительного напряжения меток 30° осуществляется аналогично.

Блок управления приводом БВ-04 предназначен для автоматического управления и контроля работы электропривода антенной системы. В него входят: основная и резервная линейки сканирования; два полупроводниковых усилителя (угла места и азимута); индикаторные приборы (угла места и азимута); миллиамперметры в выходных цепях полупроводниковых усилителей; цепи защиты и управления.

Линейка сканирования, блок-схема которой представлена на рис. 19.3, предназначена для автоматического управления приводом антенны в режиме непрерывного сканирования по углу места. Она содержит: демодулятор, выпрямитель, сигнальный трансформатор, двухобмоточное поляризованное реле и узел сравнения.

Выпрямитель имеет два выхода с противоположными полярностями относительно его средней точки.

Сигнальный трансформатор $Тр3$ является датчиком предельных углов сканирования. Он имеет две выходные обмотки, напряжения их выбраны таким образом, что они пропорциональны углу места -1° , а при изменении фазы одного из них про-

порциональны углу места $+103^\circ$. Выходные обмотки подключаются на вход принимающего вращающегося трансформатора (ВТ) датчика угла места (УМ), который вырабатывает сигнал рассогласования, поступающий на усилители следящей системы угла места. Переключение выходных концов сигнального трансформатора для изменения фазы напряжения осуществляется промежуточным реле в зависимости от срабатывания поляризованного реле *PI*.

Принцип действия линейки основан на сравнении с помощью узла сравнения однополярных напряжений демодулятора и одного из выходов выпрямителя. На вход демодулятора поступает

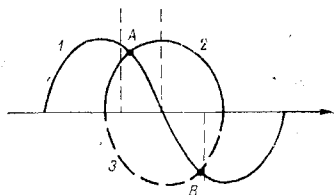


Рис. 19.4. График напряжений демодулятора и выпрямителей.

напряжение с синусной обмотки измерительного ВТ, установленного в блоке датчика угла места, а на выпрямитель — напряжение с косинусной обмотки измерительного ВТ.

График напряжений демодулятора и выпрямителей дан на рис. 19.4. Как видно, измерительный ВТ установлен таким образом, что в среднем положении антенны,

при угле места 52° , напряжение с выхода демодулятора равно нулю (кривая 1), а напряжения с выходов выпрямителя будут максимальными и равными по величине (кривые 2 и 3).

Рассмотрим принцип работы линейки сканирования. При включении режима сканирования сигнал управления с сигнального трансформатора *Tr3*, пропорциональный углу места -1° , поступает в исполнительную часть следящей системы. При движении антенны напряжения на демодуляторе и выпрямителе будут изменяться, как показано на рис. 19.4. В точке А эти напряжения будут равны, а в положении антенны -1° напряжение на демодуляторе будет больше напряжения выпрямителя. Узел сравнения через поляризованное реле переключит фазу одной из обмоток сигнального трансформатора, что будет соответствовать сигналу управления угла места $+103^\circ$.

При движении антенны к углу $+103^\circ$ в точке В напряжение демодулятора будет равно напряжению однополярного с ним выхода выпрямителя. В положении антенны $+103^\circ$ узел сравнения через другие контакты поляризованного реле переключит сигнальный трансформатор на напряжение, пропорциональное -1° . Процесс сканирования продолжается непрерывно и выключается снятием команды «Сканирование».

Полупроводниковый усилитель предназначен для суммиро-

вания и последующего усиления сигнала рассогласования измерительного устройства и сигнала постоянного тока стабилизирующей цепи. Функциональная схема усилителя одного из каналов приведена на рис. 19.5. Усилитель состоит из модулятора, двухкаскадного полупроводникового усилителя, суммирующего трансформатора и фазочувствительного выпрямителя. Модулятор преобразует сигнал постоянного тока в напряжение частоты 400 Гц. Собирает он на четырех триодах, что обеспечивает двухполупериодную модуляцию. На одну обмотку суммирующего

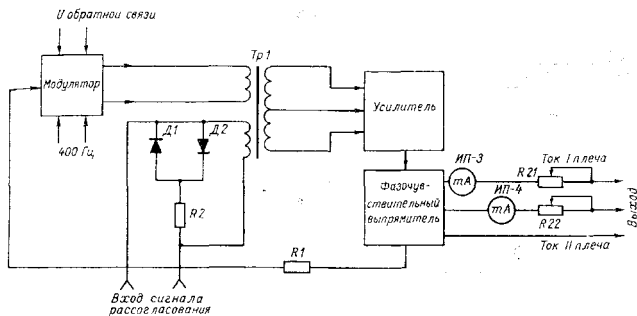


Рис. 19.5. Функциональная схема полупроводникового усилителя.

трансформатора *Tr1* подается напряжение с выхода модулятора, на другую — напряжение сигнала рассогласования через ограничительную цепочку, состоящую из диодов *Д1*, *Д2* и резистора *R2*. Двухкаскадный усилитель предназначен для предварительного усиления по мощности сигнала частоты 400 Гц. Фазочувствительный выпрямитель преобразует сигнал частоты 400 Гц в напряжение управления постоянного тока. Весь усилитель охвачен отрицательной обратной связью через резистор *R1*, чем обеспечивается стабилизация усилителя. С выхода усилителя управляющее напряжение поступает на вход магнитного усилителя.

Магнитный усилитель размещен в блоке магнитного усилителя БУ-04 и предназначен для усиления управляющего сигнала по мощности и реверсивного управления двигателем ДАД-8. Питание усилитель получает от трехфазной сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 400 Гц. Ток, потребляемый от сети, не более 10 А. Блок БУ-04 представляет собой двухтактный реверсивный магнитный усилитель, выполненный

по дифференциальной схеме, подобной схеме, изображенной на рис. 6.6. Нагрузкой магнитного усилителя является исполнительный двигатель ДАД-8. Принцип работы подобного магнитного усилителя подробно описан в п. 6.3.

Блок программного устройства (Б0-015) состоит из шагового двигателя (МЗ), редуктора, двух вращающихся трансформаторов (ВТ) — азимута (М1) и угла места (М2) — и является исполнительным звеном программного устройства, осуществля-

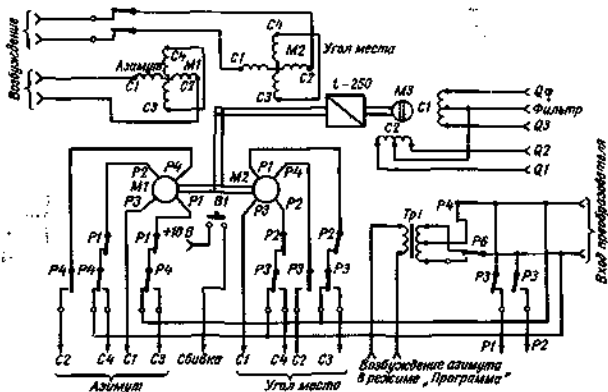


Рис. 19.6. Упрощенная принципиальная схема блока программного устройства.

ющим установку программных ВТ на «нуль» в режиме согласования и задание положения антенны при выполнении программы. Упрощенная принципиальная схема блока приведена на рис. 19.6.

В режиме согласования, когда клавиши из группы «Программа» на панели управления отключены, роторные обмотки Р1—Р2 программных ВТ (М1 и М2) через нормально замкнутые контакты реле Р1—Р4 подключаются на вход преобразователя в блоке логического устройства. По команде «Сброс» логическое устройство вырабатывает импульсы управления, обеспечивающие поворот якоря шагового двигателя в сторону уменьшения выходного напряжения ВТ. Как только установка ВТ на «нуль» закончится, загорается сигнальная лампочка Л5 «Согласовано» на панели управления приводом, сигнализирующая о готовности привода к работе.

В режиме «I программа» по командам «Вращение» и «I программа» реле $P1$ и $P3$ отключают обмотки $P1-P2$ ВТ ($M1-M2$) от входа преобразователя. Реле $P3$ подключает ВТ угла места ($M2$) к соответствующему ВТ ручного управления по схеме электрического дифференциала, а на вход преобразователя через контакты реле $P3$ поступает напряжение сигнального ВТ, которое обеспечивает запуск логического устройства один раз за полный оборот антенны по азимуту.

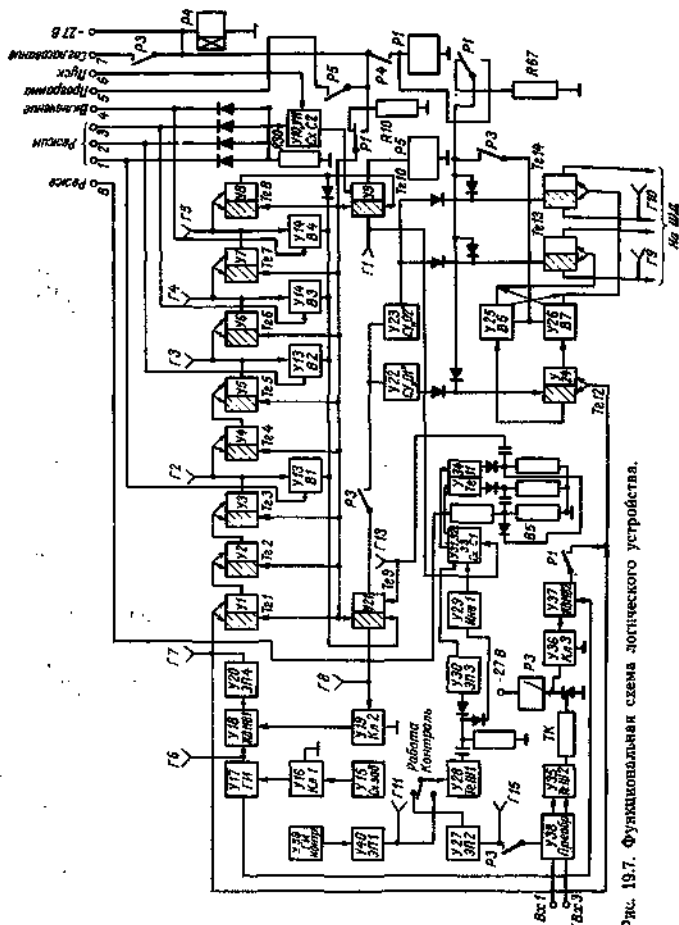
После включения одной из клавиш группы «Режим» и клавиши «Пуск—повтор» с логического устройства на обмотки шагового двигателя ($M3$) начинают поступать пакеты импульсов. Шаговый двигатель поворачивает механически связанные с ним роторы ВТ $M1$ и $M2$, задавая тем самым изменение положения антенны по углу места. В результате антенна дискретно переместится по углу места за один поворот антенны по азимуту.

В режиме «II программа» по командам «II программа» и «Сканирование» реле $P2$ и $P4$ отключают ВТ ($M1$ и $M2$) от преобразователя, реле $P4$ подключает ВТ азимута ($M1$) к соответствующему ВТ ручного управления на панели управления приводом. На вход преобразователя подключается через контакты реле $P4$ напряжение с сигнального трансформатора $Tr1$. Фаза этого напряжения изменяется по сигналу с линейки сканирования, поступающему на реле $P6$. Напряжение с сигнального трансформатора используется для запуска логического устройства.

Блок логического устройства (БЛ-003) предназначен для программного управления углом поворота шагового двигателя ($ШД$). Функциональная схема логического устройства приведена на рис. 19.7.

Начальная установка триггеров перед приведением программного устройства в положение «Согласование» происходит при подаче питания на схему путем подключения их входов через контакты реле $P1$ к «земле» через резистор $R10$ для триггеров $Tz1-Tz10$, и резистор $R67$ для триггеров $Tz12-Tz14$. Подключение питания к генератору импульсов $ГИ$ производится с задержкой во времени, необходимой для начальной установки триггеров, с помощью схемы задержки и ключа $Kл1$ через контакты реле $P1$. Это необходимо для того, чтобы исключить возможность попадания импульсов с генератора в схему, пока не закончатся все переходные процессы после включения питания.

Схема будет подготовлена к исполнению программы в том случае, если измерительные ВТ ($M1$ и $M2$ в блоке БО-015) находятся в положении, в котором амплитуда сигнала на выходе обмотки $P1-P2$ равна нулю. При наличии напряжения на выходе ВТ преобразователь вырабатывает сигналы, обеспечиваю-



щие на выходе триггера Шмитта ($T_{\text{гШ2}}$) отрицательный уровень напряжения, закрывающий тиристорный ключ ($ТК$). Когда ключ $ТК$ закрыт, открыт ключ $Кл3$, обеспечивающий прохождение импульсов генератора через ждущий мультивибратор ($Жд.МВ2$) на вход узла управления шаговым двигателем ($T_{\text{г12}}$, вентили $B6$ и $B7$, $T_{\text{г13}}$, $T_{\text{г14}}$).

С поступлением импульсов на $T_{\text{г12}}$ шаговый двигатель в блоке БО-015 поворачивает роторы вращающихся трансформаторов $M1$ и $M2$ в положение, при котором выходное напряжение с обмоток $P1-P2$ станет равным нулю. В этот момент напряжение на выходе преобразователя тоже станет равным нулю, а на триггере $T_{\text{гШ2}}$ будет положительным, что вызовет открывание тиристорного ключа $ТК$ и закрывание ключа $Кл3$. В случае рассогласования на 180° , т. е. в положении ложного нуля, на второй вход $T_{\text{гШ2}}$ с блока БО-015 поступает напряжение $+10$ В, которое поддерживает отрицательный потенциал на выходе триггера Шмитта до тех пор, пока $ВТ$ не развернутся в положение истинного нуля. В положении истинного нуля ключ $Кл3$ запрещает прохождение импульсов на вход $T_{\text{г12}}$, и шаговый двигатель остановится. В нагрузке тиристорного ключа установлено реле $P3$, контакты которого переключают выход преобразователя с триггера $T_{\text{гШ2}}$ на триггер $T_{\text{гШ1}}$. Так как тиристорный ключ обладает свойством памяти, то в дальнейшем к выходу преобразователя будет подключен только $T_{\text{гШ1}}$.

После приведения $ВТ$ в нулевое положение начинается выполнение программы. Для этого необходимо произвести три последовательные операции: включить программы I или II; выбрать один из режимов, т. е. подать напряжение -27 В на один из четырех входов ($1-4$) блока; подать напряжение -27 В на вход $б$, т. е. подать команду «Пуск». При этом на соответствующий диодный вентиль поступает сигнал разрешения.

Рассмотрим работу блока логического устройства для режима № 1. После включения команды «Пуск» устройство запуска программы $Сх.С2$ изменяет начальное положение триггера $T_{\text{г10}}$, который открывает схему совпадения $Сх.С1$. Сигналы запуска с выхода преобразователя через $T_{\text{гШ1}}$, дифференцирующую цепь, эмиттерный повторитель $ЭП3$, инвертор $Инв.1$ и схему совпадения $Сх.С1$ управляют триггером $Тр11$, выполненным на тиристорах, обеспечивающих более мощные импульсы на выходе.

При первом изменении состояния $T_{\text{гШ1}}$ с триггера $T_{\text{г11}}$ выдается импульс на $T_{\text{г9}}$, который изменит свое состояние, вследствие чего откроется ключ $Кл2$ и включится ждущий мультивибратор $Жд.МВ1$. Импульсы генератора $ГИ$ поступают на мультивибратор $Жд.МВ1$, эмиттерный повторитель $ЭП4$ и за-

тем на вход счетчика $Tg1$ и триггер $Tg12$ (вход узла управления шаговым двигателем). После поступления восьми импульсов от генератора триггер $Tg3$ переключается в исходное положение и выдает через вентиль $B1$ положительный импульс на триггер $Tg9$. Триггер $Tg9$ придет в исходное состояние и импульсы с генератора не будут поступать на вход счетчика и вход узла управления шаговым двигателем до тех пор, пока вновь не придет импульс со схемы формирования ($TgШ1$, $ЭПЗ$, $Инв.1$, $Сх.С1$), т. е. до следующего оборота антенны. Таким образом, за один оборот антенны шаговый двигатель $ШД$ получает на вход восемь импульсов, как и требуется по программе. Причем последний (восьмой) импульс поступает не только на триггер $Tg9$ через вентиль $B1$, но и на счетчик, состоящий из триггеров $Tg4—Tg8$ и обеспечивающий счет оборотов антенны, равный $2^5=32$.

После 32 оборотов антенны триггер $Tg8$ приходит в исходное положение, выдавая положительный импульс на триггер $Tg10$. Последний оказывается в исходном состоянии, отчего закрывается схема совпадения $Сх.С1$ и при последующих оборотах антенны с выхода формирования импульсы не выдаются. Выполнение программы повторно достигается включением команды «Пуск». Аналогично выполняются программы в любом из четырех режимов.

