

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

*УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КАБИНЕТ
ПО СРЕДНЕМУ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБРАЗОВАНИЮ*

А. А. Ефимов

**ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ
АЭРОЛОГИЧЕСКОГО
ИНФОРМАЦИОННО-
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО
КОМПЛЕКСА АВК-1**



МОСКВА · ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ — 1989

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

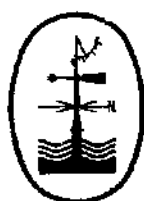
УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КАБИНЕТ
ПО СРЕДНЕМУ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

А. А. Ефимов

ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ
АЭРОЛОГИЧЕСКОГО
ИНФОРМАЦИОННО-
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО
КОМПЛЕКСА АВК-1

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО ПРЕДМЕТУ
«РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СТАНЦИИ»

Специальность 0716 — Гидрометеорологические
радиолокационные
устройства



МОСКВА · МОСКОВСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ ГИДРОМЕТЕОИЗДАТА — 1989

МГМТ

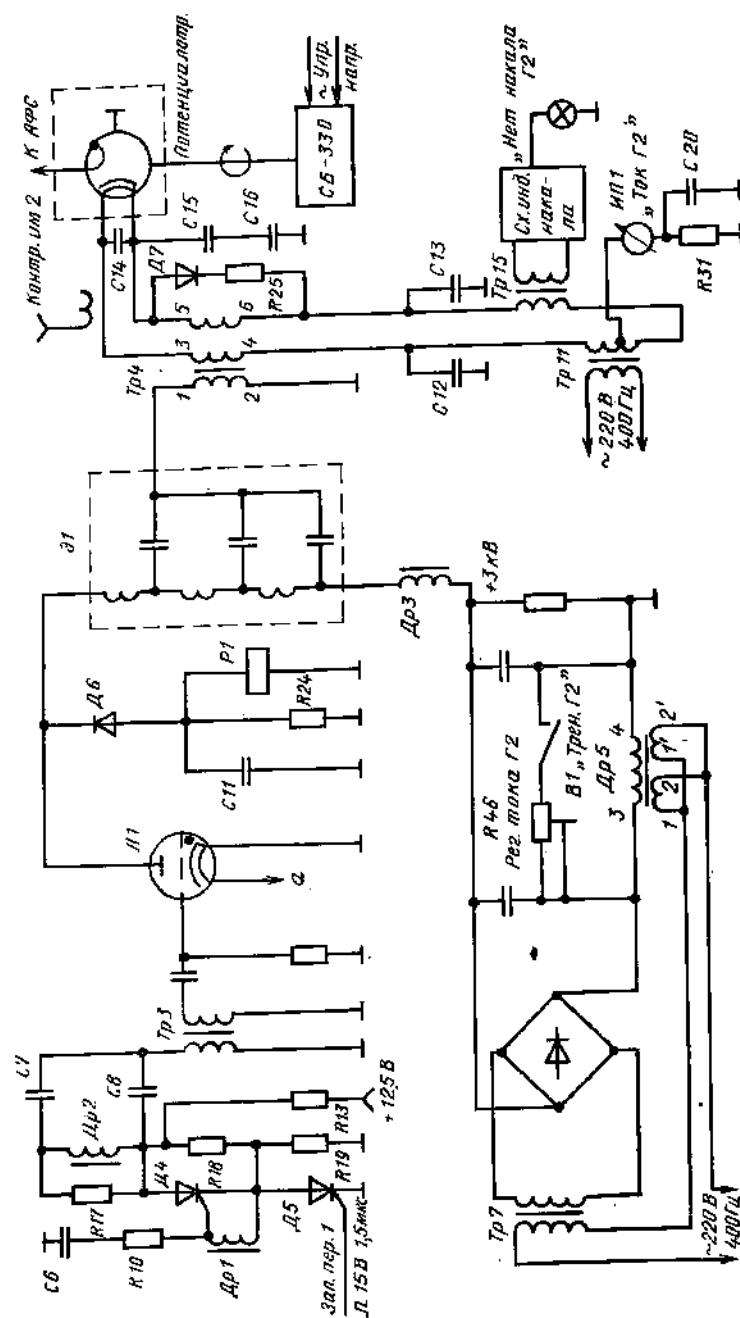


Рис. 2.1. Упрощенная принципиальная схема передатчика большой мощности

обмотку импульсного трансформатора Tr4. При этом во вторичных обмотках 3-4 и 5-6 возникает модулирующий импульс напряжения отрицательной полярности с амплитудой 25-30 кВ, который подается на катод генераторной части потенциалотрона. Генератор вырабатывает СВЧ-импульс электромагнитной энергии, поступающий в АФС. Подбором конденсаторов C15, C16 устанавливается необходимая крутизна фронта модулирующего импульса 50-70 кВ/мкс. При этой крутизне будет устойчивое возбуждение генератора и не возникнут перескоки генератора на другую частоту.

Напряжение накала генератора потенциалотрона подается с накаливаемого трансформатора Tr II. Питание накала осуществляется через параллельные витки 3-4 и 5-6 импульсного трансформатора Tr4, выводы которых со стороны накаливаемого трансформатора через конденсаторы C12 и C13 по высокой частоте заземлены. Это позволяет использовать трансформатор накала без высоковольтной изоляции. Для контроля накала и отключения высокого напряжения используется схема индикации накала, которая включается в цепь накала при помощи трансформатора Tr15. Если пропадает накал, снимается высокое напряжение и загорается лампочка "Нет накала Г2", расположенная на передней панели блока передатчика.

Цепочка, состоящая из диода Д7 и резистора R25, гасит положительные выбросы модулирующего напряжения.

Для защиты элементов модулятора от перенапряжений, в случае рассогласования выхода модулятора с нагрузкой, к линии формирования через диод Д6 подключена обмотка реле Р1, отключающего источник высокого напряжения 3 кВ.

Регулировка тока генераторной части потенциалотрона производится изменением напряжения источника заряда линии формирования ЗЛ. Регулировка производится только в режиме тренировки генератора после смены потенциалотрона, при этом переключатель В1 "Тренировка Г2" устанавливается в положение "Включено". Во время тренировки генератор некоторое время должен работать при пониженных токах, что достигается уменьшением напряжения источника зарядной линии. Изменение напряжения производится с помощью индукционного регулятора Др5. Изменяя величину постоянного тока, протекающего в обмотках 3-4 Др5, можно получить изменение напряжения в обмотках 1-2 Др5, которые включены последовательно с первичной обмоткой сетевого трансформатора Tr7. Поэтому напряжение на первичной обмотке Tr7 будет зависеть от тока в обмотке 3-4 Др5 и будет тем больше, чем больше этот ток. Подключая параллельно обмотке 3-4 Др5 цепь с потенциометром R46 "Регулировка тока Г2", уменьшают ток, протекающий в обмотке 3-4 Др5, пропорционально величине сопротивления R46.

В рабочем режиме, когда В1 отключен, ток генератора потенциотрона будет максимальный и не регулируется.

Среднее значение тока генератора контролируется по прибору ИП1 "Ток Г2", включенному последовательно с фильтрующей цепочкой С20, К31 в цепь накала. В точке подключения прибора действует небольшая часть модулирующего напряжения СВЧ-генератора.

Частота генератора потенциотрона перестраивается путем вращения вала механической регулировки частоты. Вращение передается из субблока СБ-330. СБ-330 представляет собой механизм, который при помощи исполнительного двигателя преобразует управляющее напряжение во вращение.

Для уменьшения начального тока накала тиратрона Л1 напряжение накала подается двумя ступенями: при включении передатчика на тиратрон подается пониженное напряжение накала, через 3-5с после включения - номинальное.

Уменьшение напряжения накала достигается включением последовательно с первичной обмоткой накального трансформатора Тр14 (рис.2.2.) добавочного сопротивления К76 с помощью схемы ограничения пускового тока.

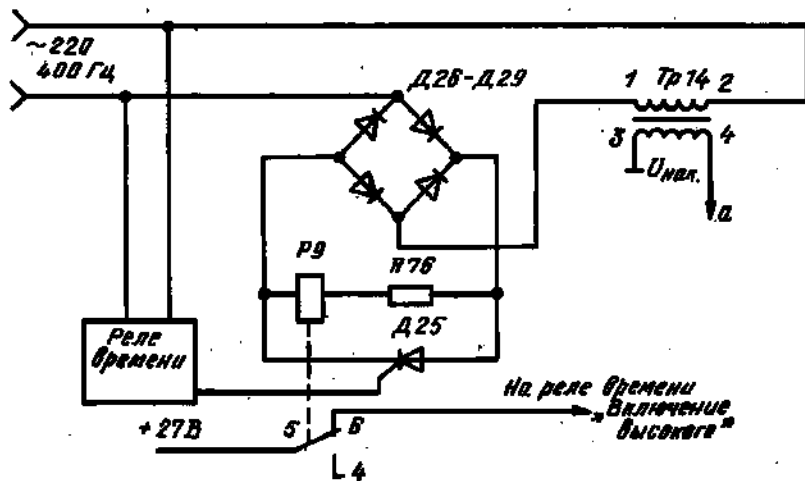


Рис. 2.2. Схема включения накала тиратрона модулятора

Ограничитель пускового тока состоит из двухполупериодного выпрямителя Д26-Д29, реле времени на 3-5 с, тиристорного коммутатора Д25.

При включении передатчика напряжение сети 220 В 400 Гц подается на реле времени и на обмотку 1-2 Тр14. Последовательно с обмоткой 1-2 включены диодный мост Д26-29, обмотка реле Р9 и резистор К76. В это время с обмотки 3-4 Тр14 в накальную цепь тиратрона поступает пониженное напряжение. Через 3-5 с сработает реле времени и откроет тиристор Д25, который залунтирует цепочку К76-Р9, и напряжение накала повысится. Реле Р9 разрешает включение высокого напряжения передатчика только после разогрева тиратрона.

2.3. Передатчик малой мощности (передатчик I)

Упрощенная принципиальная схема передатчика малой мощности представлена на рис. 2.3. Передатчик I состоит из модулятора и генератора СВЧ на малоомощном магнетроне Л2. В модулятор входят уси-

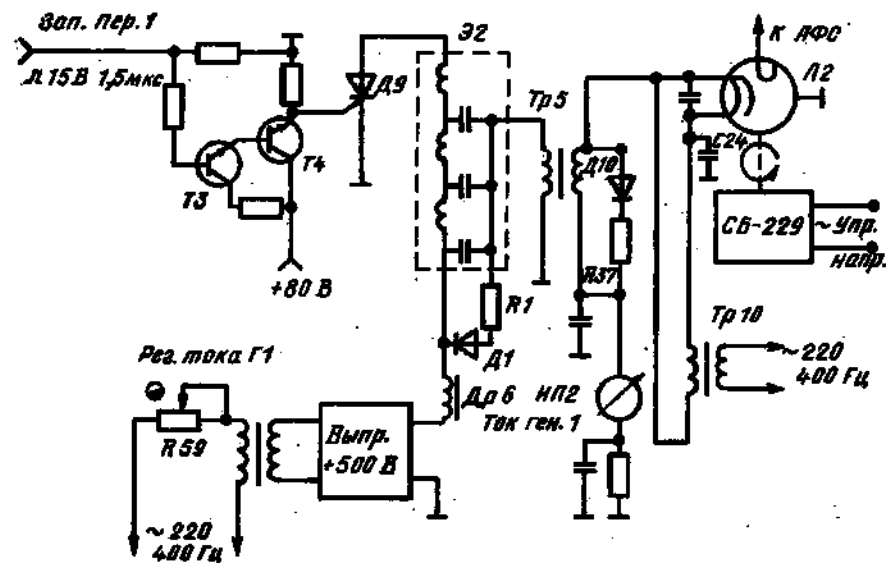


Рис. 2.3. Упрощенная принципиальная схема передатчика малой мощности.

лителя Т3, Т4; тиристорный коммутатор Д9, линия формирования З2, импульсный трансформатор Тр5 и источники питания +80 В и +500 В.

Работ а с х е м ы. В промежутках между импульсами запуска линия формирования З2 заряжается от выпрямителя +500 В через дроссель Др6 до напряжения 850-870 В. Поступивший импульс запуска

после усиления в однокаскадном усилителе на составном транзисторе Т4, Т3 открывает тиристор Д9. Происходит разряд линии формирования через тиристор и первичную обмотку импульсного трансформатора. Со вторичной обмотки трансформатора напряжение подается на катод магнетрона Л2.

Для уменьшения послеимпульсного положительного всплеска напряжения на трансформаторе Тр5 параллельно вторичной обмотке включены диод Д10 и резистор R37. Конденсатор С24 корректирует длительность фронта модулирующего импульса напряжения на катоде магнетрона. Защита элементов модулятора от перенапряжений, возникающих при рассогласовании модулятора с нагрузкой, осуществляется цепочкой Д1, R1.

Напряжение накала на магнетрон подается через высоковольтный трансформатор Тр10. Поскольку катод магнетрона Л2 соединен с выводом накального трансформатора, вторичная обмотка Тр10 находится под импульсным напряжением, действующим на катоде магнетрона. Это обстоятельство требует применения высоковольтного накального трансформатора.

Регулировка тока магнетрона производится изменением напряжения источника заряда линии формирования З2. Изменение осуществляется резистором R59 "Регулировка тока Г1". Так же как в передатчике 2, уменьшение тока производится в режиме тренировки магнетрона после замены магнетрона. В рабочем режиме ток устанавливается максимальный.

Среднее значение тока магнетрона контролируется по прибору ИР2 "Ток генератора Г".

Частота генератора СВЧ перестраивается путем вращения ручки настройки магнетрона. Вращение передается из субблока СВ-229.