По команде «Реже» (вход 8) с помощью вентиля $B5$ отключается выход с одного плеча триггера $Tg11$, и импульсы на вход триггера $Tg9$ поступают в два раза реже, т. е. через оборот антенны.

При нажатии клавиши «Сброс» на панели управления приводом антенны обеспечивается снятие питания с блока логического устройства. При отпускании клавиши «Сброс» поступает напряжение —27 В в блок БЛ-003, чем достигается приведение схемы в положение согласованного нуля.

Панель управления приводом предназначена для управления приводом антенны по азимуту и углу места. Для управления антенной в режимах кругового обзора, вертикального сканирования, а также в позиционном и программном режимах на панели установлены вращающиеся трансформаторы (датчики) $M1$ и $M2$ по одному для каждой координаты управления. На роторе $ВТ$ установлены шкала грубого отсчета с ценой деления 1° и шкала точного отсчета с ценой деления $0,1^\circ$. Шкала точного отсчета через передачу 1:3 связана с рукояткой ручного управления приводом.

Для включения привода в требуемый режим предусмотрены три группы клавишей ($КП1$, $КП2$, $КП3$) и тумблер $B1$. Две группы клавишей ($КП2$ и $КП3$) имеют фиксацию положения, что исключает одновременное включение привода в несколько

программных режимов, и одна группа клавишей (КП) без фиксации положения. Конструктивно панель выполнена в виде платы, на которой установлены электроэлементы. Плата снабжена надписями, поясняющими принадлежность органов управления, шкал и сигнальных лампочек.

Контрольные вопросы

1. Какие режимы управления антенной обеспечивает электропривод?
2. Расскажите о составе электропривода антенной системы.
3. Как осуществляется работа антенны в режиме «Доворот»?
4. Каковы функции шагового двигателя?

ГЛАВА 20

Система электропитания

20.1. Общие сведения

Основная аппаратура станции МРЛ-2 потребляет около 10 кВт электроэнергии трехфазного тока напряжением 220 В, частотой 400 Гц. Для преобразования энергии сети 50 Гц, 380 В в сеть 400 Гц, 220 В используются основной электромашинный преобразователь типа ПСЧ-15 и резервный электромашинный преобразователь ВПЛ-30МД-Т/230-4/400.

Преобразователь ПСЧ-15 представляет собой однокорпусный машинный агрегат с генератором индукторного типа со статической системой возбуждения. В комплект преобразователя входит аппаратура, необходимая для автоматического дистанционного пуска, остановки, защиты, контроля параметров, а также местного пуска и остановки преобразователя. Она размещена в специальном щите «ЩЛ-011». Мощность машинного преобразователя (15 кВт) выбрана с запасом для уменьшения провалов и всплесков напряжения в сети 400 Гц, вызываемых включением, отключением и реверсированием электродвигателей приводов антенны. Эти провалы и всплески питающего напряжения влияют на стабильность работы станции МРЛ-2.

Система воздухоохлаждения и аппаратура устройства светоограждения получают питание от внешней сети 50 Гц.

Распределение энергии для питания аппаратуры станции, а также защита, сигнализация и контроль производятся с помощью распределительного щита ЩЛ-009.

Блок-схема электроснабжения станции МРЛ-2 приведена на рис. 20.1.

Источниками питания устройств и блоков станции МРЛ-2 являются стабилизированные выпрямители напряжения, размещенные в шкафах аппаратуры станции. Подробная характеристика выпрямителей будет дана ниже.

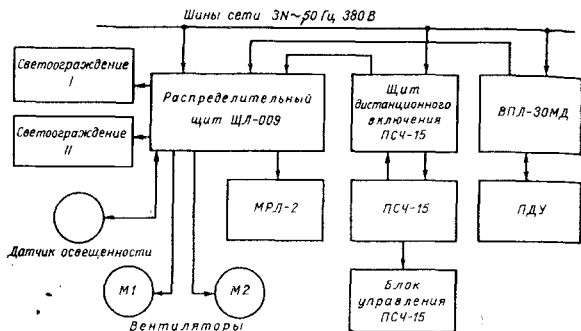


Рис. 20.1. Блок-схема электроснабжения.

20.2. Электроснабжение

На блок-схеме электроснабжения станции (рис. 20.1) показаны состав системы электроснабжения и взаимодействие устройств.

Преобразователь ПСЧ-15, как отмечалось выше, предназначен для преобразования энергии нестабильной внешней сети $3N \sim 50$ Гц, $380 \text{ В} \pm 10\%$ в энергию стабильной сети $3N \sim 400$ Гц, $220 \text{ В} \pm 1\%$ при неизменной симметричной нагрузке.

Преобразователь состоит из трехфазного синхронного генератора индукторного типа, генерирующего ток с частотой 400 Гц, и трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором, приводящего во вращение генератор. Преобразователь рассчитан на продолжительную работу при температуре окружающей среды от -50 до $+55^\circ \text{C}$ и относительной влажности воздуха до 98%. Потребляемая мощность двигателя 18 кВт. Выходная мощность генератора 15 кВт. Коэффициент полезного действия агрегата 70%. В преобразователе предусмотрены автоматическое и ручное регулирования напряжения на выходе генератора.

Генератор преобразователя ПСЧ-15 обладает малым остаточным напряжением, вследствие чего начальное его самовозбуждение невозможно без постороннего импульса. Начальное

возбуждение генератора осуществляется от блока начального возбуждения. При запуске двигателя преобразователя его фазное напряжение, понижаясь трансформатором *ТНВ*, подается на выпрямитель начального возбуждения. Выпрямленное напряжение 5—6 В подается на обмотку возбуждения генератора.

Принципиальная схема преобразователя приведена на рис. 20.2. Преобразователь работает следующим образом. При вращении ротора генератора с помощью асинхронного двигателя в генераторе вырабатывается трехфазное переменное напряжение 230 В, 400 Гц. Выход генератора подключен на клеммы *С1*, *С2*, *С3*, 0, находящиеся на доске зажимов под колпаком блока питания.

Для осуществления возбуждения генератора обмотка возбуждения подключена к обмотке якоря генератора через силовой трансформатор *ТС* и выпрямитель *ВС*.

В начальный период пуска питание обмотки возбуждения производится от блока начального возбуждения, состоящего из трансформатора начального возбуждения *ТНВ* и выпрямителя начального возбуждения *ВНВ*. Трансформатор *ТНВ* питается от сети 220 В, 50 Гц.

С помощью управляемого дросселя *ДУ*, имеющего две обмотки управления (основную W_y и дополнительную W_d), уровень выходного напряжения генератора поддерживается неизменным. На дополнительную обмотку управления ток подмагничивания поступает от ограничителя напряжения, в состав которого входят дроссель насыщения *ДН* и выпрямитель *В13*. Ограничитель напряжения ограничивает перенапряжения на выходе преобразователя в случае отсутствия тока в основной обмотке управления дросселем *ДУ*.

На основную обмотку управления ток подмагничивания поступает от корректора напряжения *КН-6* (или *КН*). При увеличении выходного напряжения генератора корректор напряжения в режиме автоматического управления, воздействуя на основную обмотку управления дросселя *ДУ*, препятствует увеличению выходного напряжения генератора. При ручном управлении регулирование уровня выходного напряжения производится вращением ручки переменного резистора «Ручная регулировка» (*РР*), находящейся на лицевой стороне коробки блока управления. Выбор режима работы — автоматического или ручного — производится установкой переключателя «Регулировка напряжения» (*ПВ*) соответственно в положение «Автомат» или «Ручное».

Для установления оптимальных пределов изменения тока управления последовательно с обмоткой управления дросселя *ДУ* включаются регулируемые резисторы *R14* (*R9*) при автоматическом регулировании, *R15* (*R8*) при ручном регулировании

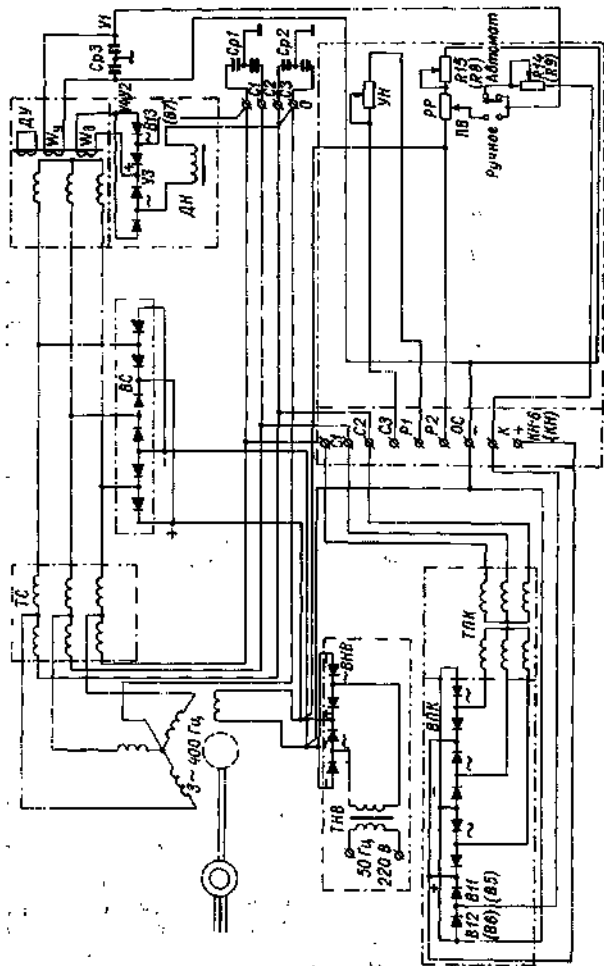


Рис. 20.2. Принципиальная схема преобразователя ПСЧ-15.

напряжения генератора. Вращая ручку переменного резистора «Установка напряжения» (УН), можно менять уровень выходного напряжения преобразователя в пределах 90—102% номинального. Для снижения помех радиоприему, распространяющихся от преобразователя, на зажимы С1, С2, С3, 0 У1, У2 в блоке питания включены защитные конденсаторы Ср.

Корректор напряжения КН-6 представляет собой электронную схему, собранную на полупроводниковых элементах и работающую в импульсном режиме. На вход корректора подается трехфазное выходное напряжение генератора, а выход корректора подключен к основной обмотке управления дросселя ДУ. Регулируя ток подмагничивания дросселя ДУ, корректор напряжения увеличивает точность поддержания выходного напряжения генератора. Корректор напряжения состоит из измерительного органа и усилителя.

Преобразователь ВПЛ-30МД, как и ПСЧ-15, предназначен для преобразования энергии нестабильной внешней сети $3N \sim \sim 50$ Гц, $380 \text{ В} \pm 10\%$ в энергию стабильной сети $3N \sim 400$ Гц, $220 \text{ В} \pm 1\%$ при неизменной нагрузке и используется в качестве резервной электростанции питания.

Агрегат ВПЛ-30МД имеет местное и дистанционное управления и состоит из машинного преобразователя со статической системой возбуждения, силового щита, щита управления и блока корректора напряжения. Условия работы агрегата ВПЛ-30МД такие же, как и агрегата ПСЧ-15. Потребляемая мощность 42 кВт, мощность на выходе генератора 30 кВт. Система регулирования напряжения генератора, ручная и автоматическая, обеспечивает регулировку и изменение установки напряжения от 95 до 105% номинального значения при симметричной нагрузке, лежащей в пределах 0—100% номинальной. Щит управления включает в себя аппаратуру и приборы, обеспечивающие контроль за работой агрегата и питанием нагрузки. Со щита управления обеспечиваются пуск и остановка агрегата, ручная регулировка и установка напряжения при автоматическом регулировании. Силовой щит обеспечивает включение и выключение агрегата, а также защиту от коротких замыканий и перегрузки сети. Все органы управления контроля и пуска снабжены соответствующими надписями.

Пульс дистанционного управления предназначен для проведения операций пуска, остановки, контроля за напряжением на шинах генератора и установки напряжения. Органы управления, контроля и сигнализации имеют соответствующие надписи, характеризующие их назначение.

При автоматическом режиме регулирования выходного напряжения генератора применяется корректор напряжения, обеспечивающий поддержание напряжения генератора с заданной

точностью путем изменения тока подмагничивания генератора.

Распределительный щит ШЛ-009 предназначен для распределения энергии внешней сети 50 Гц, энергии источников 400 Гц, 230 В и источника постоянного тока 27 В по фидерам питания аппаратуры потребителей, а также для коммутации, защиты, сигнализации, контроля цепей входных и выходных фидеров питания и дистанционного кнопочного пуска и остановки преобразователя ПСЧ-15.

Конструктивно распределительный щит разделен на верхний и нижний отсеки. Нижний отсек закрыт съемной обшивкой, за которой размещены автоматы отходящих фидеров и выходные клеммные платы щита. Верхний отсек разделен на две секции, закрывающиеся дверцами. За дверцей левой секции размещены: входной автомат «Общий 50 Гц»; плата с предохранителями; реле *P1* и *P2*, включающие светоограждение; трансформатор *Tr1* с выпрямителем для питания реле, контакторов, сигнальных ламп и линейки автоматического включения светоограждения. На дверце левой секции размещены: вольтметр «Сеть 50 Гц, 380 В» с переключателем фаз; сигнальные лампы; тумблер аварийного включения светоограждения; штепсельные розетки «50 Гц, 220 В». При открывании левой дверцы с помощью микровыключателя срабатывает блокировка и отключает напряжение источника 50 Гц, а также снимает питание с контакторов входа сети 400 Гц и с двигателя преобразователя ПСЧ-15.

За дверцей правой секции щита размещены: автомат «Общий 400 Гц»; контакторы *P4* и *P5*, подключающие вход автомата к основному или резервному источникам 400 Гц; контактор *P3* питания от источника +27 В; плата с предохранителями для защиты цепей 400 Гц и цепей постоянного тока +27 В. На лицевой стороне дверцы размещены: вольтметр «Сеть 400 Гц, 220 В» с переключателем фаз; сигнальные лампы «Контроль изоляции»; счетчик моточасов; сигнальная лампа, контролирующая предохранитель в цепи питания счетчика моточасов; штепсельные розетки «220 В, 400 Гц»; переключатель источников 400 Гц. При открывании дверцы так же срабатывает блокировка и отключает напряжение источника 400 Гц от правой секции.

Щит дистанционного пуска преобразователя «ШЛ-011» предназначен для пуска и остановки преобразователя ПСЧ-15 как местного (из агрегатного помещения), так и дистанционного (из аппаратного помещения), а также для защиты преобразователя по входу и выходу, сигнализации и контроля.

На передней открывающейся панели размещены три амперметра, включенные в рассечку фаз генератора, что позволяет контролировать величину токов в фазах, и вольтметр с пере-

ключателем фаз. На дверце щита также размещены сигнальные лампы, предохранители, кнопки пуска и остановки преобразователя, переключатель управления «Местное — дистанционное». В дверце через окна выведены ручки автоматов «Общий сеть питания» и «Генератор». На задней стенке внутри шкафа размещены контакторы $P2$ и $P3$, замыкающие цепи входа и выхода преобразователя.

Для контроля величины выходного напряжения имеется линейка допускового контроля, которая отключает преобразователь, если его напряжение выйдет за пределы $U_{\text{ном}} \pm 20\%$, при этом загорается сигнальная лампочка «Авария» и разрывается контактором цепь включения ПСЧ-15.

20.3. Источники питания

В качестве источников питания анодных, сеточных и сигнальных цепей, а также цепей управления служат выпрямители. Конструктивно выпрямители размещены в блоках, а блоки — в шкафах. Порядок размещения блоков по шкафам связан с использованием вырабатываемых ими напряжений в том или ином устройстве. Например, все выпрямители, питающие приемопередающее устройство, кроме выпрямителя 25 кВ, находятся в шкафу приемопередатчика. Все выпрямители собраны по идентичным схемам выпрямления со стабилизацией или без стабилизации выходного напряжения, различающимся по номиналу выходного напряжения и тока, а также по количеству кремниевых диодов и некоторых других элементов.

Источники питания передающего устройства размещены в шкафу приемопередатчика II в виде отдельных съемных субблоков или блоков, конструктивно совмещенных с блоками подмодулятора и модулятора. Выпрямитель 25 кВ, 30 мА находится в отдельном шкафу, который служит одновременно основанием для корпуса передатчика. Выпрямители — 650 В и 1000 В, 10 мА размещены в блоке модулятора.