2.4. Механизм перестройки частоты передатчика

Механизмы перестройки частоты передатчика 1 (СВ-229) и передатчика 2 (СВ-330) имеют одинаковые конструкции и электрические схемы. Отличие заключается только в коэффициентах редукции.

Принципиальная схема механизма перестройки представлена на рис. 2.4.

Механизм содержит:

реверсивный двигатель;
редуктор с коэффициентом замедления $i : 700$ (СВ-229), $i : 500$ (СВ-330);

концевые переключатели, ограничивающие диапазон перестройки;
потенциометр, служащий датчиком положения выходной оси.

Основой механизма перестройки является литой корпус. Внутри корпуса находится редуктор. Снаружи корпуса установлены потенциометр R1, кулачковый механизм с микропереключателями В1, В2, электро-

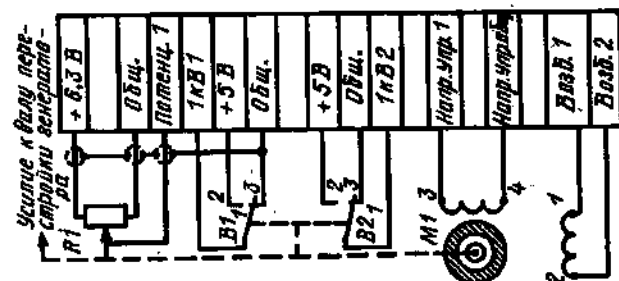


Рис. 2.4. Электрическая схема перестройки частоты магнетронного генератора

двигатель М1. Выходной вал, ось потенциометра, кулачок и ротор двигателя связаны кинематически через редуктор.

2.5. Схема управления реверсом исполнительного двигателя механизма перестройки

Схема управления реверсом исполнительного двигателя для одного механизма перестройки приведена на рис. 2.5. Для второго механизма схема управления будет идентичная.

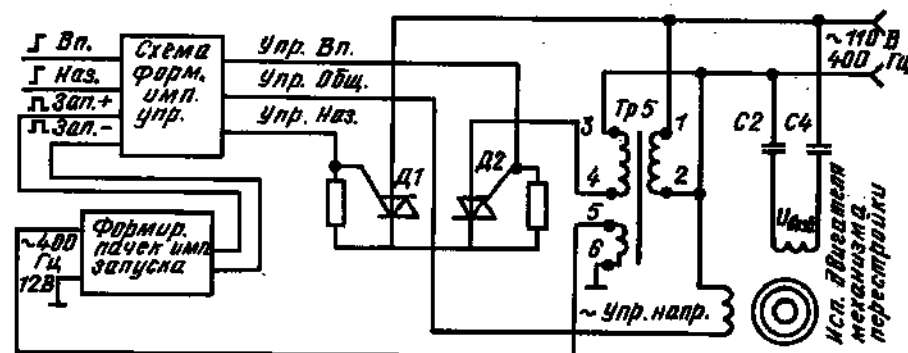


Рис. 2.5. Схема управления реверсом исполнительного двигателя механизма перестройки частоты магнетронного генератора

Реверс двигателя осуществляется путем смены фаз питающего напряжения 110 В 400 Гц в управляющей обмотке на 180° . Переключение фаз осуществляется симисторами Д1, Д2.

Симистор прямой фазы Д1 подключает напряжение 110 В 400 Гц к цепи управляющей обмотки двигателя. В качестве вторичного источника напряжения обратной фазы используется фазоинвертирующий трансформатор Тр5, первичная обмотка (1-2) которого включена в цепь прямой

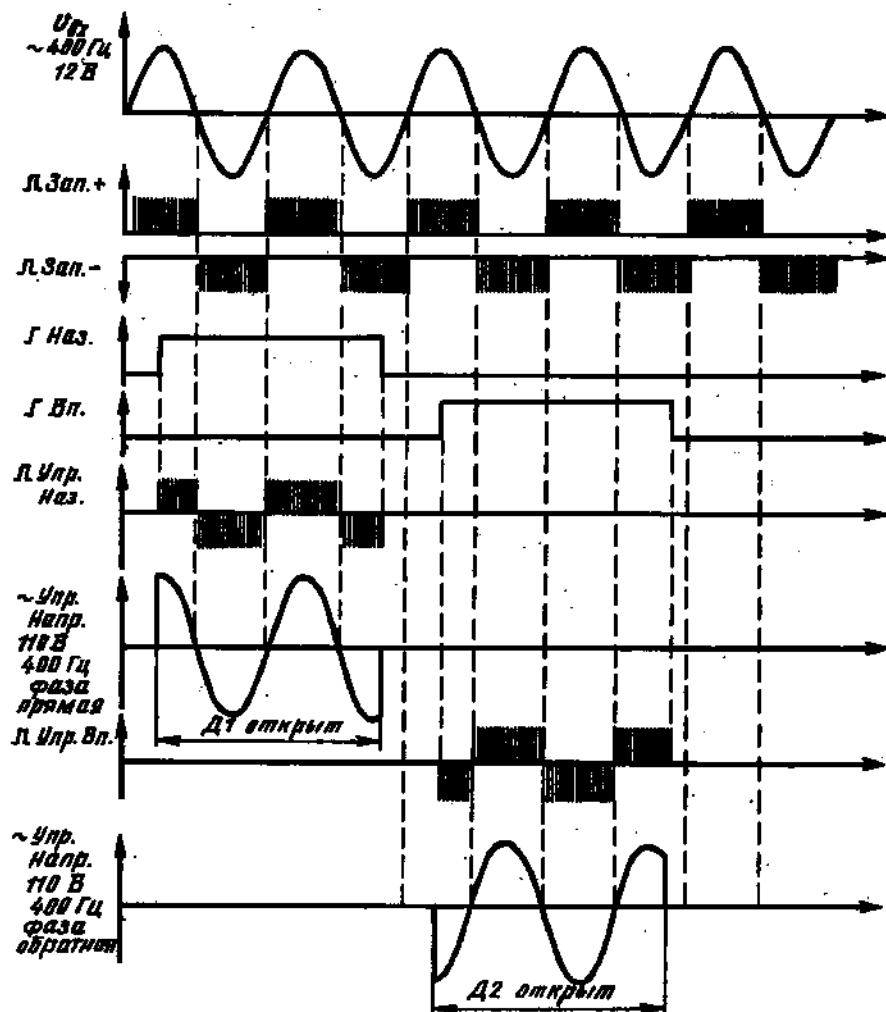


Рис. 2.6. Диаграммы работы схемы управления реверсом исполнительного двигателя механизма перестройки

фазы напряжения 110 В 400 Гц. Симистор обратной фазы Д2 подключает вторичную обмотку (3-4) к цепи управляющей обмотки двигателя. Напряжение возбуждения двигателя подается постоянно через конденсаторы С2, С4.

Схема управления симисторами состоит из формирователя импульсов управления и формирователя пачек импульсов запуска, который вырабатывает пачки положительных и отрицательных импульсов. В качестве импульсов запуска на схему формирования пачек импульсов с обмотки 5-6 поступают волны напряжения 12 В 400 Гц, синхронизированные с полярностью управляющего напряжения 400 Гц (рис. 2.6). На выходе схемы пачки импульсов "Л.Зап.+" соответствуют положительной полуволне напряжения 400 Гц, а пачки импульсов "Л.Зап.-" - отрицательной полуволне. Частота повторения импульсов запуска внутри пачки около 10 кГц, амплитуда соответствует логическому уровню.

Для отпирания симистора, работающего в цепи переменного тока, необходимо в моменты действия между анодом и катодом положительного напряжения на управляющий электрод подавать импульсы положительной полярности, а в моменты действия отрицательного напряжения - импульсы отрицательной полярности.

Схема формирования импульсов управления объединяет входные импульсы "Л.Зап.+", "Л.Зап.-" на выходах "Упр.Вп." или "Упр.Наз." (рис. 2.5.) при поступлении высокого уровня соответственно сигнала "Г.Вп" или сигнала "Г.Наз." Это приводит к отпиранию симистора Д2 или Д1. Причем, так как на симисторе Д2 будет действовать напряжение 110 В 400 Гц обратной фазы, импульсы "Зап.+" и "Зап.-" объединяются на входе "Упр.Вп." с предварительной инверсией.

2.6. Структурная схема передающей системы

Структурная схема передающей системы представлена на рис. 2.7. Вся аппаратура передающей системы размещена в трех блоках. В блоке Щ-II находятся: подмодулятор, состоящий из усилителя и блокинг-генератора, передатчик 1, передатчик 2. В блоках Щ-31 и Щ-34, относящихся к приемной системе, находятся субблоки системы автоматической подстройки частоты передатчиков.

В блок Щ-II импульсы запуска поступают из системы определения координат. В подмодуляторе они усиливаются и формируются по длительности.

Переключение передатчиков производится путем переключения импульсов запуска с подмодулятора контактами реле Р11, когда установлена или снята команда "+ 27 В Вкл.

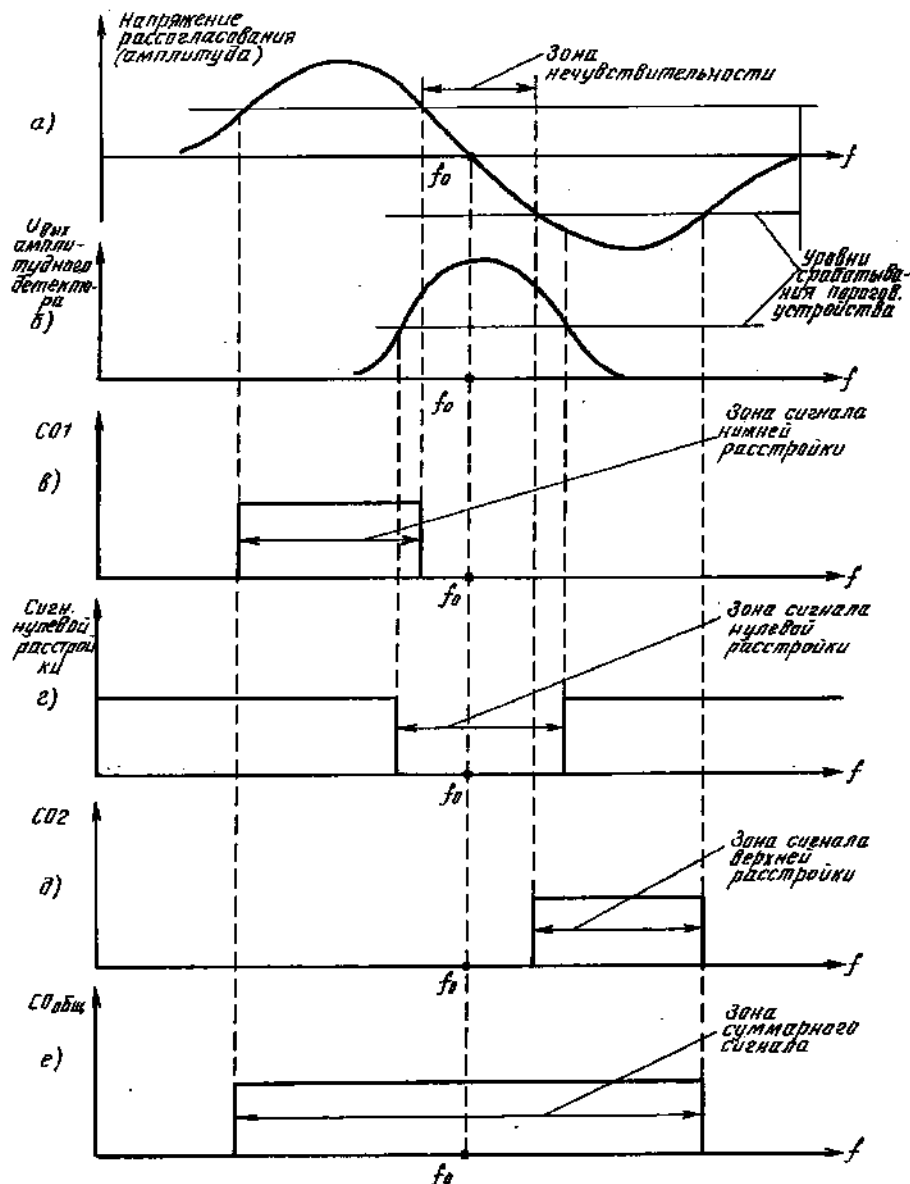


Рис. 2.8. Диаграммы работы системы АПЧП

тоже передаются по двум независимым линиям и соответствуют нижней и верхней расстройке промежуточной частоты.

К контуру дискриминатора подключен амплитудный детектор нулевой

расстройки частоты, с его выхода снимается сигнал при малых (близких к нулю) величинах расстройки в системе АПЧП, когда напряжение рассогласования дискриминатора равно нулю и сигналы верхней и нижней расстройки отсутствуют.

Так как несущая частота передатчика ($f_{\text{перед}}$), при которой радиозонд наилучшим образом реагирует на запросный сигнал, для различных радиозондов может отличаться от значения несущей частоты излучения радиозонда ($f_{\text{радиоз}}$), предусмотрена регулировка центральной частоты дискриминатора с помощью напряжения сдвига, поступающего с переключателя "Сдвиг Пер. МГц" пульта оператора. Таким образом обеспечивается настройка частоты передатчика на частоту максимальной чувствительности радиозонда к сигналу запроса в пределах ($f_{\text{перед}} - 5 \text{ МГц}$) + ($f_{\text{перед}} + 5 \text{ МГц}$) с дискретностью 1 МГц, где $f_{\text{перед}} = f_{\text{радиоз}}$, и отслеживание частоты передатчика за частотой радиозонда в системе АПЧП осуществляется с постоянным сдвигом. Установка сдвига производится оператором визуально по максимальной длительности ответной паузы на экране индикатора дальности.