Выпрямитель 1400 В, 2,5 мА предназначен для питания анодов подмодуляторных ламп. Он собран по однофазной мостовой схеме на кремниевых столбах типа Д104. На выходе его имеется сглаживающий RC-фильтр. Выпрямитель размещен в блоке подмодулятора БМ-011.

Выпрямитель — 650 В применяется для питания цепей смещения модулятора и состоит из восьми кремниевых диодов типа Д211, включенных по два последовательно в каждом плече моста. Для равномерного распределения напряжения между диодами каждый диод зашунтирован резистором. В выпрямителе введено реле блокировки, нормально разомкнутые кон-

такты которого соединены с цепью сигнала включения положительных напряжений, так что включение положительных напряжений оказывается невозможным при отсутствии напряжения —650 В на выходе выпрямителя.

Выпрямитель 1000 В собран на четырех кремниевых столбах типа Д1004 и предназначен для питания экранной сетки модуляторной лампы.

Выпрямитель 800 В состоит из 12 кремниевых диодов типа Д211, включенных последовательно по три в каждом плече моста, и применяется для питания экранных сеток подмодуляторных ламп. Выпрямитель 300 В состоит из четырех кремниевых диодов типа Д211 и используется для питания анодных цепей подмодуляторных ламп.

Выпрямитель стабилизированный 105 В, 20 мА применяется для питания цепей смещения подмодуляторных ламп. В нем в качестве вентилей используются кремниевые диоды типа Д2376. Для сглаживания пульсаций на выходе выпрямителя имеется конденсатор. Стабилизатор выполнен по схеме параметрической стабилизации с применением нелинейного элемента — стабилитрона. Характеристика стабилитрона обеспечивает постоянство напряжения при широких пределах изменения протекающего тока. В качестве балансного токоограничивающего сопротивления применяется резистор. Напряжение на выходе стабилитрона, а следовательно, и на нагрузке при изменениях сопротивления нагрузки или напряжения на входе поддерживается постоянным при условии, если рабочая точка стабилитрона не выходит за пределы рабочего участка характеристики. Выпрямитель обеспечивает стабильность не хуже 1,5%.

Выпрямитель —1000 В собран по однополупериодной схеме на одном кремниевом столбе типа Д1005А. Напряжение —1000 В регулируется в пределах от —700 до —1000 В. Применяется выпрямитель для поджига разрядника.

Каждый выпрямитель собран на отдельной съемной линейке. Для защиты выпрямителей используются плавкие предохранители с сигнальными неоновыми лампами, размещенными на передней панели блока подмодулятора.

Высоковольтный выпрямитель передатчика предназначен для питания анодных цепей модулятора передатчика напряжением 25 кВ при токе нагрузки 30 мА. Он выполнен по симметричной схеме удвоения напряжения Латура. Эта схема представляет собой комбинацию из двух однополупериодных выпрямителей с емкостными фильтрами, работающих от одной и той же обмотки трансформатора.

Регулятор напряжения БВ-01М обеспечивает плавный подъем и стабилизацию на установленном уровне напряжения высоковольтного выпрямителя (от 5 до 25 кВ) путем применения отри-

цательной обратной связи, напряжение которой снимается с делителя высоковольтного выпрямителя. Регулятор обеспечивает точность стабилизации на уровне 25 кВ в пределах $\pm 3\%$ при изменении напряжения питающей сети на $\pm 7\%$ и температуры окружающей среды от -10 до $+50^\circ\text{C}$.

Линейка допускового контроля напряжения предназначена для защиты высоковольтных выпрямителей с заземленным полюсом при повышении выпрямленного напряжения сверх установленного уровня. Линейка настроена на отключение выпрямителя при напряжении, превышающем 30 кВ.

Источники питания приемного устройства размещены в блоке питания усилителя БП-170 и предназначены для питания выпрямленным стабилизированным напряжением усилителя БУ-014. В состав блока входят стабилизированные выпрямители на следующие номинальные выходные напряжения: -125 , $+125$, $+150$, $+250$, $+150$ В. Выпрямители рассчитаны на номинальный ток нагрузки соответственно 0,075, 0,22, 0,28, 0,24, 0,07 А. Для питания анодных цепей требуется напряжение 400 В. Эта величина получается путем последовательного соединения двух выпрямителей, на 250 и 150 В.

Каждый из перечисленных источников представляет собой комплект, состоящий из двух типовых линеек: линейки выпрямителя и линейки электронного стабилизатора напряжения. Электронные стабилизаторы выполнены по схеме с последовательным включением регулирующей лампы и однокаскадного усилителя постоянного тока. Стабильность опорного напряжения поддерживается газовым стабилитроном, который включен на выходе электронного стабилизатора через балансное сопротивление, представляющее собой одновременно делитель, с которого снимается часть напряжения на экранную сетку усиленной лампы.

Стабилизатор напряжения УСПН-220 В — 500 В·А предназначен для питания стабилизированным переменным напряжением накала электронных ламп приемника. Номинальное напряжение на выходе 220 В. Напряжение питающей сети $220\text{ В} \pm 10\%$. Точность стабилизации при изменении напряжения питающей сети на $\pm 10\%$ составляет $\pm 1,5$ В и менее.

Источники питания индикатора кругового обзора размещены в блоках БП-110 с выходными стабилизированными напряжениями 250, 200 и -200 В и в блоках БП-111 с выходными стабилизированными напряжениями 6 кВ и 15 В.

Все выпрямители блока БП-110 выполнены по схеме с электронной стабилизацией напряжения. Выпрямители с выходными напряжениями 250 и 200 В используются для питания анодных и экранных сеток ламп, а выпрямитель с выходным напряжением -200 В — для питания цепей смещения.

В схеме блока предусматриваются путем применения специальных реле невозможность включения положительных напряжений при отсутствии напряжения смещения -200 В, а также защита источников питания от перегрузок и коротких замыканий с помощью плавких предохранителей. Контролируются выходные напряжения источников вольтметром, который с помощью переключателя подключается к выходу любого выпрямителя блока.

Как указывалось выше, в блок входят два источника стабилизированного напряжения: один с выходным напряжением 6кВ, второй с напряжением 15 В.

Стабилизированный высоковольтный выпрямитель СВВ-6-01 выполнен по схеме утроения напряжения на кремниевых диодах. Стабилизация осуществляется по схеме с последовательным включением регулирующей лампы и нагрузки.

Стабилизированный выпрямитель 15 В, 3 А состоит из стабилизатора, выполненного по компенсационной схеме, с усилителем в цепи обратной связи, выпрямителя к стабилизатору, собранного по мостовой схеме на диодах, и однозвенного фильтра, состоящего из дросселей и конденсатора. Стабилизированный выпрямитель обеспечивает на выходе напряжение 15 В при токе нагрузки 3 А. Стабильность выходного напряжения обеспечивается в пределах 2% при колебаниях напряжения сети в диапазоне $\pm 4\%$.

Источники питания индикатора дальность — высота. В качестве источников питания ИДВ служат два блока: блок питания БП-112 с выходными стабилизированными напряжениями 500, 200, -200 В и блок питания БП-111 с выходными стабилизированными напряжениями 6 кВ и 15 В, который был описан выше. Выпрямитель $+500$ В блока БП-112 используется для питания анодных цепей мощных выходных каскадов и электронно-лучевой трубки. Выпрямитель $+200$ В применяется для питания анодных цепей ламп, а выпрямитель -200 В, как и в других блоках, необходим для питания цепей смещения. Все три выпрямителя блока имеют электронную стабилизацию выходного напряжения и собраны по схеме, аналогичной схемам выпрямителей других блоков.

На лицевой панели блока размещены: измерительный прибор для контроля выходных напряжений выпрямителей; переключатель вольтметра на измеряемое напряжение; предохранители и сигнальные лампочки аварии; выключатель сети и выключатель подсвета шкалы прибора.

Блок питания БП-169 предназначен для питания выпрямленным стабилизированным напряжением анодных, экранных и накальных цепей измерителя коэффициента шума (БТ-011) и цепей управления.

В состав блока входят следующие источники питания: выпрямитель 300 В, 0,22 А и выпрямитель 125 В, 0,22 А (применяются для питания анодных цепей); выпрямитель 250 В, 0,24 А (для питания блока БТ-011 и линсек МГШ); выпрямитель 125 В, 0,22 А (для питания блока БТ-011); источник 6,3 В, 5 А (для питания накала ламп блока БТ-011); выпрямитель 27 В, 5 А (для питания цепей управления).

Для питания анодных цепей ламп блока БТ-011 необходимо напряжение 450 В, которое получается в результате последовательного подключения выпрямителей с выходными напряжениями 300 и 150 В. Выпрямители блока собраны по схеме с электронной стабилизацией на экранированных лампах и полупроводниковых диодах. Все органы защиты, измерения, сигнализации и управления выведены на переднюю панель блока с соответствующими надписями.

Блок питания БП-103 предназначен для питания цепей управления стабилизированным выпрямленным напряжением. Он представляет собой стабилизатор компенсационного типа, выполненный по трехфазной схеме на дросселях насыщения с внутренней обратной связью. Обмотки дросселей насыщения включены последовательно с первичными обмотками понижающих трансформаторов, соединенных в треугольник. Вторичные обмотки понижающих трансформаторов, соединенных в звезду, питают трехфазный выпрямитель, на выходе которого включен емкостный фильтр. Вход стабилизатора защищен от перегрузок автоматом. Выходное напряжение контролируется вольтметром ИП-2, ток нагрузки — амперметром ИП-1. Измерительные приборы снабжены подсветом. На переднюю панель блока вынесены ось потенциометра «Установка 27 В», измерительные приборы с тумблером включения подсвета шкал и управляющие кнопки автомата.

Кроме описанных выше источников питания, в МРЛ-2 используются источники питания низких напряжений для питания цепей управления, сигнализации и автоматики, а также для питания узлов, выполненных на полупроводниковых приборах. К этим источникам относятся стабилизированные выпрямители: ВС-12,6-0,03 с выходным напряжением $\pm 12,6$ В и максимальным током нагрузки 0,03 А; СВТ-27-07 с выходным напряжением 27 В и максимальным током нагрузки 5 А; СВТ-6,3-19 с выходным напряжением 6,3 В и максимальным током нагрузки 5 А; СВТ-10-11 с выходным напряжением 10 В и максимальным током нагрузки 0,5 А; СВТ-2,4-02 с выходным напряжением 1,5—3 В (2,4 В) и максимальным током нагрузки 0,3 А.

Для питания ЛБВ усилителя высокой частоты используются стабилизированный выпрямитель накала СВТ-2,4-02 и стабили-

зированный выпрямитель ЛП-01 с выходным напряжением 400 В и током нагрузки 10 мА. Оба выпрямителя расположены в блоке БУ-013 в виде отдельных съемных линейек.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные источники питания.
2. Расскажите об эксплуатационных особенностях ВПЛ-30 и ПСЧ-15.

ГЛАВА 21

Эксплуатация станции

21.1. Указания по технике безопасности при работе на станции

1. К эксплуатации станции МРЛ-2 допускаются лица, имеющие специальную подготовку по обслуживанию электроустановок с напряжением до 1000 В и выше и аппаратуры радиолокационных станций, изучившие материальную часть станции и принцип ее работы, а также знакомые с ведением формуляров аппаратуры и оборудования.

2. Лица, допущенные к обслуживанию станции, должны иметь на руках документ, удостоверяющий своевременную периодическую проверку знаний правил техники безопасности и правил технической эксплуатации электроустановок, с указанием группы допуска не ниже четвертой.

3. Включение станции допускается:

- при наличии в ее рабочих помещениях исправных защитных средств электробезопасности и противопожарных средств;
- при исправном состоянии всей аппаратуры и оборудования, а также ее электрической изоляции, заземления, блокировки.

Запрещается!

4. Без снятия питающего напряжения со щита ЩЛ-009:

- производить какие-либо работы в самом щите и шкафах-потребителях энергии;
- отсоединять или присоединять провода;
- вынимать и вставлять блоки;
- рассоединять и соединять штепсельные соединения;
- заменять предохранители, лампы и другие сменные элементы.

5. Производить работы с открытыми дверцами блоков при искусственно замкнутых контактах электрической блокировки.

6. Приступать к работе внутри высоковольтных блоков, не

разрядив предварительно заземляющей штангой элементы схемы с высоким потенциалом.

7. Устанавливать предохранители, не соответствующие номиналу, или закорачивать их проволокой.

8. Включать электроприборы, не входящие в комплект станции.

9. **Следует помнить**, что от неосторожного обращения (удара или сильного нажатия) стекло электронно-лучевой трубки разлетается на мелкие ранящие осколки. Температура баллонов электровакуумных приборов часто достигает $100\text{--}150^\circ\text{C}$, что может привести к ожогу при случайном прикосновении к ним.

10. При возникновении пожара необходимо немедленно отключить питающее напряжение станции и приступить к тушению пожара, используя только сухие углекислотные огнетушители (применение жидкостных огнетушителей запрещено).

11. В случае обнаружения напряжения на корпусе аппаратуры, воздействующего на человека при прикосновении, необходимо немедленно отключить питающее напряжение на щите ЩЛ-009, остановить преобразователь, проверить сопротивление изоляции и заземления аппаратуры и преобразователя.

12. Все требования, изложенные в предупреждающих надписях на аппаратуре, выполнять обязательно.

13. Необходимо своевременно производить проверку защитных и противопожарных средств, а также регламентные работы.

14. **Категорически запрещается** транспортировать антенное устройство с токосъемником, залитым жидкостью.

21.2. Контрольно-измерительная аппаратура

С помощью контрольно-измерительной аппаратуры производят настройку, регулировку и ремонт станции.

В комплект контрольно-измерительной аппаратуры входят следующие приборы: прибор радиолокационный испытательный типа ГК4-19 (РИП-1); осциллограф двухлучевой С1-34; генератор импульсный малогабаритный Г5-15 (МГИ-2); вольтметр ламповый ВК7-9; ампервольтметр типа АВО-5М1; киловольтметр С-96; мегометр М-1101М; теодолит ТТ-5; оптический прицел 51-ОМ-620.

Радиолокационный испытательный прибор ГК4-19 служит для измерения частоты, средней мощности передатчика, чувствительности и полосы пропускания приемника. Рабочий диапазон прибора $8500\text{--}9680$ МГц, стабильность частоты ± 1 МГц. Абсолютная погрешность измерения частоты ± 5 МГц. В диапазоне генерируемых частот калиброванная мощность на выходе прибора регулируется от 20 до 100 дБ ниже 1 мВт и определяется с погрешностью не более $\pm 2,5$ дБ.

Внешний запуск осуществляется импульсами любой полярности длительностью от 0,3 до 10 мкс и амплитудой 20—150 В. Прибор обеспечивает измерение спектров в полосе от 2 до 200 мГц. Питание — от сети переменного тока частотой 50 Гц, напряжением 127, 220 В и частотой 400 Гц, напряжением 115, 220 В.

Все перечисленные приборы, входящие в комплект контрольно-измерительной аппаратуры, являются приборами серийного производства, имеющими технические описания и инструкции по эксплуатации, поэтому в данном разделе принцип их работы и применения не дается.

21.3. Включение и выключение станции

Все органы управления, контроля, измерения, защиты и сигнализации размещены на передних панелях блоков станции. В табл. 5 приведены условные обозначения шкафов, блоков, узлов и место их размещения в стойках аппаратуры.

Подготовка к включению сводится к установке органов управления на передних панелях аппаратуры и оборудования в следующее положение:

1. Переключатель возбуждения генератора преобразователя установить в положение «Автоматическое» и подготовить преобразователь к пуску. На распределительном щите ЩЛ-009 все автоматы установить в положение «Отключено». Тумблер выбора сети 400 Гц установить в положение «Основной».

2. Тумблер «Контроль нуля — работа», расположенный на передней панели БЧ-006, установить в положение «Работа».

2. Автомат В1 (включение +27 В) на передней панели блока БП-103 установить в положение «Включено».

4. На передней панели измерителя коэффициента шума БТ-011 установить: переключатель «дБ» в положение «5»; ручку «Установка уровня шумов 90 мкА» в крайнее левое положение; переключатель В1 в положение «Работа».

5. Переключатель «Сеть» блоков БП-110, БП-112, БП-114 установить в положение «Отключено».

6. Ручки регулировки «Яркость» и «Амплитуда видео» на передних панелях индикаторов установить в крайние левые положения.

7. Тумблер «Смещение центра — отключено» на блоке БИ-003 (под крышкой) установить в положение «Отключено».

8. Переключатель «Масштаб», расположенный на передней панели блока БИ-003, установить в положение «25 км» или «100 км».