Преобразователь напряжения сигнала ошибки формирует три сигнала логического уровня (рис. 2.8): CO1 - сигнал ошибки нижней расстройки, который имеет уровень логической единицы при $f_{\text{перед}} \pm F_{\text{сдвига}} < f_{\text{радиоз}}$; CO2 - сигнал ошибки верхней расстройки, который имеет уровень логической единицы при $f_{\text{перед}} \pm F_{\text{сдвига}} > f_{\text{радиоз}}$; CO общ - сигнал ошибки общий, обеспечивает пере-

ключение режимов "Поиск", "Слежение" и образуется путем сложения сигналов CO1, CO2 с сигналом нулевой настройки (ограниченный сигнал U вых. ампл. детектора). В автоматическом режиме подстройки частоты передатчика сигналы CO1, CO2, CO общ обеспечивают работу схемы управления слежением и поиском, которая вырабатывает две команды управления: "Вп." (вперед) и "Наз." (назад). Эти команды через схему переключения сигналов управления подаются в устройство управления механизмами перестройки частоты генераторов СВЧ.

В качестве исполнительных двигателей в механизмах перестройки используются асинхронные двигатели, поэтому в устройстве управления механизмами логические сигналы команд "Вп.", "Наз." управляют переменным напряжением 110 В 400 Гц, меняя его фазу, что обеспечивает реверс двигателей и изменение направления перестройки частоты передатчиков. Пока действует одна из команд "Вп." или "Наз.", происходит плавное изменение частоты включенного передатчика.

Если переключатель I-ABT-2 пульта оператора стоит в положении I или 2, подстройка частоты передатчиков производится вручную, при этом в схему управления слежением и поиском подается команда "ПЧП", блокируя поступление со схемы команд "Вп.", "Наз.", а управление исполнительным двигателем в механизме перестройки работающего передатчика осуществляется с пульта оператора при нажатии кнопок ">", "<". В соответствии с этим в схему переключения будут поступать команды либо " f пер. Больше", либо " f пер. Меньше", вызывающие действие, равное действию команд "Вп.", "Наз."

Система АПЧП работает в режимах "Поиск" и "Слежение". При величине расстройки частоты передатчика относительно частоты гетеродина СВЧ, превышающей полосу пропускания дискриминатора (25 ± 80 МГц), система АПЧП работает в режиме "Поиск". При снижении величины расстройки в пределах полосы пропускания дискриминатора, когда возникает сигнал СО общ., система АПЧП переходит в режим "Слежение".

В режиме "Поиск" происходит перестройка частоты генератора передатчика в обе стороны от центральной частоты дискриминатора.

Направление перестройки частоты и границы перестройки определяются сигналами концевых переключателей КВ1, КВ2 — для передатчика 1,

2КВ1, 2КВ2 — для передатчика 2. Эти сигналы поступают в схему коммутаторов концевых выключателей, которая объединяет сигналы работающего и неработающего передатчиков, и далее в схему управления слежением и поиском. Возникновение сигналов КВ1, КВ2 приводит к смене команд "Вп.", "Наз.", а на пульте оператора загораются соответствующие лампочки ограничения перестройки частоты генератора выключенного передатчика.

В состав системы АПЧП входит схема согласования по положению механизмов перестройки частоты выключенного и включенного СВЧ-генераторов, обеспечивая уменьшение времени настройки включаемого генератора при переключении передатчиков в процессе зондирования. Схема содержит датчики положения механизмов, размещенные в механизмах перестройки, и формирователь сигнала ошибки по положению.

Выходные напряжения с потенциометров датчиков положения "Потенц.1" и "Потенц.2" (рис.2.7) поступают на схему сравнения формирователя сигнала ошибки по положению. При равенстве напряжений "Потенц.1" и "Потенц.2" выходное напряжение схемы сравнения равно нулю. При наличии разбаланса напряжений выходное напряжение схемы сравнения будет положительным или отрицательным в зависимости от знака разбаланса. Выходное напряжение схемы сравнения преобразуется

в логическое напряжение СОГЛ 1, СОГЛ 2 и через схему переключения сигналов управления подается на устройство управления механизмом неработающего генератора. При этом будет обеспечиваться согласование выходного вала механизма перестройки частоты неработающего генератора с положением вала механизма работающего (включенного) генератора.

3. АНТЕННО-ФИДЕРНАЯ СИСТЕМА (АФС)

3.1. Назначение и состав, принцип работы

Антенно-фидерная система предназначена для передачи электромагнитной энергии, генерируемой передатчиками, к антенне, для излучения ее в пространство узким направленным сканирующим лучом, для приема высокочастотного сигнала радиовонда и передачи его на вход приемной системы, а также для контроля приемной системы. Структурная схема приведена на рис. 3.1.

АФС состоит из двух трактов: основного, соединяющего выход потенциалотрона с излучателем антенны, и тракта маломощного передатчика, соединяющего генератор передатчика I с основным трактом. В основной тракт входят: ответвитель части мощности зондирующего импульса в измерительные схемы (СБ-225); СВЧ-генератор ИСРЗ (СБТ-227); СВЧ-переключатель (СБ-201); эквивалент антенны, антенная колонка. В тракт маломощного передатчика входят: распределитель сигналов (СБ-205); циркулятор (СБ-221); субблок, в котором осуществляется связь с основным трактом (СБТ-226).

Антенно-фидерная система работает следующим образом. При работе АФС на передачу СВЧ-сигнала передатчика I сигнал от передатчика I поступает через распределитель сигналов в циркулятор. В распределителе сигналов происходит ответвление части СВЧ-энергии на смеситель системы АПЧП и в волномер для контроля несущей частоты. Циркулятор предназначен для изменения уровня мощности сигнала передатчика I, поступающего в антенну. В зависимости от направления магнитного поля, создаваемого электромагнитом, сигнал поступает в субблок СБТ-226 либо через правое плечо циркуляра, либо через левое. Через левое плечо сигнал проходит без ослабления, через правое плечо сигнал проходит с ослаблением на 12 дБ. Ослабление происходит в результате поглощения части мощности сигнала в нагрузочном сопротивлении циркулятора. Так как в элементе связи субблока СБТ-226 при переходе сигнала в основной тракт существует постоянное ослабление мощности на

кусируется им и концентрируется в антенной головке. Далее СВЧ-сигнал радиоволна через основной фидерный тракт поступает на вход приемной части потенциалотрона. Функция переключателя, подключающего основной фидерный тракт ко входу приемной части потенциалотрона или к выходу генераторной части потенциалотрона, выполняет сам потенциалотрон.

Субблок СБ-207 предназначен для создания и передачи в АЭС шумовых СВЧ-посылок, используемых для проверки чувствительности приемной системы. Субблок включает генератор шума, выключатель, отключающий цепь шумового генератора от основного тракта, и фидерную секцию с элементом связи, через которую шумовой сигнал поступает в АЭС.