Таблица 4

Условное обозначение	Полное наименование	Место размещения
ШД-014	Шкаф передатчика (высокой частоты)	Зал приемопередатчика
БВ-029	Блок управления приемником	ШД-014
ШР-02	Шкаф приемника	Зал приемопередатчика
БУ-013	Блок усилителя высокой частоты	ШР-02
БР-008	» приемника	ШР-02
БУ-014	» усилителя	ШР-02
БП-170	» питания	ШР-02
ШД-015	Шкаф передатчика	Зал приемопередатчика
БМ-012	Блок модулятора	ШД-015
БМ-011	» подмодулятора	ШД-015
БК-015	» контроля	ШД-015
БВ-01М	» регулятора напряжения	ШД-015
БВ-030	» управления передатчиком	ШД-015
ШП-01	» высоковольтного выпрямителя	ШД-015
ПИ-001	Пульт метеоролога	Аппаратный зал
БИ-005	Блок ИДА	ПИ-001
БИ-003	» ИКО	ПИ-001
БИ-004	» ИДВ	ПИ-001
ШВ-03	Шкаф управления приводом	Аппаратный зал
БВ-04	Блок управления приводом	ШВ-03
БУ-04	Магнитный усилитель	ШВ-03
ШК-01	Шкаф запуска	Аппаратный зал
БЧ-006	Блок «Изоэх» и датчика развертки	ШЗ-01
БЗ-003	Блок запуска	ШЗ-01
БП-103	» питания ± 27 В	ШЗ-01
ШК-03	Шкаф контроля	Аппаратный зал
БТ-011	Блок измерителя коэффициента шума	ШК-03
БО-015	Блок программного устройства	ШК-03
БЛ-003	» логического устройства	ШК-03
БП-169	» питания	ШК-03
ШП-03	Шкаф питания	Аппаратный зал
БП-113	Блок питания	ШП-03
БП-114	То же	ШП-03
БП-111	»	ШП-03
ШП-02	Шкаф питания	Аппаратный зал
БП-110	Блок питания	ШП-02
БП-112	»	ШП-02
ЩЛ-009	Распределительный щит	Аппаратный зал
ПСЧ-15	Преобразовательный агрегат с блоком дистанционного управления	Агрегатное помещение
ЩЛ-011	Щит дистанционного пуска ПСЧ-15	То же
ВПЛ-30МД	Преобразовательный агрегат	»
ПДУ	Пульт дистанционного управления	Аппаратный зал
	ВПЛ-30МД	

9. Тумблер «Резервный запуск — отключено», расположенный на панели управления и контроля пульта метеоролога ПИ-001, установить в положение «Отключено».

10. Нажать клавишу «Отключено» клавишного переключателя, установленного на панели управления устройства «Изо-эхо».

11. На командных приборах ФАРМ-2А тумблеры режимов фотографирования «Синхронная—несинхронная» установить в положение «Синхронная». Тумблер автоматической работы установить в положение «Включено». Ручку включения интервалов съемки установить в положение «Выключено».

12. На панели управления приводом нажать клавишу «Отключено» из группы «Режим» и клавишу «Отключено» из группы «Программа».

13. Тумблер «Наддув» на передней панели блока наддува установить в положение «Включено».

14. Переключатель режима работы, расположенный на передней панели блока БВ-029, установить в положение «Настройка».

Включение питания станции производится в следующей последовательности:

1. На щите ЩЛ-009 включить автомат В1 «Общий 50 Гц» и проверить наличие напряжения 380 В во всех положениях переключателя фаз по вольтметру «Сеть 50 Гц, 380 В».

2. Автоматы на щите ЩЛ-011 установить в положение «Отключено». Включить автомат «Общий сеть питания» на щите ЩЛ-011, при этом должна загореться сигнальная лампа Л2 «Сеть питания». Произвести пуск преобразователя нажатием кнопки «Пуск» на ЩЛ-009. Проверить наличие выходного напряжения 220 В, 400 Гц по вольтметру «Напряжение генератора» во всех положениях переключателя фаз. Включить автомат «Генератор».

3. Если питание станции осуществляется от резервного преобразователя ВПЛ-30МД, то местный пуск — нажатием кнопки «Пуск» на ВПЛ-30МД, а дистанционный — с пульта дистанционного управления (ПДУ).

4. Установить номинальное напряжение 220 В генератора преобразователя ПСЧ-15 реостатом установки на блоке управления преобразователя по вольтметру «Напряжение генератора» на щите ЩЛ-011.

5. Включить автомат «Общий 400 Гц» на ЩЛ-009 и проверить наличие напряжения по вольтметру «Сеть 400 Гц, 220 В» во всех положениях переключателя фаз и изоляцию сети 400 Гц по равномерному горению ламп «Контроль изоляции».

6. Включить автомат «ШЗ-01», при этом должно появиться напряжение +27 В от блока БП-103. Включить автоматы «Воз-

духоохлаждение», после этого включится контактор, подающий +27 В в цепи управления аппаратурой. Одновременно включится система воздухоохлаждения станции.

7. Включить по одному автоматы шкафов на ЩЛ-009 в порядке проверки работы шкафов аппаратуры станции.

Включение станции в режиме «Настройка». Режим «Настройка» используется при настройке аппаратуры и проверке работы отдельных блоков.

Примечание. При настрочных и регламентных работах питание станции осуществляется только от ВПЛ-30 МД.

Порядок включения станции в режиме «Настройка» следующий:

1. Включить индикаторные устройства БИ-003, БИ-004 и БИ-005, для чего переключатели «Сеть», расположенные на передних панелях блоков БИ-110, БИ-112 и БИ-114, установить в положение «Включено». Проверить напряжения по соответствующим контрольным приборам.

2. Включить блоки БЗ-003 и БЧ-006 нажатием кнопки «Включено», расположенной на передней панели блока БЗ-003. При этом через 30—40 с должна загореться зеленая лампочка на БЗ-003 и после установки ручек «Яркость» на индикаторе в среднее положение должны появиться линии разверток. Отрегулировать яркость и фокусировку линий разверток на индикаторах.

3. Убедившись, что на передней панели блока БВ-030 горят сигнальные лампы «Настройка» и «Сеть +27 В», а переключатель на передней панели БК-015 установлен в положение «Местное», включить передающее устройство. Для этого:

а) на передней панели блока БВ-030 нажать кнопку «Включен накал». При этом загораются сигнальные лампы «Накал» и «Вентилятор включен», а также включается электродвигатель блока наддува;

б) через 3—4 мин нажать кнопку «Включен анод» на панели блока БВ-030. При этом загорается сигнальная лампа «Анод». Перед включением анода нужно убедиться, что сигнальные лампы «Давление» и «Блокировка» горят, сигнализируя о том, что дверные блокировки замкнуты и давление в волноводном тракте в норме;

в) поднять высокое напряжение передатчика до номинального уровня нажатием кнопки «Высокое—больше».

4. Включить приемное устройство, для чего на панели БВ-029 нажать кнопку «Включено». При этом загорается сигнальная лампа «Накал», включается вентилятор обдува гетеродина, расположенный в блоке приемника БР-008. Через 3 мин срабатывает реле времени и включает постоянные напряжения питания, загораются сигнальная лампа «Анод» на блоке БР-008 и сиг-

нальная лампа «Высокое» на блоке БУ-013. По показаниям приборов «Чувствительность» и «Усиление» на блоке БУ-014 проверить стабильность работы приемного устройства.

5. Нажатием кнопки «Включено» на блоке питания БП-169 включить измеритель коэффициента шума БТ-011.

Включение станции в режиме «Работа». Основным режимом оперативной работы станции является «Работа». В этом режиме управление работой станции осуществляется с панели управления и контроля пульта метеоролога ПИ-001.

Порядок включения станции в режиме «Работа» следующий:

1. Включить питание станции в том же порядке, как и в режиме «Настройка».

2. Переключатель режима работы на блоке БВ-029 установить в положение «Работа». При этом загорается сигнальная лампа «Работа» на панели управления и контроля пульта метеоролога. Переключатель блока БК-015 установить в положение «Дистанция».

3. Включить индикаторные устройства БИ-003, БИ-004, БИ-005 в соответствии с требованием включения в режиме «Контроль».

4. Включить станцию нажатием кнопки «Включено» на панели управления. Команда подается в блоки БВ-030 и БВ-029. При этом на панели управления и контроля загорается сигнальная лампа «Накал» и через 3 мин лампа «Анод», что свидетельствует о полном включении приемного и передающего устройства. Загорается также зеленая сигнальная лампа на передней панели БЗ-003, а через некоторое время на всех индикаторах появляются линии разверток. Отрегулировать яркость и фокусировку линий разверток.

При включении на БИ-003 масштаба 300 км, независимо от положения тумблера «Длительность импульса», частота следования запускающих импульсов устанавливается равной 300 Гц.

5. Нажатием кнопки «Включено» на блоке БП-169 включить измеритель коэффициента шума. При этом на блоке БТ-011 загорается лампа подсвета шкалы.

6. Проверить стабильность работы приемного устройства по показаниям приборов «ПЧ», «Усиление», «Чувствительность», находящихся на панели управления и контроля. При необходимости регулировки частоты приемника тумблер «АПЧ—РРЧ» ставится в положение «РРЧ». Для снижения частоты тумблер регулировки ВЗ устанавливается в положение «М», для увеличения — в положение «Б». Ручная регулировка усиления производится в положении тумблера В1 «РРУ». Для уменьшения усиления тумблер регулировки В4 устанавливается в положение «М», для увеличения — в положение «Б».

7. Поднять высокое напряжение до номинального с помощью нажатия кнопки «Высокое—большее». Проконтролировать параметры передатчика по приборам: «Ток магнетрона» и «Высокое напряжение» — по ИП-4, «Мощность» — по ИП-5.

При отклонении параметров передатчика от нормы загорается сигнальная лампа «Неисправность передатчика».

При аварии приемной или передающей аппаратуры горит сигнальная лампа «Авария». При аварии вентиляции горит сигнальная лампа «Авария обдува».

8. Включить электропривод антенной системы. Для этого:

а) в режиме кругового обзора нажать клавишу «1» из группы «Программа» на панели управления приводом;

б) в режиме вертикального сканирования нажать клавишу «2» из группы «Программа»;

в) в позиционном режиме (двороты) нажать клавишу «Ручное» из группы «Программа». При этом должна загореться сигнальная лампа «+27 В Ручное». Дворот антенны в позиционном режиме производится рукоятками управления по азимуту и углу места, по шкалам на панели управления;

г) в программном режиме нажать клавишу «Отключено» из группы «Программа». После того как сигнальная лампа «Согласовано» загорится, включить клавишу любого из четырех режимов с последующим нажатием любой клавиши из программы и клавишу «Пуск—повтор», при этом должна загореться лампочка «Программа включена». По окончании отработки программы сигнальная лампа «Программа включена» гаснет.

Если необходимо сбросить заданный программный режим, следует нажать клавишу «Сброс в «0», предварительно выключив программу. При необходимости повторения заданного программного режима нажать вторично клавишу «Пуск—повтор», но не более трех раз. Для осуществления режима «Реже» тумблер *B1* устанавливается в положение «Реже».

В случае, если оператором задан по углу места начальный угол 82° , загорается сигнальная лампа «Запрет», и управлять антенной можно только в позиционном режиме.

9. Включить фоторегистрирующую аппаратуру. Для этого ручку включения интервалов съемки перевести из положения «Выключено» в положение «Одиночные снимки», если производится фотографирование экрана индикатора ИДА. После этого фотокамера срабатывает от нажатия на кнопку «Одиночные снимки» на командном приборе или на фотокамере.

Если производится фотографирование экранов ИКО или ИДВ, то ручку включения интервалов съемки перевести на индекс «2».

Включение фотокамеры, укрепленной на экране ИДВ, производить так, чтобы затвор фотокамеры был открыт при движении развертки в секторе угла места от 0 до 90°.

Выключение станции в режиме «Настройка» производится в следующей последовательности:

1. Выключить измеритель коэффициента шума нажатием кнопки «Отключено» на блоке БП-169.

2. Выключить приемное устройство нажатием кнопки «Отключено» на блоке БВ-029.

3. Снизить высокое напряжение до минимального уровня нажатием кнопки «Высокое—меньше» на блоке БВ-030.

4. Выключить передающее устройство нажатием кнопок «Отключен анод» и «Отключен накал» на блоке БВ-030.

5. Выключить блоки БЗ-003 и БЧ-006 нажатием кнопки «Отключено» на блоке БЗ-003.

6. Выключить блоки индикаторов, для чего переключатели «Сеть» блоков БП-110, БП-112, БП-114 установить в положение «Отключено».

Выключение станции в режиме «Работа». Для этого:

1. Выключить фоторегистрирующую аппаратуру, установив ручки включения интервалов съемки в положение «Выключено».

2. Выключить электропривод антенны нажатием клавиш «Отключено» из группы «Режим» и «Программа».

Не рекомендуется при сканировании останавливать антенну при углах места +15° и менее.

3. Выключить измеритель коэффициента шума нажатием кнопки «Отключено» на блоке питания БП-169.

4. Снизить высокое напряжение до минимального нажатием кнопки «Меньше» на панели управления и контроля станции.

5. Выключить МРЛ-2 нажатием кнопки «Отключено», расположенной на панели управления и контроля станции.

6. Отключить блоки индикаторов, установив переключатели «Сеть» на блоках БП-110, БП-112, БП-114 в положение «Отключено».

Отключение питания станции производится в следующей последовательности:

1. Отключить по одному автоматы включения шкафов и воздухоохлаждения на щите ЩЛ-009, кроме автомата «ШЗ-01».

2. Отключить автомат «ШЗ-01». При этом отключается напряжение +27 В со щита ЩЛ-009 и гаснут лампы отключенных автоматов. Одновременно загорается лампа «ШЗ-01», сигнализирующая об отключении автомата «ШЗ-01».

3. Отключить автомат «Общий 400 Гц».

4. Отключить (остановить) кнопкой «Стоп» на ЩЛ-009 преобразователь ПСЧ-15 и отключить автоматы «Общий сеть питания» и «Генератор» на щите ЩЛ-011.

5. Отключить сеть 50 Гц на ЩЛ-009 автоматом В1 «Общий 50 Гц», при этом гаснет лампа «ШЗ-01».

Для работы светоограждения станций автомат «Общий 50 Гц» на щите ЩЛ-009 выключать не следует.

21.4. Проверка работоспособности станции в режиме «Настройка»

Проверка системы наддува и герметичности волноводного тракта проводится с целью установления наличия избыточного давления в волноводном тракте и пределов этого давления.

При достижении давления $1,8 \pm 0,2$ атм блок наддува и помпа должны выключаться. При падении давления в тракте до $1,4 - 1,2$ атм блок наддува и помпа должны включиться. При падении давления в тракте до $1,1 - 1,0$ атм должна включиться сигнальная лампа «Нет давления».

Проверка герметичности волноводного тракта производится при часовом прогоне. Давление в тракте не должно снижаться в течение часа ниже $1,4 - 1,2$ атм.

Проверка передающего устройства производится по контрольно-измерительным приборам и сигнальным лампам, расположенным на передних панелях блоков БМ-011, БМ-012, БК-015, БМ-01М, БВ-030. Для этого:

1. Включается передающее устройство. Готовность к включению определяется по горению сигнальных ламп «Настройка», «Сеть 27 В» и «Мотор регулятор».

При нажатии кнопок «Накал включен» и «Анод включен» загораются сигнальные лампы «Накал», «Блокировка», «Давление», «Вентилятор включен» и включаются напряжения $+650$ В, $+300$ В и -105 В, которые контролируются по прибору на блоке БМ-011.

По истечении 3 мин после включения накала загорается сигнальная лампа «Анод», а на приборе «Напряжение в/в выпрямителя», расположенного на дверце блока БМ-012, должно быть показание порядка 5 кВ. Нажатием кнопки «Высокое—большее» поднять высокое напряжение до $10 - 12$ кВ, при этом автоматически подаются экранное и анодное напряжения на лампу подмодулятора ГМИ-6 и экранное напряжение на лампу модулятора ГМИ-14Б. Проверяются напряжения $+800$ В, $+1400$ В и наличие экранного напряжения на модуляторе по прибору, расположенному на лицевой панели блока БМ-011. Кнопкой «Высокое—большое» уровень высокого напряжения довести до получения номинального среднего тока магнетрона, который контролируется по прибору «Ток генератора», расположенному на дверце блока БМ-012.

Значение среднего тока для всех магнетронов может быть установлено в пределах 0,7—1,0 от номинального среднего тока. Средний анодный ток в режиме «2 мкс» должен быть в пределах 0,7—0,8 от среднего номинального тока.