3.2. Субблоки и узлы АЭС

Субблок СБ-205 представляет собой распределитель сигналов СВЧ и предназначен для отбора части мощности СВЧ-сигналов передатчиков I и 2, которая используется для контроля частоты и передается в систему АПЧП. Конструктивно СБ-205 представляет собой высокочастотный узел, выполненный на симметричной полосковой линии с воздушным заполнением и двойной печатью.

Полосковая линия изготавливается из двухстороннего фольгированного стеклотекстолита путем травления. После травления с одной и другой стороны стеклотекстолитовой платы остаются проводящие полоски. Плата помещается в латунный посеребренный замкнутый плоский корпус. Между внутренней стенкой корпуса и поверхностью платы образуется воздушный зазор 3-8 мм (рис.3.2). Для

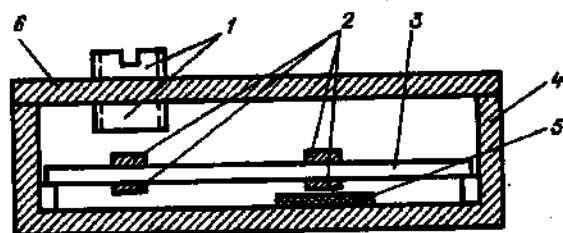


Рис. 3.2. Конструкция полосковой линии:
1 - регулировочный винт, 2 - полосковые линии, 3 - стеклотекстолитовая плата, 4 - корпус, 5 - ферритовая накладка, 6 - верхняя крышка корпуса

ослабления сигнала, проходящего по полосковой линии, применяются проходные аттенуаторы в виде продольных ферритовых накладок к внут-

ренним стенкам корпуса, расположенных над полоском. В качестве настраиваемых аттенуаторов и регулируемых реактивностей используются регулировочные винты. Глубина погружения в зависимости от выбора места установки винта может устанавливать амплитуду сигнала или изменять вносимое реактивное сопротивление, используемое для уменьшения отражений в тракте.

На рис.3.3 показан вид сверху на субблок СБ-205 со снятой верхней крышкой корпуса. В состав СБ-205 входят коаксиально-полосковые переходы I, основная полосковая линия IO, петлевой направленный ответвитель 9, нагрузка полосковая 8, полосковые линии 2, 5, II, развязанные с основной полосковой линией, проходной аттенуатор 6 и регулировочные винты 4, 12.

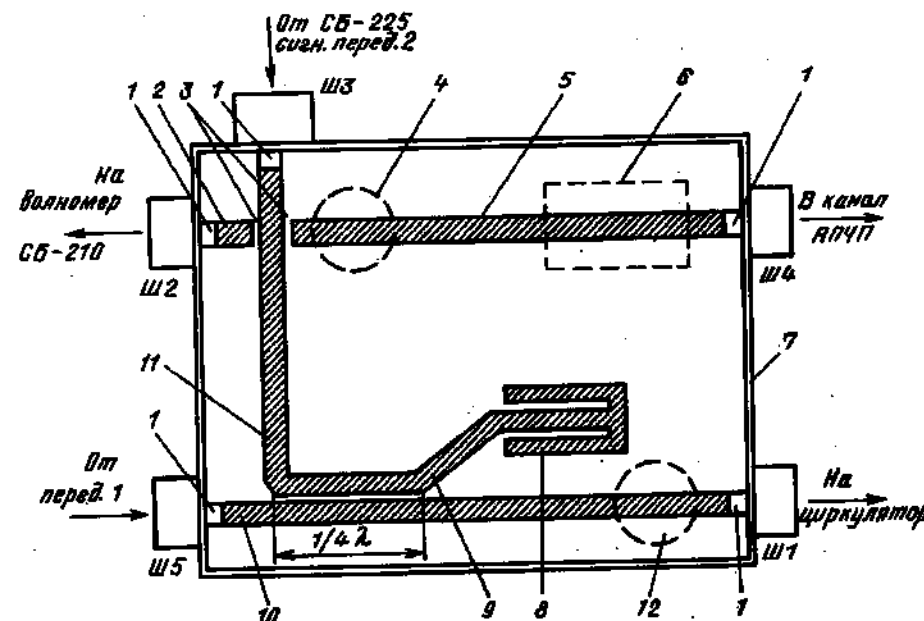


Рис. 3.3. Конструкция субблока СБ-205:

I - коаксиально-полосковый переход, 2, IO, II - полосковые линии, 3 - емкостный зазор, 4 - регулировочный винт, 5 - основная полосковая линия, 6 - проходной аттенуатор, 7 - корпус, 8 - полосковая нагрузка, 9 - направленный ответвитель, 12 - регулировочный винт

Связь основной линии IO с развязанной линией II осуществляется через петлевой направленный ответвитель 9. Петлевой направленный ответвитель представляет собой участок длиной четверть длины волны,

где основная линия IО и развязанная линия II расположены параллельно друг другу с небольшим зазором. Связь развязанных линий 2, 5 с линией II осуществлена через емкостные зазоры 3.

При работе передатчика I СВЧ-сигнал по гибкому фидеру поступает на разъем III (рис. 3.3) и через коаксиально-полосковые переходы I и основную полосковую линию IО поступает на разъем III. С разъема III СВЧ-сигнал проходит к циркулятору. Часть мощности передатчика I ответвляется в направленном ответвителе 9 и по развязанной линии II поступает на разъем III. Часть мощности, проходящей по линии II, через емкостные зазоры 3 ответвляется в развязанные линии 2, 5. Из развязанной линии 2 СВЧ-сигнал через коаксиально-полосковый переход I поступает на разъем II2 и далее на волномер СВ-2Ю. СВЧ-сигнал в линии 5 изменяется по амплитуде регулировочным винтом 4 и через проходной attenuator 6 и коаксиально-полосковый переход I поступает на разъем III4 и далее в канал АПЧП. При работе передатчика 2 СВЧ-сигнал передатчика 2 поступает от СВ-225 на разъем III3 и, пройдя через линию II, поглощается в полосковой нагрузке 8. Часть мощности передатчика 2 ответвляется в линии 2, 5 и поступает далее на контроль частоты передатчика 2 и в канал АПЧП.

Субблок СВ-221 представляет собой классический Y-циркулятор с электромагнитным управлением направления циркуляции. На рис. 3.4 показан его вид сбоку и сверху. Циркулятор состоит из двух электромагнитов со стальными сердечниками, между которыми помещается Y-образная полосковая линия 5. Для усиления воздействия магнитного поля с обеих сторон линии устанавливаются дисковые ферритовые вкладыши 3, концентрирующие магнитный поток.

Сигнал на циркулятор поступает от субблока СВ-205 по фидерному кабелю на разъем III2. В режиме ослабления мощности передатчика I на 12 дБ энергия от разъема III2 направляется по полосковой линии 5 к разъему III и далее по фидерному кабелю к субблоку СВТ-226. В режиме ослабления мощности передатчика I на 24 дБ меняется направление магнитного поля и энергия от разъема III2 направляется к разъему III3. К разъему III3 присоединена нагрузка с КСВ, равным приблизительно 1,5. За счет отражения от нагрузки часть энергии, ослабленная приблизительно на 12 дБ, поступает от разъема III3 к разъему III2. Управление направлением магнитного поля осуществляется изменением направления тока в электромагнитах посредством команды "+27 В 24 дБ", подаваемой на источник тока (рис. 3.1).