2. При достижении номинального значения среднего тока магнетрона дополнительно проверяются: величина экранного напряжения; напряжение и ток высоковольтного выпрямителя (ток выпрямителя проверяется при нажатии кнопки, расположенной под прибором); излучаемая мощность по измерителю проходной мощности, размещенному в блоке БК-015. Излучаемая мощность должна быть не менее 150 кВт. Если импульсная мощность на выходе передатчика (ЩД-014) менее 100 ± 3 кВт, загорается сигнальная лампа «Неисправность передатчика» на блоке БВ-01М. Сигнальная лампа загорается также при среднем токе магнетрона более 20 мА в режиме «1 мкс» и более 16 мА в режиме «2 мкс».

Передающее устройство проверяется в двух режимах: «1 мкс» и «2 мкс». Переключение режимов производится тумблером, расположенным на передней панели блока БМ-011.

Проверка приемного устройства производится с целью выявления полной исправности приемника.

Проверка работы приемного устройства производится совместно с передающим устройством в следующей последовательности:

1. Включить приемник в режиме «Настройка».

2. Подключить к гнезду «Сигнал логарифмического УПЧ» на передней панели БУ-014 осциллограф, работающий в режиме ждущей развертки с внешней синхронизацией от основного запуска станции.

3. Установить переключатель «АСУ-РРУ» на передней панели БУ-014 в положение «АСУ», при этом амплитуда шумов на экране осциллографа должна быть порядка 0,3—0,5 В, а амплитуда шумового сигнала ГШ в конце каждого периода должна быть порядка 2,0 В.

4. Нажать кнопку «Установка нуля II» на передней панели БУ-014 и потенциометром «Установка нуля» установить стрелку прибора «Усиление» на нуль.

5. Отпустить кнопку «Установка нуля II», при этом отклонение стрелки прибора «Усиление» должно быть в середине красного сектора.

6. Переключатель «АСУ-РРУ» поставить в положение «РРУ» и убедиться в том, что переключателем «Больше—меньше» можно добиться отклонения стрелки прибора «Усиление» на середину красного сектора.

7. Переключатель «РРЧ-АПЧ» на передней панели БР-008 поставить в положение «РРЧ» и переключателем «Меньше—

больше» добиться появления на экране осциллографа отраженных сигналов от местных предметов или облачности, а в случае отсутствия отражений добиться максимального отклонения стрелки прибора «Контроль ПЧ».

8. Переключатель «РРЧ-АПЧ» поставить в положение «АПЧ» и убедиться, что амплитуда отраженных сигналов или показание прибора «Контроль ПЧ» не изменялись.

9. Нажать кнопку «Установка «0» на БР-008 и потенциометром «Установка «0» установить стрелку прибора «Контроль ПЧ» на нуль. Если при отжатии кнопки стрелка прибора «Контроль ПЧ» находится не в рабочем секторе, то потенциометром «Усиление ЛКПЧ» установить ее в рабочий сектор.

10. Нажать кнопку «Установка нуля I» на БУ-014 и соответствующим потенциометром установить стрелку прибора «Чувствительность» на нуль.

11. Нажать кнопку «Установка нуля II» на БУ-014 и соответствующим потенциометром установить стрелку прибора «Чувствительность» на нуль.

12. Нажать кнопку «Установка усиления» на БУ-014 и соответствующим потенциометром установить стрелку прибора «Чувствительность» на риск. Установку производить при $\tau_1 = 1$ мкс. При отжатии кнопки стрелка прибора должна оставаться в рабочем секторе.

13. Осциллограф подключить к гнезду «Сигнал коррекции» на БУ-014, появившуюся на экране кривую корректирующего напряжения сравнить с эталонной. Нажать кнопку «Контроль коррекции» и убедиться, что стрелка прибора «Усиление» отклонится в синий сектор.

14. Выполнить п. 13 при втором положении переключателя длительности импульса на передней панели шкафа ШД-015.

15. Осциллограф подключить к гнезду «Сигнал выхода» на БУ-014 и наблюдать редкие импульсы шумов, огибающая которых повторяет кривую коррекции. При выполнении пп. 13, 14 и 15 высокое напряжение передатчика следует снять, а тумблер «РРЧ-АПЧ» на БР-008 поставить в положение «РРЧ».

16. Установить переключатель «Коррекция» в положение «Отключено». На экране осциллографа, подключенного к гнезду «Сигнал выхода», наблюдать шумы приемника без коррекции.

17. Проверить показания всех приборов, расположенных на передних панелях БУ-013, БР-008, БУ-014 и БВ-029.

18. Проверить чувствительность приемного устройства в режиме «Настройка». Для этого на направленный ответвитель

Предупреждение. Вращать регуляторы напряжений 7 и 8 электродов блока БУ-013 запрещается во всех случаях, кроме замены прибора ЛБВ на новый.

волноводного тракта, расположенный в шкафу ШД-014, от генератора ГК4-19 подается высокочастотный сигнал мощностью 1 мВт, длительностью 6 мкс.

Генератор настраивается в режиме внешней модуляции от генератора Г5-15 на частоту магнетрона согласно инструкции по эксплуатации на прибор ГК4-19А. К гнезду «Сигнал логарифмического УПЧ» на БУ-014 подключается осциллограф, работающий в режиме ждущей развертки с внешней синхронизацией.

Изменяя частоту генератора, необходимо получить максимальную амплитуду сигнала, наблюдаемого на экране осциллографа.

Изменяя напряжение на спирали соответствующим потенциометром на БУ-013, получить наилучшее соотношение сигнал/шум. Необходимо проверить настройку преселектора по максимальному сигналу от ГК4-19А. После этого уменьшить сигнал отношения сигнал/шум до 1 и произвести расчет чувствительности приемного устройства. За величину чувствительности приемного устройства в дБ/Вт принимается сумма затуханий участка волноводного тракта от волновода ЕУ5 061 585 до направленного ответвителя ЕУ2 060 969 (по паспорту), волноводно-кабельного перехода, соединяющего выход генератора с направленным ответвителем (по графику, прилагаемому к прибору ГК4-19А), аттенюатора (основного) прибора ГК4-19А (по нижней шкале), а также постоянной величины 30 дБ (калибровка генератора относительно 1 Вт). Согласующие аттенюаторы А1 и А2 при этом должны быть выведены на нуль и в расчет не берутся.

Проверка индикаторных устройств производится при включенных блоках БЗ-003, БЧ-006, приводах вращения (для БИ-003) и качания (для БИ-004) антенны и в основном сводится к контролю качества радиолокационной развертки и изображения шумов и отраженных сигналов приемника.

Проверка работоспособности блоков БЗ-003 и БЧ-006 производится одновременно с проверкой работоспособности блоков БИ-003 и БИ-004.

Порядок проверки работоспособности индикатора кругового обзора БИ-003 следующий:

1. Проверить возможность регулировки яркости и фокусировки изображения поворотом соответствующих ручек «Яркость» и «Фокус».

2. Проверить наличие меток дальности и азимута при всех масштабах дальности. Ручкой регулировки «Яркость меток дальности» установить нормальную яркость основных и опорных меток дальности, причем опорные метки должны быть ярче основных. Ручкой регулировки «Яркость меток азимута» устано-

вить нормальную яркость изображения меток азимута 10 и 30°. Опорные метки (30°) должны быть ярче основных меток (10°).

3. По количеству меток дальности на линии развертки проверить их длительность при всех масштабах дальности. При этом количество основных и опорных меток дальности в зависимости от масштаба должно соответствовать данным табл. 5.

Таблица 5

Положение переключателя «Масштаб»	Количество основных меток			Количество опорных меток	
	5-км	10-км	50-км	50-км	100-км
25	5	—	—	—	—
100	—	10	—	2	—
300	—	—	6	—	3

При масштабе 300 км производится дополнительный контроль длительности развертки по 10-км меткам дальности, для чего ручку регулировки «Яркость метод дальности» повернуть по часовой стрелке до появления контрольных 10-км меток дальности.

4. Проверить возможность смещения начала развертки при масштабах 100 и 300 км от центра шкалы к ее периферии. Для этого нажать клавишу «100 км» переключателя «Масштаб», установить тумблер «Смещение центра — отключено» в положение «Смещение центра». Ручками регулировки «Смещение центра — горизонтальное, вертикальное» установить начало развертки на расстояние радиуса от центра шкалы в направлениях 0, 90, 180 и 270°, определяемых по визирю азимутальной шкалы.

5. Прodelать аналогичную п. 4 операцию для масштаба 300 км при нажатой клавише «300 км» переключателя «Масштаб».

6. Проверить систему индикации положения антенны по углу места, для чего установить антенну в два-три фиксированных положения в пределах сектора 0—90° и при каждом из этих положений антенны отсчитать соответствующие положения линии развертки на экране ИДВ. Снять показания шкалы исполнительного механизма ИКО и сравнить полученные значения отсчетов.

7. Ручкой «Амплитуда видео» проверить возможность полного гашения шумов и установки нормального для наблюдения уровня шумов на экране ИКО.

Порядок проверки работоспособности индикатора БИ-004 следующий:

1. Проверить возможность регулировки яркости и фокусировки соответствующими ручками «Яркость» и «Фокус».

2. Проверить наличие меток дальности при всех масштабах развертки и установить их нормальную яркость ручкой регулировки «Яркость меток», установленной на передней панели под крышкой.

3. Проверить длительность разверток при всех масштабах по количеству меток дальности на линии развертки. Количество меток при каждом масштабе должно быть равно пяти.

4. Проверить возможность регулировки яркости подсвета трафаретного прямоугольника и шкалы исполнительного механизма. Яркость подсвета должна регулироваться до полного гашения ручкой «Яркость шкалы».

5. Проверить систему индикации положения антенны по азимуту, для чего установить антенну в два-три фиксированных положения и при каждом из этих положений отсчитать соответствующее положение линии развертки на экране, а также снять показания шкалы исполнительного механизма ИДВ. Сравнить между собой полученные значения отсчетов.

6. Проверить регулировку амплитуды видеосигналов ИДВ аналогично проверке амплитуды видеосигналов ИКО.

Проверка устройства «Изоэх».

1. Включить блоки БЗ-003, БИ-003, БИ-004 и привод вращения антенны.

2. Нажать клавиши «25 км» на БИ-003 и «10/20 км» на БИ-004.

3. Включить передатчик и приемник станции. Поднять высокое напряжение передатчика.

4. Установить антенну доворотом по углу места так, чтобы на экранах БИ-003 и БИ-004 наблюдались устойчивые изображения местных предметов.

5. Нажать клавишу «72 дБ» переключателя «Уровень изоэх» на панели управления УИЭ. При этом должно наблюдаться ослабление или пропадание изображений местных предметов на экранах БИ-003 и БИ-004.

21.5. Проверка работоспособности станции в режиме «Работа»

Проверка передающего устройства производится по контрольно-измерительным приборам и сигнальным лампочкам, расположенным на панели управления и контроля станции. Для этого необходимо:

1. Включить передающее устройство, при этом загорится сигнальная лампа «Накал», а через 3 мин включится анодное напряжение и загорится сигнальная лампа «Анод». Прибор «Ток магнетрона» — «Высокое напряжение» покажет 5 кВ.

2. Установить средний ток магнетрона при помощи кнопки «Высокое больше».

3. Проверить напряжение высоковольтного выпрямителя по прибору «Ток магнетрона» — «Высокое напряжение» и излучаемую мощность по прибору «Мощность».

Проверка работоспособности передающего устройства должна производиться при длительности зондирующих импульсов «1 мкс» и «2 мкс». Переключение режимов производится с панели управления и контроля.

Контрольные приборы и сигнальные лампы, используемые при настройке передатчика, дублируют показания приборов и контрольных ламп блоков шкафа ШД-015.

Проверка приемного устройства в режиме «Работа» производится с целью установления полной исправности приемника и регулировки с пульта метеоролога, обеспечивающей нормальную его работу.

Проверка работы приемника производится совместно с передающим устройством и индикатором дальности БИ-005 в следующей последовательности:

1. Переключатель «Масштаб» ИДА поставить в положение «20 км» и ручкой «Яркость» установить нормальную яркость изображения.

2. Переключатель «РРУ—АСУ» на панели управления установить в положение «РРУ» и убедиться, что переключателем «Усиление больше—меньше» на панели управления можно добиться отклонения стрелки прибора «Усиление» на середину красного сектора.

3. Установить переключатель «РРУ—АСУ» в положение «АСУ» и убедиться, что стрелка прибора «Усиление» отклонится в красный спектр.

4. Поставить переключатель «РРЧ—АПЧ» на панели управления в положение «РРЧ».

5. Переключателем «Частота больше—меньше» на панели управления добиться появления на экране индикатора сигналов, отраженных от местных предметов или облачности, а в случае отсутствия отраженных сигналов добиться максимального отклонения стрелки прибора «ПЧ».

6. Переключатель «РРЧ—АПЧ» поставить в положение «АПЧ», при этом амплитуда отраженных сигналов или показание прибора «ПЧ» не должны измениться. Стрелка прибора «Чувствительность» должна находиться в красном секторе.

7. Нажать кнопку «Контроль коррекции» на панели управления, при этом стрелка прибора «Усиление» должна отклониться в синий сектор.

8. Установить переключатель «Длительность импульса» в другое положение. Нажать кнопку «Контроль коррекции» и убедиться, что стрелка прибора «Усиление» отклонится в синий сектор.

9. Установить переключатель «Коррекция» на панели управления в положение «Отключено», при этом на экране ИДА должны появиться шумы приемника.

Примечание. Пункты 7 и 8 выполняются при снятом высоком напряжении и при установке тумблера «РРЧ—АПЧ» в режиме «РРЧ».

Проверка измерителя коэффициента шума производится следующим образом:

1. Подготовить и включить блок БТ-011 и установить режим ручной регулировки усиления приемника.

2. Осциллограф подключить к гнезду «Видео» на передней панели блока БТ-011 и измерить амплитуду видеосуммов I_1 .

3. Переключатель $B1$ поставить в положение «Контроль тока ШГ» и нажать кнопку «Измерение коэффициента шума», при этом стрелка прибора должна отклониться примерно на середину шкалы. Измерить с помощью осциллографа амплитуду видеосуммов I_2 и подсчитать приближенную величину коэффициента шума.

4. Переключателем «дБ» установить предел измерения ожидаемого значения коэффициента шума.

5. Ручку «Установка уровня шумов 90 мкА» установить в правое крайнее положение.

6. Установить частоту запуска станции 600 Гц и переключателем усиления «Больше — меньше» на панели управления и контроля установить показания прибора на блоке БТ-011 100 мкА, а ручкой «Установка уровня шумов 90 мкА» установить стрелку соответствующего прибора на риску 90 мкА.

Примечание. Необходимо до установки уровня шумов 90 мкА соответствующей ручкой произвести настройку в резонанс (по максимальному отклонению стрелки прибора) усилителя на частоту меандра ручкой «Подстройка на частоты».

7. Нажать кнопку «Измерение коэффициента шума». Произвести отсчет измеряемого коэффициента шума как сумму показаний по шкале прибора (с учетом переводного графика) и положению переключателя «дБ».

8. Произвести сравнение расчетной величины коэффициента шума с величиной, измеренной согласно п. 7. Разница результатов не должна превышать 4 дБ.

Проверка электропривода антенной системы производится во всех режимах.

1. Проверяется режим вращения, для чего включается привод азимута в режим «I программа» и по развертке луча индикатора кругового обзора отмечается какой-либо угол, определяющий положение антенны в азимутальной плоскости в данный момент, и одновременно включается секундомер. После этого отсчитывается 10 оборотов антенны от ранее отмеченного угла. Затем секундомер выключается и определяется время. Время десяти оборотов должно быть равно 100 ± 10 с.

2. Проверяются предельные углы сканирования и время одного периода сканирования, для этого включается привод угла места в режим «II программа» и по шкале индикатора «Дальность—высота» определяются предельные углы сканирования антенны. Время одного периода сканирования определяется секундомером при наблюдении движения луча по индикатору. Оно должно быть не более 35 с.

3. Проверяется работоспособность электропривода антенны в позиционном режиме. Нажатием клавиши «Ручное» из группы «Программа» включается привод и рукоятками управления производятся довороты антенны по азимуту и углу места. Наблюдение за поворотом антенны осуществляется по шкалам на панели управления приводом.

4. Проверяются программные режимы. В режиме «I программа» на передней панели блока БЛ-003 включить тумблеры «220 В, 400 Гц» и «27 В», переключатель «Работа — контроль» поставить в положение «Работа». На панели управления приводом нажать клавишу «Сброс в 0». После загорания сигнальной лампы «Сигнал согласования» последовательно включить «Программа I», любой режим, «Пуск повтор».