Субблок СВТ-226 предназначен для связи передатчика I на уровне 12,5 дБ с основным трактом и для отвода части мощности передатчиков I и 2 к разъему III3 и от него - к диодной головке.

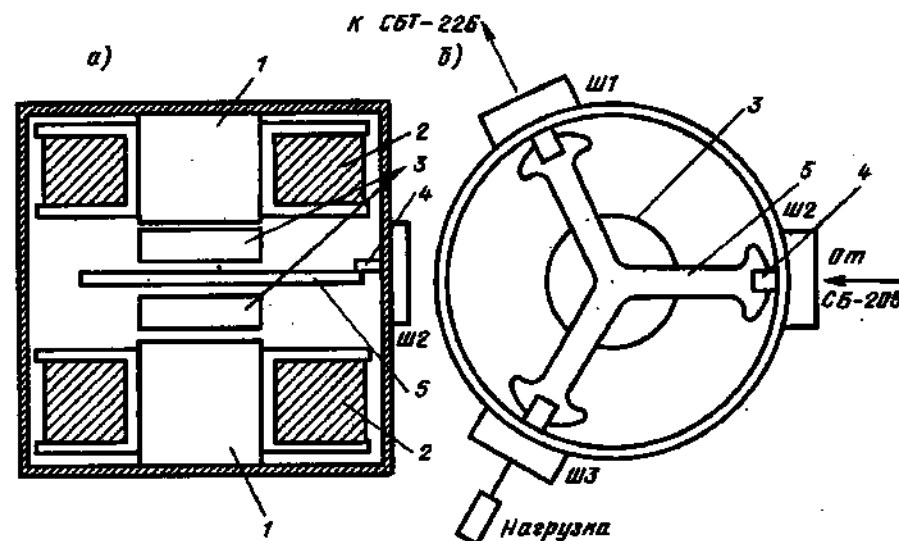


Рис. 3.4. Конструкция циркулятора СВ-221: а - вид на циркулятор в разрезе, б - вид на циркулятор со снятым верхним электромагнитом и вкладышем; 1 - сердечник электромагнита, 2 - обмотка электромагнита, 3 - ферритовый вкладыш, 4 - коаксиально-полосковый переход, 5 - Y-образный полосок

Субблок СВТ-226 (рис. 3.5) представляет собой высокочастотный коаксиально-полосковый узел, имеющий в своем составе два основных элемента: секцию I жесткого коаксиального фидера, являющегося частью основного тракта, и высокочастотную полосковую схему 2, выполненную на симметричной полосковой линии с воздушным заполнением и двойной печатью.

Полосковая схема состоит из коаксиально-полоскового перехода; основной полосковой линии 6, нагруженной на согласованную полосковую нагрузку 5; дополнительной полосковой линии 3, связанной с основной четвертьволновой петлей связи; согласованной нагрузки 4 полосковой линии 3.

Коаксиально-полосковый переход представляет собой четвертьволновую полосковую петлю связи, погруженную во внутреннюю полость

Работа субблока происходит следующим образом. Сигнал передатчика I подается на разъем III и с ослаблением 12,5 дБ поступает через основной тракт на переключатель "Антенна-Эквивалент". Кроме того, сигнал передатчика I с ослаблением приблизительно 12-15 дБ поступает к разъему III. В режиме работы передатчика 2 сигнал передатчика с ослаб-

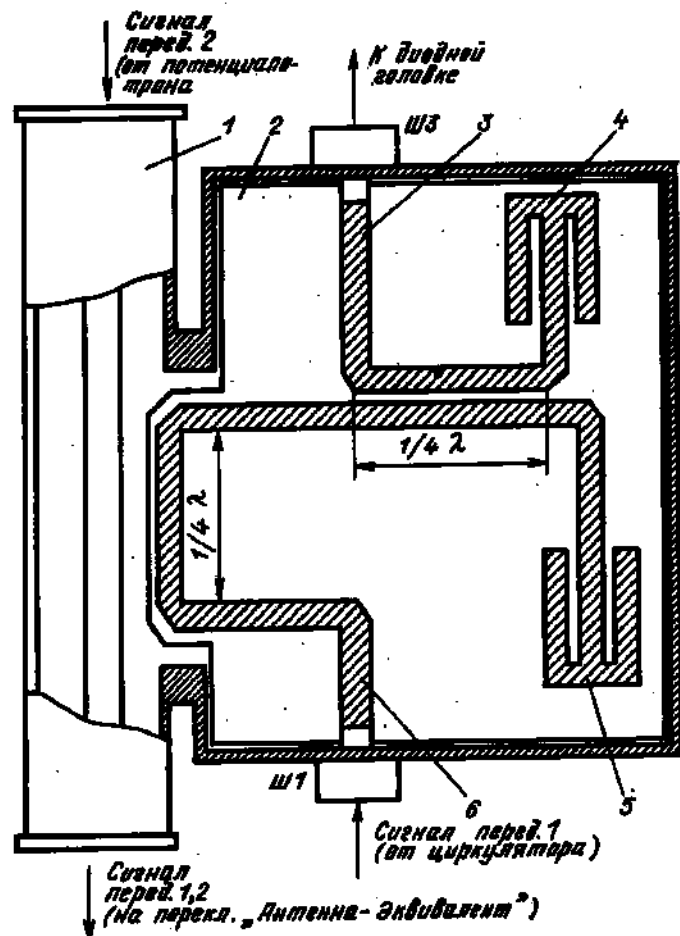


Рис. 3.5. Конструкция субблока СБТ-226:
1 - секция жесткого конуса, 2 - полосковая
схема, 3 - дополнительная полосковая линия, 4 - на-
грузка, 5 - нагрузка, 6 - основная полосковая линия

Субблок СБТ-227 (генератор ИР8) предназначен для возбуждения в фидерном тракте сигналов, имитирующих работу радиозонда. Конструктивно СБТ-227 (рис. 3.6) представля-