После выполнения заданной программы антенна должна продолжать вращение по азимуту, прекратив дискретное перемещение по углу места.

Режим «II программа» проверяется в той же последовательности, что и первая программа, при включенном режиме «Программа II».

Проверку режимов работы производить, когда включена одна из программ. Углы поворота отсчитывать по шкале индикатора кругового обзора или по шкале индикатора «Дальность — высота» в зависимости от выбранной программы.

Проверка фоторегистрирующей аппаратуры производится визуально по сигнальным лампам «Затвор» и «Перемотка», расположенным на командном приборе. При нормальной работе лампа «Перемотка» должна мигать, а лампа «Затвор» загораться при закрытом затворе и гаснуть при открытом. Качество фотографий и фотопленок проверяется визуально.

Проверка работоспособности блоков БЗ-003, БИ-006, БЧ-005, БИ-003, БИ-004 и устройства «Изоэх» в режиме «Работа» производится в соответствии с требованиями, изложенными при описании работоспособности этих устройств в режиме «Контроль».

21.6. Настройка аппаратуры станции

Выполнение работ по контролю и настройке аппаратуры производится обслуживающим техническим персоналом периодически в процессе эксплуатации. После проведения настройки аппаратуры или ремонта обязательно производится проверка работоспособности всей аппаратуры согласно требованиям, изложенным в п. 21.5.

Настройка блока запуска БЗ-003 сводится к настройке РС-генератора на частоту 600 Гц и настройке делителя частоты. Для этого:

1. Соединить контрольное гнездо Г2 линейки запуска со входом осциллографа и вращением оси резистора «Частота 600 Гц» добиться периода следования запускающих импульсов, равного 1700 мкс.

2. То же можно сделать с помощью звукового генератора. На горизонтальные отклоняющие пластины осциллографа подать напряжение частотой 300 Гц с выхода звукового генератора и медленным вращением оси резистора «Частота 600 Гц» добиться появления на экране осциллографа двух устойчивых, медленно перемещающихся по развертке импульсов.

Установить ручку «Частота» на звуковом генераторе в положение «600 Гц» и медленным ее вращением добиться появления на экране осциллографа одного устойчивого, медленно перемещающегося по развертке импульса. При этом частота РС-генератора будет соответствовать частоте звукового генератора 600 Гц.

3. Соединить контрольное гнездо Г3 линейки запуска со входом осциллографа и вращением оси резистора «Деление 300 Гц» добиться с помощью осциллографа периода следования запускающих импульсов, равного 3400 Гц.

Настройка индикатора БИ-003 обеспечивается регулировкой узлов индикатора в следующей последовательности:

1. Отрегулировать делители частоты, для чего нажать клавишу «100 км» переключателя «Масштаб» и вращением оси резистора «Амплитуда развертки» установить линию развертки так, чтобы конец линии развертки был виден на экране ЭЛТ.

Вращением оси резистора «Деление 50 км» добиться того, чтобы между опорными 50-км метками располагались четыре основные метки дальности.

Нажать клавишу «300 км» переключателя «Масштаб» и вращением оси резистора «Деление 100 км» добиться того, чтобы между опорными 100-км метками располагалась одна основная метка дальности.

2. Отрегулировать амплитуды основных меток дальности, преобладание опорных меток над основными и уравнивание амплитуд меток 5, 10, 50, 100 км. Для этого:

а) нажать клавишу «25 км» переключателя «Масштаб». Установить ручку регулировки «Яркость меток дальности» в среднее положение и вращением осей резисторов «Амплитуда меток 5 км» и «Амплитуда основных меток» установить нормальную яркость меток дальности;

б) нажать клавишу «100 км» и вращением оси резистора «Амплитуда меток 10 км» установить такую яркость основных меток, чтобы при нажатии клавиши «25 км», а затем «100 км» яркость меток оставалась неизменной;

в) нажать клавишу «300 км» и вращением оси резистора «Амплитуда меток 50 км» установить такую яркость основных меток, чтобы при нажатии клавиши «100 км», а затем «300 км» яркость меток оставалась неизменной;

г) нажать клавишу «100 км» и вращением оси резистора «Амплитуда опорных меток» установить необходимое преобладание по яркости опорных 50-км меток над основными;

д) нажать клавишу «300 км» и вращением оси резистора «Амплитуда меток 100 км» установить такую яркость опорных меток, чтобы при последовательном нажатии клавиш «100 км» и «300 км» переключателя «Масштаб» яркость опорных меток дальности оставалась неизменной.

3. Отрегулировать амплитуды контрольных меток, для чего нажать клавишу «300 км» переключателя «Масштаб», ручку регулировки «Яркость меток дальности» повернуть в правое крайнее положение и вращением оси резистора «Яркость контрольных меток» добиться появления контрольных 10-км меток дальности, яркость которых незначительно превышает яркость слегка пригашенной линии развертки.

4. Установить начало развертки на экране ЭЛТ в центр шкалы переменными резисторами «Центрирование — вертикальное, горизонтальное». Вращением осей этих резисторов проверить направление перемещения линии развертки, которое должно осуществляться строго по вертикали и по горизонтали. В случае несоответствия перемещения необходимо произвести ориентировку отклоняющей катушки. Вращением осей указанных резисторов установить начало развертки в центр шкалы индикатора.

5. Отрегулировать длительность развертки. Для этого нажать клавишу «25 км» переключателя «Масштаб» и враще-

нием ручек регулировок «Яркость» и «Фокус» установить нормальную яркость и четкость изображения. Вращением оси резистора «Амплитуда развертки» установить длину линии развертки так, чтобы конец линии развертки был виден на экране трубки. Вращением оси резистора «Масштаб плавно» установить такую длительность развертки, чтобы на линии развертки располагалось пять меток дальности. После регулировки установить первоначальную амплитуду развертки.

6. Отрегулировать линейность развертки в соответствии с масштабами развертки в следующей последовательности:

а) установить тумблер «Смещение центра — отключено» в положение «Отключено». Последовательным нажатием клавиши «25 км», а затем «100 км» переключателя «Масштаб» и вращением осей соответствующих резисторов линейности добиться того, чтобы расстояния между соседними метками дальности были примерно одинаковыми;

б) установить тумблер «Смещение центра — отключено» в положение «Смещение центра» и с помощью переменных резисторов «Смещение центра — вертикальное, горизонтальное» установить начало развертки на линии окружности, ограничивающей рабочую поверхность экрана трубки, в такое положение, при котором линия развертки пересекает центр шкалы индикатора;

в) последовательным нажатием клавиши «100 км», а затем «300 км» и вращением осей соответствующих резисторов линейности добиться того, чтобы расстояния между соседними метками дальности были приблизительно одинаковыми.

7. Уравнять амплитуды развертывающих напряжений по углам 0, 90, 180, 270° и отрегулировать амплитуды развертки на экране БИ-003. Для этого необходимо нажать клавишу «25 км» переключателя «Масштаб», ось резистора «Амплитуда развертки» повернуть в крайнее правое положение. Доворотом антенны по азимуту установить ее по визиру азимутальной шкалы последовательно в положения 0, 90, 180, 270° и при каждом из этих положений с помощью резисторов «Уравнивание развертки 0, 90, 180, 270°» добиться того, чтобы четвертая 5-км метка дальности находилась на линии окружности, ограничивающей рабочую поверхность экрана трубки.

С помощью резистора «Амплитуда развертки» установить такую длину линии развертки, чтобы пятая 5-км метка дальности располагалась на линии окружности.

8. Установить длину составляющих линии развертки по вертикали и по горизонтали для масштабов «100 км» и «300 км» со смещением и без смещения начала развертки. Для этого:

а) доворотом антенны по азимуту установить линию развертки в положение «0°» по визиру азимутальной шкалы, тумб-

лер «Смещение центра — отключено» установить в положение «Отключено». Нажать клавишу «100 км», а затем «300 км» переключателя «Масштаб» и при каждом из указанных положений переключателя с помощью резисторов «Амплитуда развертки вертикальная — 100 км и 300 км» установить длину линии развертки такой, чтобы десятая 10-км метка дальности совпадала с линией окружности, ограничивающей рабочую поверхность экрана трубки;

б) тумблер «Смещение центра — отключено» установить в положение «Смещение центра» и с помощью резистора «Смещение центра — вертикальное» начало развертки переместить по вертикали до линии окружности;

в) нажать клавишу «100 км», а затем «300 км» переключателя «Масштаб» и при каждом положении переключателя с помощью резисторов «Амплитуда развертки вертикальная — 100 км смещение, 300 км смещение» установить длину развертки такой, чтобы с линией окружности экрана трубки совпадала десятая 10-км и шестая 50-км метки дальности;

г) доворотом антенны по азимуту установить линию развертки на экране БИ-003 в положение «90°» по визирю азимутальной шкалы и с помощью переменных резисторов «Амплитуда развертки горизонтальная — 100 км, 300 км, 100 км смещение, 300 км смещение» установить длину составляющей линии развертки по горизонтали. При этом смещение начала развертки влево до линии окружности осуществляется переменным резистором «Смещение центра — горизонтальное».

Настройка индикатора БИ-004 производится в следующей последовательности:

1. Совместить начало развертки на экране трубки индикатора с левой нижней вершиной трафаретного прямоугольника. Для этого отпустить стопорный винт, фиксирующий катушку смещения центра, и вращением оси резистора «Смещение центра», а также перемещением вокруг своей оси катушки смещения центра добиться совмещения развертки с левой нижней вершиной трафаретного прямоугольника. Затянуть стопорный винт катушки.

2. Отрегулировать делитель частоты меток дальности. Для этого:

а) включить привод антенны и доворотом ее по углу места установить линию развертки на экране вдоль основания трафаретного прямоугольника;

б) нажать клавишу «5/10 км» переключателя «Масштаб» и, вращая ось резистора «Амплитуда 10 км», установить такую амплитуду развертки, чтобы конец линии развертки был виден на экране трубки;

в) отключить кабели от высокочастотных разъемов «Видео» и «Запуск». Выход «Запуск» калибратора дистанции типа 27-ИМ соединить с разъемом «Запуск», расположенным на задней стенке пульта ПИ-001. Установить частоту следования запускающих импульсов 625 Гц. Ручку «Амплитуда запускающих импульсов» на калибраторе дистанции установить в крайнее правое положение;

г) выход «Калибрационные импульсы» калибратора дистанции соединить с разъемом «Видео», расположенным на задней стенке пульта ПИ-001. Переключатель «Дальность» калибратора дистанции установить в положение «1 км». Ручку регулировки «Амплитуда калибрационных меток» установить в среднее положение;

д) ручку регулировки «Амплитуда видео» установить в такое положение, при котором на экране БИ-004 будет наблюдаться четкое изображение калибрационных меток калибратора дистанции, а ручкой регулировки «Яркость меток» добиться четкости изображения меток дальности;

е) вращая ручку регулировки «Фаза» калибратора дистанции, совместить одну из меток калибратора дистанции с первой меткой дальности линейки меток дальности индикатора. При этом между двумя метками дальности должна располагаться одна метка калибратора дистанции;

ж) нажать клавишу «10/20 км» переключателя «Масштаб» и, вращая ось резистора «Амплитуда 20 км», установить линию развертки такой, чтобы конец линии развертки был виден на экране индикатора. Вращением оси резистора «Деление 4 км» добиться того, чтобы между двумя метками дальности располагались три метки калибратора дистанции;

з) нажать клавишу «20/40 км» переключателя «Масштаб» и, вращая ось резистора «Амплитуда 40 км», установить линию развертки так, чтобы конец ее был виден на экране индикатора, а вращением оси резистора «Деление 8 км» добиться того, чтобы между двумя метками дальности располагались семь меток калибратора дистанции;

и) отключить калибратор дистанции от высокочастотных разъемов «Видео» и «Запуск» и подключить к ним высокочастотные кабели.

2. Отрегулировать яркость меток дальности. Для этого при установке ручки «Яркость меток» приблизительно в среднем положении, нажимая последовательно клавиши «5/10 км», «10/20 км», «20/40 км», «40/80 км» переключателя «Масштаб» и вращая при этом соответственно оси резисторов «Амплитуда меток 4 км, 8 км, 16 км», добиться того, чтобы при каждом из переключений яркость меток дальности на экране индикатора оставалась неизменной.

3. Отрегулировать длительность развертки. Для этого нажать клавишу «5/10 км» переключателя «Масштаб» и ручками «Яркость» и «Фокус» установить нормальную яркость и четкость изображения. Ручкой «Амплитуда 10 км» добиться, чтобы конец линии развертки был виден на экране индикатора. Вращением оси резистора «Масштаб плавно» установить такую длительность развертки, чтобы на линии развертки укладывалось не менее пяти меток дальности, а с помощью резистора «Амплитуда 10 км» добиться, чтобы пятая метка дальности совпадала с правой нижней вершиной трафаретного прямоугольника.

Нажимая последовательно клавиши «10/20 км», «20/40 км», «40/80 км», проверить наличие на линии развертки пяти меток дальности при каждом из указанных переключений.

4. Отрегулировать линейность развертки. Для этого, нажимая последовательно клавиши «5/10 км», «10/20 км», «20/40 км», «40/80 км» и вращая оси резисторов «Линейность» и «Амплитуда» соответственно установленному масштабу, добиться того, чтобы расстояния между метками дальности были примерно одинаковыми.

Настройка следящей системы привода отклоняющей катушки БИ-004 производится после замены сельсинов-датчиков или сельсинов-приемников, а также если система была разрегулирована. Для настройки необходимо:

1. Установить антенну вручную в нулевое положение по углу места. Поворачивая отклоняющую катушку, установить луч на экране индикатора в нулевое положение. Отстопорить винты, крепящие статоры сельсинов-приемников грубого и точного отсчетов в приводе отклоняющей катушки. Отключить тумблер *B1* на линейке синхронизатора блока БИ-004. Подключить авометр к гнездам *Г1* и *Г2* синхронизатора и, поворачивая статор сельсина грубого отсчета, добиться минимально достижимого напряжения по вольтметру. Авометр переключить на гнезда *Г2*, *Г3* синхронизатора и, поворачивая статор сельсина точного отсчета, добиться минимально достижимого напряжения по авометру. Закрепить стопорные винты сельсинов.

2. Включить привод качания антенны и при помощи переменных резисторов «Входной сигнал» и «ОС», расположенных на синхронизаторе, добиться равномерного (без рывков) слежения отклоняющей катушки.

Настройка системы индикации положения антенны по азимуту и углу места выполняется только в том случае, если производилась замена сельсина-датчика или сельсина-приемника канала слежения соответствующей координаты. Для этого исполнительный механизм и антенна устанавливаются в нулевое положение.

Клеммы 10—11 штепсельного разъема Ш1 должны быть отключены от линейки усилителя следящей системы и подключены к вольтметру авометра со шкалой 30 В.

Отвернуть стопорные винты, крепящие статор сельсина-приемника исполнительного механизма, и путем разворота статора добиться минимального показания вольтметра. Завернуть винты, крепящие статор. Проверить статистическую точность системы путем установки антенны на произвольный угол

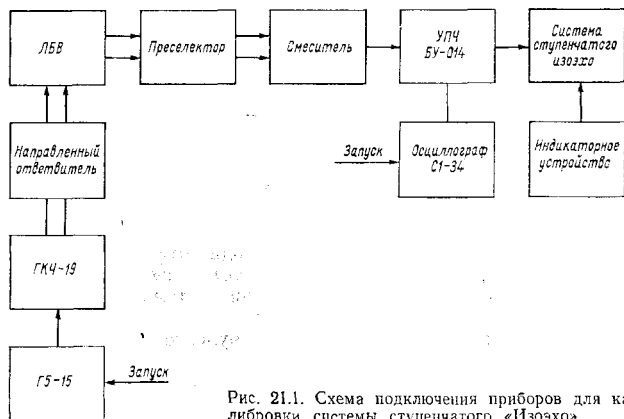


Рис. 21.1. Схема подключения приборов для калибровки системы ступенчатого «Изоэхо».

от нулевого значения в обе стороны. Если при этом показания шкалы антенны и шкалы исполнительного механизма рассогласованы, то нужно провести настройку вторично.

Настройка и калибровка системы ступенчатого «Изоэхо».

Калибровку системы «Изоэхо» необходимо проводить после полной настройки приемного устройства в следующей последовательности:

1. Нажать кнопку «Контроль калибровки «Изоэхо» на панели управления и контроля, при этом стрелка прибора «Контроль чувствительности» должна находиться в пределах синего сектора шкалы.

2. Подключить приборы согласно схеме, приведенной на рис. 21.1.

3. На Г5-15 установить запуск внешний, длительность импульсов 6 мкс, амплитуду импульсов 60 В, полярность отрицательную, задержку импульса 53 мкс.

4. Генератор ГК4-19 настроить в режиме генератора сигналов на частоту магнетрона МРЛ-2 для работы в режиме импульсной модуляции от внешнего запуска (Г5-15) согласно инструкции по эксплуатации к прибору ГК4-19. Выход прибора должен быть подключен на вход направленного ответвителя, расположенного в шкафу ШД-014.

5. Подготовить к калибровке аппаратуру, для чего:
 — выставить на ИКО масштаб 25 км;
 — ручку «Видео» поставить в левое крайнее положение;
 — ручкой «Яркость» установить яркость развертки на экране так, чтобы развертка была едва различима;
 — ручкой «Видео» установить нормальную для работы шумовую дорожку.

То же самое проделать на ИДВ в масштабе 10/20 км.

6. Произвести замер чувствительности приемного тракта путем введения затухания основного аттенюатора при выведенных согласующих аттенюаторах А1 и А2 до минимально различимого сигнала от генератора на уровне собственных шумов приемника.

7. Произвести расчет чувствительности приемника по формуле

$$P_{\text{пр. мин}} = -(A + B + C + D),$$

где A — отсчет по основному аттенюатору ГК4-19 в децибелах; B — относительная мощность затухания в направленном ответвителе в децибелах (для каждого ответвителя прилагается паспорт с указанием затухания в децибелах); C — затухание в коаксиально-волноводном переходе в децибелах (берется по графику в зависимости от частоты генератора ГК4-19); D — поправка, равная 30 дБ, учитывающая калибровку генератора ГК4-19 относительно 1 мВт.

Пример. $P_{\text{пр. мин}} = -(70 + 32 + 2 + 30) = -134$ дБ/Вт.

8. Подать сигнал от ГК4-19 на вход приемного устройства на уровне -124 дБ/Вт независимо от чувствительности приемного устройства (в нашем примере на ГК4-19 показание основного аттенюатора равно $124 - B - C - D = 124 - 64 = 60$ дБ). Величина $(124 - B - C - D)$ будет постоянной для данной станции.

9. Подстроить сигнал от генератора ручкой «Частота» на ГК4-19, добившись его прямоугольной формы. В процессе калибровки необходимо контролировать на осциллографе форму сигнала и, если необходимо, делать подстройку ручкой «Частота».

10. Включить коррекцию на расстояние.

11. Нажатием клавиши «6 дБ» включить систему ступенчатого «Изоэхо».

12. Потенциометры «Фиксированное видео», установленные на лицевых панелях индикаторов ИКО и ИДВ, поставить в среднее положение.

13. Включить привод вращения антенны.

14. Потенциометром «6 дБ», установленным на линейке изоэхо и катодных повторителей, добиться едва различимого сигнала на развертке индикатора.

15. Увеличив сигнал от ГК4-19 на 6 дБ относительно вышеустановленного (в нашем случае $60 - 6 = 54$ дБ), переключить уровень сигнала «Изоэхо» на «12» и потенциометром «12 дБ» (на линейке изоэхо и катодных повторителей) добиться такой же яркости сигнала на развертке, как и в предыдущем случае.

16. Прodelать то же самое со всеми ступенями системы «Изоэхо», т. е., увеличивая сигнал от ГК4-19 на 6 дБ, соответствующими потенциометрами па линейке изоэхо и катодных повторителей добиться едва различимого сигнала на развертке индикатора.

Настройка датчика развертывающих напряжений заключается в установке нулей развертывающих напряжений с помощью переменных резисторов «Установка нуля горизонтальная» и «Установка нуля вертикальная», расположенных на передней панели БЧ-006. Для установки нулей необходимо:

1. Установить тумблер «Контроль нуля — работа» в положение «Контроль нуля».

2. Переключатель «Контроль развертывающих напряжений» установить в положение «Горизонтально» и с помощью переменного резистора «Установка нуля горизонтальная» добиться нулевого показания индикаторного прибора.

3. Установить переключатель «Контроль развертывающих напряжений» в положение «Вертикально» и с помощью потенциометра «Установка нуля вертикальная» добиться нулевого показания индикаторного прибора.

При правильной регулировке на экране БИ-003 будет видна одна светящаяся точка.

4. Тумблер «Контроль нуля — работа» установить в положение «Работа».

Настройка передающего устройства производится после смены электровакуумных приборов или проведения ремонта. Перед настройкой необходимо проверить параметры импульса на выходе подмодулятора в двух режимах передатчика:

$$\tau_1 = 1,05 \div 1,1 \text{ мкс}, F_1 = 600 \text{ Гц};$$

$$\tau_2 = 2,1 \div 2,2 \text{ мкс}, F_2 = 300 \text{ Гц}.$$

Прежде чем настроить вновь установленный магнетрон, необходимо произвести его тренировку. Для этого после включения накала и прогрева прибора в течение 3 мин включается анодное

напряжение и повышается до величины, обеспечивающей установку среднего тока 8—10 мА в режиме «1 мкс». При указанном токе прибор выдерживается в течение 5 мин. Повышение тока до номинальной величины производится далее ступенями по 1—1,5 мА путем плавного увеличения анодного напряжения. Время выдержки на каждой ступени зависит от интенсивности искрений и должно быть не менее 3 мин при отсутствии искрений и не более 5 с при интенсивных искрениях. При наличии искрений анодное напряжение снижается и производится дополнительная тренировка на предыдущей ступени.

Проделать те же операции, переключив передатчик в режим «2 мкс». Тренировку в режиме «2 мкс» проводить до устойчивой работы при средних токах 0,8—0,9 номинального значения.

Тренировка магнетрона считается законченной, если после 3—4 ч работы в указанных режимах магнетрон работает устойчиво при токе 0,7 номинального значения. При этом мощность передатчика должна быть не ниже 150 кВт в режиме «1 мкс» и 140 кВт в режиме «2 мкс».

После тренировки магнетрона необходимо установить его частоту при помощи генератора ГК4-19А. Генератор подключить к направленному ответвителю, настроить для замера частоты. Согласно инструкции на прибор устанавливается на волномере требуемая частота и с помощью ручки настройки на магнетроне подбирается частота магнетрона.

Настройка приемного устройства производится совместно с передающим устройством в режиме «Настройка». Перед настройкой необходимо на БР-008:

- а) потенциометр «Амплитуда пилы» поставить в левое крайнее положение;
- б) потенциометр «Напряжение отражателя» поставить в среднее положение;
- в) переключатель «АПЧ—РРЧ» поставить в положение «РРЧ»;
- г) аттенюатор регулировки мощности гетеродина поставить в среднее положение;
- д) включить приемное устройство.

Настройку производить в следующей последовательности:

1. До включения высокого напряжения проверить ток накала ЛБВ по контрольному прибору «Ток накала» на лицевой панели БУ-013. В случае необходимости установить нужную величину тока накала переменным резистором «Регулировка накала», находящимся на линейке СВТ, входящей в БУ-013.

2. Измерить напряжение « ± 400 В» на контрольных гнездах прибором АВО-5М1 на БУ-013 после включения высокого напряжения.

3. Проверить прибором АВО-5М1 и при необходимости установить номинальные значения напряжений на электродах ЛБВ согласно инструкции в соответствии с паспортными данными, используя при этом соответствующие потенциометры, расположенные на лицевой панели БУ-013.

4. Проверить показания приборов «Ток коллектора» и «Ток спирали», которые не должны отличаться от допустимого паспортного значения.

5. Подключить осциллограф к гнезду «Сигнал пилы» на БР-008. При отсутствии пилообразного напряжения на экране осциллографа переключателем «Меньше—больше» добиться его появления и резистором «Амплитуда пилы» установить по осциллографу амплитуду пилообразного напряжения 20—25 В. Переключателем «Больше—меньше» добиться срыва пилообразного напряжения.

6. Потенциометром «Напряжение отражателя» добиться генерации гетеродина по максимальному отклонению стрелки прибора в любом из четырех положений переключателя для измерения токов кристаллов. Установить attenuатором регулировки мощности гетеродина рабочие токи кристаллов.

7. Включить передающее устройство.

8. Подключить осциллограф к гнезду «Сигнал логарифмического УПЧ» на БУ-014. Переключатель «АСУ—РРУ» поставить в положение «РРУ» и тумблером «Меньше—больше» установить амплитуду шумов порядка 0,5 В.

9. Установить переключатель длительности импульса на панели шкафа ШД-015 в положение, соответствующее 1 мкс. Потенциометром «Ток ГШ» на БВ-029 по контрольно-измерительному прибору установить величину тока ГШ 110 ± 10 мкА. При этом на экране осциллографа должно наблюдаться нормальное горение ГШ в конце каждого периода в течение 200 мкс. Амплитуда шумового сигнала должна быть порядка 2 В.

Переключатель длительности импульса поставить в положение «2 мкс», при этом ток ГШ должен быть равным 60 ± 10 мкА, а на экране осциллографа должен быть нормальный поджиг ГШ в конце периода (100 мкс — разгорание, 100 мкс — ровное горение).

10. Медленно увеличивая частоту ручкой механической подстройки «Частота гетеродина» и поддерживая при этом переменным резистором «Напряжение отражателя» генерацию гетеродина, добиться на экране осциллографа наибольших по амплитуде сигналов или максимального отклонения стрелки прибора «Контроль ПЧ» на БР-008.

Если после настройки токи кристаллов не лежат в рабочем секторе, необходимо их установить attenuатором регулировки мощности гетеродина.

11. Проверить по отраженным сигналам или по максимальному отклонению стрелки прибора «Контроль ПЧ» точность установки частоты гетеродина переключателем «Меньше—больше».

12. Подключить осциллограф к гнезду «Сигнал АПЧ» на БР-008. Переключатель «РРЧ—АПЧ» поставить в положение «АПЧ». Атенюатор регулировки мощности сигнала АПЧ поставить в среднее положение.

Пользуясь механической настройкой гетеродина, получить на экране осциллографа сигнал АПЧ в виде максимального по амплитуде положительного импульса.

13. Подключить осциллограф к гнезду «Сигнал логарифмического УПЧ» на БУ-014. Переключатель «РРЧ—АПЧ» на БР-008 поставить в положение «РРЧ» и переключателем «Меньше—больше» добиться на экране осциллографа максимальных отраженных сигналов или максимального отклонения стрелки прибора «Контроль ПЧ».

При переходе на АПЧ амплитуда отраженных сигналов не должна изменяться. В противном случае необходимо уменьшить мощность сигнала АПЧ.

14. Установить стрелку прибора «Контроль ПЧ» на нуль при нажатой кнопке «Установка 0». При отпускании кнопки стрелка прибора должна отклониться в рабочий сектор. Если этого не происходит, потенциометром «Усиление ЛКПЧ» установить стрелку в рабочий сектор. Установить ручную регулировку частоты и выключить передатчик.

15. Переключатель «АСУ—РРУ» на БУ-014 поставить в положение «АСУ». Осциллограф подключить к гнезду «Сигнал логарифмического УПЧ». Амплитуда шумов, наблюдаемая на экране, должна быть порядка 0,3—0,5 В, а амплитуда шумового сигнала ГШ — порядка 2,0 В.

16. Нажать кнопку «Установка нуля II» на БУ-014 и установить стрелку прибора «Усиление» на нуль потенциометром «Установка нуля». При отпускании кнопки стрелка прибора должна остановиться в красном секторе, в противном случае отрегулировать положение стрелки потенциометром «Чувствительность прибора — контроль усиления», расположенным внутри блока.

17. Проверить и отрегулировать прибор «Чувствительность» контроля приемного устройства. Для этого на БУ-014:

а) нажать кнопку «Установка нуля I» и соответствующим потенциометром установить стрелку прибора «Чувствительность» на нуль;

б) нажать кнопку «Установка нуля II» и соответствующим потенциометром установить стрелку прибора «Чувствительность» на нуль;

в) нажать кнопку «Установка усиления» и соответствующим потенциометром установить стрелку прибора «Чувствительность» на риск. Установку производить при $\tau_1 = 1$ мкс;

г) отпустить кнопку «Установка усиления». При номинальном значении чувствительности 132 дБ/Вт стрелка прибора «Чувствительность» должна остановиться в красном секторе. В противном случае, пользуясь потенциометром «Чувствительность прибора — контроль чувствительности», расположенным внутри блока, установить стрелку прибора в указанный сектор.

18. Снять амплитудную характеристику приемного устройства с выхода УПЧ, для этого:

а) на направленный ответвитель волноводного тракта в шкафу ШД-014 с генератора ГК4-19А подать высокочастотный сигнал мощностью 1 мВт, длительностью 2 мкс с частотой передатчика;

б) к гнезду «Сигнал логарифмического УПЧ» на БУ-014 подключить осциллограф, работающий в режиме ждущей развертки с внешней синхронизацией, и, изменяя частоту генератора, получить на экране осциллографа максимальную амплитуду сигнала;

в) уменьшая мощность подаваемого сигнала через 5 дБ аттенюатором генератора, измерять амплитуду каждого выходного сигнала по осциллографу. Результат измерений записать.

19. Используя полученные данные амплитудной характеристики, рассчитать амплитуду кривой корректирующего напряжения по формулам:

$$U(R) = \frac{5}{3} \Delta U_c \text{ в режиме «2 мкс»};$$

$$U(R) = \frac{4}{3} \Delta U_c \text{ в режиме «1 мкс»},$$

где ΔU_c — изменение выходного сигнала при изменении мощности входного сигнала на 30 дБ, взятой на прямолинейном участке амплитудной характеристики.

20. Проверить форму кривой корректирующего напряжения, для этого:

а) осциллограф подключить к гнезду «Сигнал коррекции» на БУ-014;

б) проверить длительность кривой коррекции в режимах «1 мкс» и «2 мкс», при необходимости выставить длительности 670 и 2000 мкс соответственно;

в) в режиме «2 мкс» к экрану осциллографа приложить шаблон с расчетной кривой корректирующего напряжения, отрегулировать усиление осциллографа по «Х» и «У» так, чтобы совпали начальная и конечная точки кривых;

г) проверить соответствие форм расчетной и экспериментальной кривых корректирующего напряжения;

д) проверить соответствие форм указанных кривых для режима «1 мкс».

В случае несоответствия форм кривых необходимо произвести регулировку потенциометром «Установка подпора», расположенным под заслонкой на лицевой панели БУ-014. Если указанным потенциометром добиться соответствия форм кривых не удастся, необходимо прибегнуть к регулировке потенциометрами «Амплитуда пилы» и «Регулировка формы», расположенными на шасси линейки коррекции.

21. Установить рассчитанные значения амплитуды кривой корректирующего напряжения в обоих режимах работы станции потенциометрами «Амплитуда коррекции 2 мкс — 1 мкс», расположенными под заслонкой на лицевой панели БУ-014, контролируя амплитуду по осциллографу, подключенному к гнезду «Сигнал коррекции». При нажатии кнопки «Контроль коррекции» стрелка прибора «Усиление» должна остановиться в синем секторе шкалы. В противном случае установить стрелку в синий сектор потенциометром «Контроль коррекции», расположенным на шасси линейки сложения.

22. Установить величину максимальной амплитуды выходного сигнала порядка 4—6 В. Для этого:

а) на направленный ответвитель волноводного тракта на ШД-014 подать с генератора высокочастотный сигнал мощностью 1 мВт, длительностью 2 мкс с частотой передатчика. Сигнал задержать на 53 мкс;

б) переключатель «АСУ—РРУ» на БУ-014 должен находиться в положении «АСУ», осциллограф подключить к гнезду «Сигнал выхода»;

в) установить переключатель «РРУ—АСУ» в положение «РРУ» и выставить уровень шумов приемника 0,3—0,5 В;

г) вынуть лампу Л22 из линейки УПЧ;

д) подключить осциллограф к гнезду «Сигнал выхода» и в обоих режимах соответствующим потенциометром «Ограничение сигнала 2 мкс — 1 мкс» добиться амплитуды выходного сигнала не более 0,5 В;

е) вставить лампу Л22 в линейку «Логарифмический УПЧ»;

ж) установить амплитуду выходного сигнала 4—6 В потенциометром «Амплитуда сигнала» на БУ-014.

23. Включить ИКО и вращение антенны. В случае излишней засветки экрана индикатора шумами произвести регулировку величины шумов потенциометром «Ограничение шумов» на шасси линейки сложения БУ-014.

21.7. Профилактика станции

Соблюдение правил технического обслуживания и своевременное выполнение профилактических мероприятий обеспечивают бесперебойность работы аппаратуры станции.

Общие указания по уходу за материальной частью станции достаточно освещены при описании профилактики станции «Метеорит-2». Поэтому в данном разделе будет описан только порядок проведения профилактических мероприятий и перечень выполняемых работ.

Ежедневные профилактические осмотры проводятся один раз в сутки обслуживающим персоналом станции. Для их выполнения необходимо произвести уборку в зале приемопередатчика и в аппаратном зале, удалить пыль и грязь с поверхности шкафов сухой мягкой тряпкой или щеткой.

Проверить исправность светового ограждения, сверить и установить часы, подготовить станцию к включению.

Еженедельные профилактические регламенты включают мероприятия ежедневные, и, кроме этого, необходимо выполнять следующее:

1. Вынуть блоки, тщательно протереть сухой мягкой тряпкой все детали, лампы, шасси.
2. Промыть спиртом высоковольтные изоляторы.
3. Осмотреть монтаж, детали и разъемы блоков. Обнаружив повреждения, произвести ремонт.
4. Проверить и отрегулировать нулевые положения стрелок измерительных приборов в обесточенном состоянии.
5. Проверить герметизацию волноводного тракта по ритмичности работы системы наддува.
6. Осмотреть влагопоглотитель, обратив внимание на изменение цвета силикагеля по сравнению с эталонным. При необходимости произвести просушку патронов в течение 4—6 ч.
7. Проверить, нет ли пробоев и треска в элементах волноводного тракта при включении передатчика. Подтянуть гайки в съемных фланцевых соединениях.
8. Проверить работоспособность станции.

Ежемесячные профилактические регламенты включают еженедельные мероприятия, и, кроме этого, необходимо выполнять следующее:

1. Проверить состояние крепежных деталей антенны и клиньев, соединяющих валы механизма вращения и механизма качания.
2. Очистить фильтры вентиляционных установок и в случае необходимости заменить смазку пылеулавливающих ячеек.
3. Очистить и отрегулировать контактные приспособления и клавишные переключатели.

4. Очистить коллекторы электродвигателей, тахогенераторов и кольца вращающихся трансформаторов тампоном из марли, смоченным спиртом.

5. Осмотреть контактные соединения разъемов и при необходимости зачистить и промыть их спиртом.

6. Осмотреть и при необходимости подтянуть контакты всех зажимов, клемм и разъемов аппаратуры. Проверить все крепежные детали аппаратуры.

7. Проверить состояние предохранителей и их соответствие номинальным величинам.

8. Проверить наработку разрядника и ЛБВ. При наработке свыше 500 ч произвести смену прибора.

9. Проверить наличие коррозии на поверхности волноводов, повреждений окрашенных поверхностей и т. п. Поврежденные поверхности промыть бензином, протереть насухо, покрыть свинцовым суриком и покрасить шаровой краской в установленный цвет.

10. Включить станцию на режим часового прогона. Если при этом выявятся какие-либо неисправности, необходимо их устранить.

11. Провести профилактику электродвигателей. Для этого после каждых 100 ч работы во время эксплуатации необходимо выполнять следующие работы:

- удалять из электродвигателей пыль продувкой пылесосом;
- проводить внешний осмотр коллекторов и в случае наличия на них грязи удалять ее тряпочкой, смоченной в бензине или спирте;
- при обнаружении подгара на коллекторе удалить его шлифовальной стеклянной шкуркой.

12. Проверить идентичность показаний стрелочных контрольно-измерительных приборов, расположенных на панели управления и контроля станции ПЧ-001.

Сезонные профилактические мероприятия включают ежедневные мероприятия, и, кроме этого, необходимо выполнять следующее:

1. Продуть пылесосом колонку антенного устройства, шкафы и блоки.

2. Проверить сопротивление изоляции обмоток электродвигателей и секций подогревателей мегомметром.

3. Не вынимая из блоков, очистить контактные кольца вращающихся трансформаторов тампоном, смоченным в спирте.

4. Проверить прибором АВО-5М1 исправность резисторов $R2-R5$ и $R7-R12$ в высоковольтном выпрямителе передатчика.

5. Смазать блок наддува в соответствии с инструкцией по смазке.

6. Доукомплектовать ЗИП расходными материалами, приборами и пр.

7. Проверить встроенные измерительные приборы на соответствие классу точности, сравнивая их показания с показаниями эталонных приборов (ежегодно).

8. Смазать подшипники электродвигателей.

9. Проверить контрольно-измерительные приборы по эталонам на проверочных пунктах палаты мер и весов или на ремонтном предприятии.

10. Залить жидкость в токосъемник согласно существующей инструкции.

Список литературы

1. Берман Я. И., Гольдин Б. М. Настройка и испытание радиолокационной аппаратуры. Л., Судпромгиз, 1962. 323 с.
2. Брандт А. А., Ржевский К. С. Техника монтажа и налаживания радиосхем. III изд. М., изд. МГУ, 1966. 445 с.
3. Вайсман Г. М., Верле Ю. С. Основы радиотехники и радиосистемы в гидрометеорологии. Л., Гидрометеониздат, 1970. 488 с.
4. Кинто А. А. и др. Системы получения и передачи метеорологической информации. Л., Гидрометеониздат, 1971. 472 с.
5. Король О. Г., Черпак Р. Д. Основы радиолокации и метеорологические радиолокационные устройства. Л., Гидрометеониздат, 1971. 333 с.
6. Руководство по производству наблюдений и применению информации с радиолокаторов МРЛ-1 и МРЛ-2. Л., Гидрометеониздат, 1974. 344 с.
7. Степаненко В. Д. Радиолокация в метеорологии. Л., Гидрометеониздат, 1973. 343 с.

Оглавление

Предисловие редакторов	3

ЧАСТЬ I

Метеорологическая радиолокационная станция «Метеорит-2»

ГЛАВА 1	
Основные сведения	5

1.1. Назначение станции	—
1.2. Технические данные	—
1.3. Блок-схема станции	6
1.4. Особенности работы станции	10

ГЛАВА 2	
Передающая система МТМ-10	12

2.1. Технические данные	—
2.2. Функциональная схема передатчика малой мощности МТМ-12	—
2.3. Функциональная схема передатчика большой мощности	13
2.4. Принципиальная схема передатчика малой мощности МТМ-12	14
2.5. Принципиальная схема передатчика большой мощности	16
2.6. Антенно-фидерная система МТМ-20	18

ГЛАВА 3	
Приемная система МТМ-30	21

3.1. Функциональная схема приемной системы	—
3.2. Принципиальная схема параметрического усилителя	29
3.3. Принципиальная схема предварительного усилителя промежуточной частоты МТМ-31	32
3.4. Принципиальная схема отдельных узлов главного усилителя	37
3.5. Принципиальная схема узлов блока формирования считаемых импульсов МТМ-33	42

ГЛАВА 4	
Система счета МТМ-40	47
4.1. Функциональная схема системы счета	—
4.2. Принципиальная схема узлов системы счета	57
ГЛАВА 5	
Система измерения дальности МТМ-50	73
5.1. Функциональная схема блока дальности МТМ-51	74
5.2. Функциональная схема блоков автосопровождения по дальности МТМ-52 и управления по дальности МТМ-53	79
5.3. Принципиальная схема узлов блока дальности МТМ-51	84
5.4. Принципиальная схема узлов блока автосопровождения по дальности МТМ-52	91
5.5. Принципиальная схема узлов блока управления по дальности МТМ-53	96
ГЛАВА 6	
Система передачи и регистрации данных МТМ-60	101
6.1. Функциональная схема передачи данных	102
6.2. Функциональная схема регистрации данных	105
6.3. Принципиальная схема узлов следящей системы передачи текущих данных	109
6.4. Принципиальная схема узлов регистратора	115
ГЛАВА 7	
Система управления антенной МТМ-70	119
7.1. Принцип автоматического сопровождения цели	—
7.2. Функциональная схема	123
7.3. Принципиальная схема узлов блоков системы управления антенной МТМ-70	130
ГЛАВА 8	
Система электропитания МТМ-80	137
8.1. Общие сведения	—
8.2. Блоки системы	138
8.3. Система блокировки станции	145

ЧАСТЬ II

Устройство автоматического съема и перфорации данных радиолокационной станции «Метеорит» «ОКА-3»

ГЛАВА 9	
Техническое описание	146
9.1. Общие сведения	—
9.2. Состав и принцип работы устройства	147
9.3. Ферриттранзисторный модуль и логические элементы	150
9.4. Функциональные узлы устройства	153
9.5. Функциональные блоки устройства	158

ГЛАВА 10

Эксплуатация станции «Метеорит-2»	166
10.1. Техника безопасности при работе на станции «Метеорит-2»	167
10.2. Включение и выключение станции	168
10.3. Контрольно-измерительная аппаратура	172
10.4. Проверка работоспособности и настройка систем и блоков станции	175
10.5. Ориентирование станции	191
10.6. Работа на станции	194
10.7. Профилактические мероприятия	198

ГЛАВА 11

Эксплуатация устройства «ОКА-3»	202
11.1. Работа с устройством	—
11.2. Контроль работы и настройка устройства	203
11.3. Подготовка и перфорация начальных и градуировочных данных	206
11.4. Контроль данных, выдаваемых устройством	207

ЧАСТЬ III

Метеорологическая радиолокационная станция МРЛ-2

ГЛАВА 12

Основные сведения	210
12.1. Основные технические данные МРЛ-2	211
12.2. Принцип работы	—
12.3. Размещение аппаратуры и ее конструкция	213

ГЛАВА 13

Антенно-волноводная система	214
13.1. Основные характеристики	—
13.2. Принцип работы	215
13.3. Принципиальная схема АВС	216

ГЛАВА 14

Передающее устройство	220
14.1. Назначение и состав	—
14.2. Принцип работы	—
14.3. Принципиальная схема передатчика	221

ГЛАВА 15

Приемное устройство	225
15.1. Техническая характеристика и состав	—
15.2. Принцип работы приемного устройства	226
15.3. Принципиальная схема приемного устройства	231

ГЛАВА 16

Измеритель коэффициента шума	257
16.1. Общие сведения	—
16.2. Принцип работы	—
16.3. Принципиальная схема	259

ГЛАВА 17

Пульт метеоролога (ПИ-001)	265
Индикатор кругового обзора БИ-003	266
17.1. Общие сведения	—
17.2. Принцип работы	—
17.3. Функциональная схема	269
Индикатор дальность — высота БИ-004	274
17.4. Общие сведения	—
17.5. Принцип работы	275
17.6. Функциональная схема	277
17.7. Следящие системы индикации положения антенны по азимуту и углу места	286

ГЛАВА 18

Линейка запуска и устройство «Изоэхо»	290
18.1. Линейка запуска	—
18.2. Устройство «Изоэхо»	293
18.3. Линейка датчика развертывающих напряжений	296

ГЛАВА 19

Электропривод антенной системы	301
19.1. Общие сведения	—
19.2. Принцип действия	302
19.3. Устройство электропривода	306

ГЛАВА 20

Система электропитания	317
20.1. Общие сведения	—
20.2. Электроснабжение	318
20.3. Источники питания	323

ГЛАВА 21

Эксплуатация станции	328
21.1. Указания по технике безопасности при работе на станции	—
21.2. Контрольно-измерительная аппаратура	329
21.3. Включение и выключение станции	330
21.4. Проверка работоспособности станции в режиме «Настройка»	337
21.5. Проверка работоспособности станции в режиме «Работа»	342
21.6. Настройка аппаратуры станции	346
21.7. Профилактика станции	360

Список литературы	363

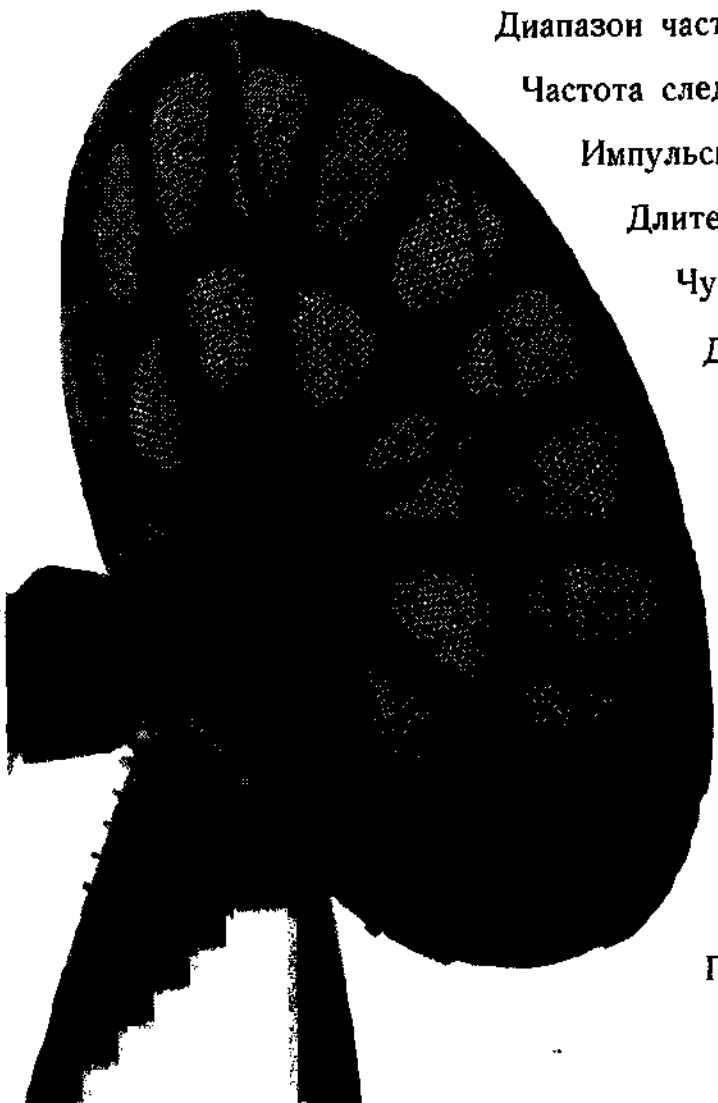
НИКОЛАЙ ПЕТРОВИЧ БЕЛОВ

Метеорологические радиолокационные станции

Редактор Г. И. Слабкович. Художник Б. Н. Быков. Худож. редактор В. А. Баканов.
Технич. редактор В. Н. Семенова. Корректор Г. Н. Ремайт.

Сдано в набор 19/1 1976 г. Подписано к печати 31/V 1976 г. М-19727. Формат 60×90^{1/4}.
Бумага типогр. № 1. Печ. л. 23,5 (в т. ч. 1 вкл.). Уч.-изд. л. 24,07. Тираж 4000 экз. Индекс
МЛ-34. Заказ 362. Цена 95 коп. Гидрометеоиздат. 199053, Ленинград, 2-я линия, 23.

Ленинградская типография № 4 Союзполиграфпрома при Государственном комитете Со-
вета Министров СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли, 196126,
Ленинград, Ф-126, Социалистическая ул., 14.



Диапазон частот — 1772,5 — 1792,5 МГц.

Частота следования зондирующих импульсов — 416 имп/с.

Импульсная мощность передатчика — 200 кВт.

Длительность импульса передатчика — 1,5 мкс.

Чувствительность приемной системы — $5 \cdot 10^{-14}$ Вт.

Диаметр параболоида — 2,5 м.

Ширина диаграммы направленности
по половинному спаду мощности — $5 \pm 1,0^\circ$.

Дальность автоматического сопровождения
стандартной радиопилотной мишени № 3
со стороны основания уголка 500 мм — 60 км.

Дальность автоматического сопровождения
радиозонда с регистрацией координат
и метеоданных — 250 км.

Частота конического развертывания
луча диаграммы направленности — 24 Гц.

Напряжение питания — 220 В, 400 Гц.

Потребляемая мощность — 9 кВт.

Мощность в импульсе передатчика — 210 кВт.

Длительность импульса — 1 и 2 мкс.

Частота следования импульсов — 600 и 300 Гц.

Ширина диаграммы направленности на уровне
 $0,707 I_{\text{макс}}$ — 44° .

Диаметр зеркала антенны — 3 м.

Чувствительность приемоиндикаторного
устройства — не хуже — 132 дБ
относительно 1 Вт.

Типы индикаторов — ИДА, ИКО, ИДВ.

Общий вес аппаратуры — не более 10000 кг.

Питающее напряжение трехфазное — 3 N~50 Гц,
380 В; 3N~400 Гц, 220 В.

Потребляемая мощность — от сети 400 Гц
не более 10 кВт, от сети 50 Гц не более 18 кВт.