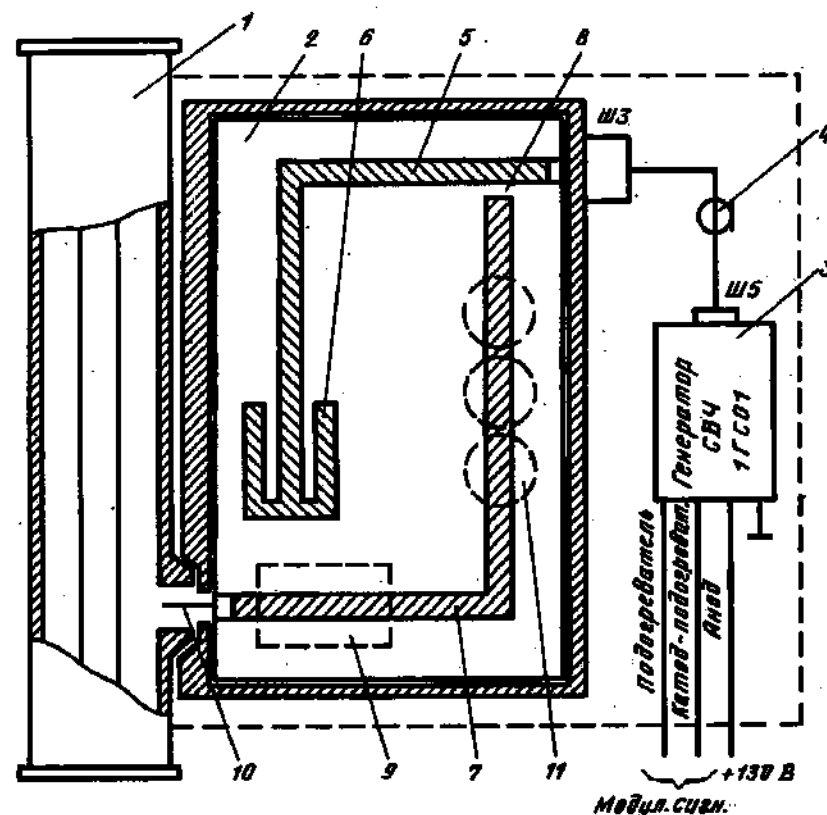


Рис. 3.6. Конструкция генератора ИСРЗ (СБТ-227):
I - секция жесткого коаксиала, 2 - полосковая схема, 3 - генератор СВЧ, 4 - СВЧ-масель, 5 - входная полосковая линия, 6 - нагрузка, 7 - дополнительная полосковая линия, 8 - емкостной зазор, 9 - проходной аттенатор, 10 - емкостной зонк, II - регулировочные винты

ет собой высокочастотный коаксиально-полосковый узел, в состав которого входят: секция 1 жесткого коаксиального фидера; высокочастотная полосковая схема 2, выполненная на симметричной полосковой линии с

воздушным заполнением и двойной печатью; высокочастотный генератор 3, являющийся источником СВЧ-сигнала, имитирующего сигнал радиозонда; соединительный СВЧ-кабель 4, по которому сигнал генератора поступает на вход полосковой схемы и экранирующий корпус.

Полосковая схема состоит из коаксиально-полоскового перехода, входной полосковой линии 5, нагруженной на полосковую линию 6, дополнительной полосковой линии 7, связанной со входной линией при помощи емкостного зазора 8. Выход дополнительной линии при помощи емкостного зазора 10 связан с внутренней полостью секции высокочастотного фидера.

Работа субблока происходит следующим образом. СВЧ-сигналы, имитирующие работу радиозонда, с генератора по кабелю поступают во входную полосковую линию и поглощаются нагрузкой 6. Часть сигнала через емкостной зазор поступает в дополнительную полосковую линию, при помощи емкостного зазора передается в основной тракт и далее на входную часть потенциалострона. Для уменьшения влияния полосковой схемы на работу основного тракта в процессе зондирования в дополнительной полосковой линии имеются проходной аттенуатор 9, который частично поглощает поступающий из основного тракта сигнал, и регулировочные винты 11, с помощью которых устраняется необходимое реактивное сопротивление полосковой линии.

С у б б л о к СВ-201 представляет собой электромеханический двухпозиционный высокочастотный переключатель и предназначен для попарной коммутации между собой четырех высокочастотных разъемов. Функциональная схема переключателя представлена на рис.3.7. В одном положении ротора переключателя соединены между собой разъемы Ш1 - Ш2 и Ш3 - Ш4. Во втором положении ротора соединены разъемы Ш1 - Ш3 и Ш2 - Ш4.

Конструктивно переключатель состоит из двух частей: подвижной части (ротора) и неподвижной части, вилочащей в себя корпус, привод, элементы управления, блокировки.

Передача СВЧ-энергии при работе переключателя осуществляется бесконтактным способом за счет электромагнитной связи между полосками неподвижной группы и полосками-проводниками ротора. Для этого ротор переключателя состоит из подвижного диска с укрепленными на нем полосковыми проводниками, имеющими четвертьволновые полости для размещения в них четвертьволновых полосок неподвижной группы, в которых каждый полосок соединен при помощи коаксиально-полоскового перехода со своим разъемом. Подвижный диск расположен на оси редуктора и приводится в движение электродвигателем. Диск поворачивается в секторе 90° , и в крайних положениях сектора полосковые про-

водники диска входят в полоски неподвижной группы, осуществляя между собой электромагнитную связь. Сектор 90° устанавливается кулачковым механизмом, состоящим из кулачка с выступом и двух микропереключателей В1, В2.

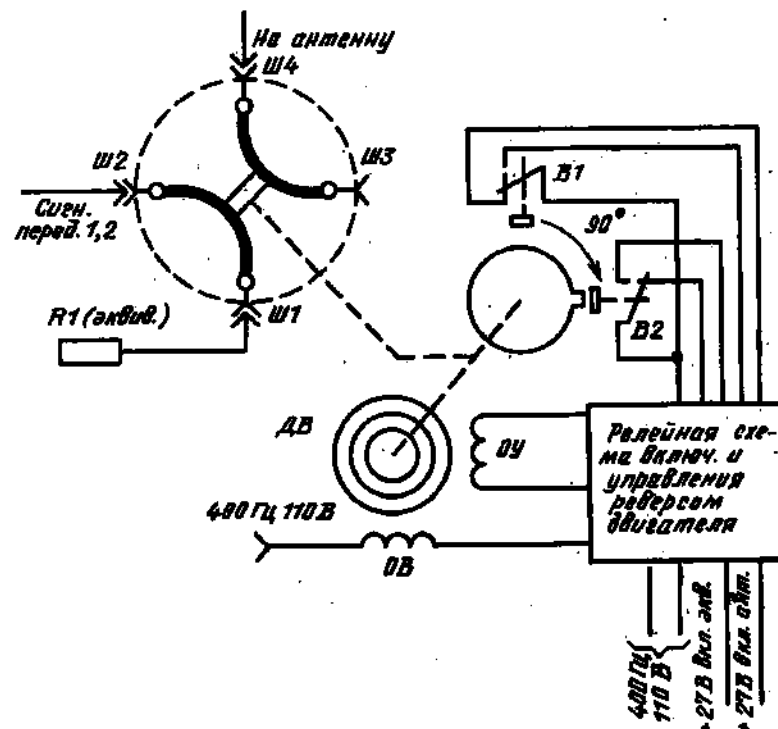


Рис. 3.7. Функциональная схема СВЧ-переключателя

Управление субблоком осуществляется с пульта оператора тумблером АН-ЭКВ. С тумблера АН - ЭКВ снимается команда "+27 В Вкл. АН" или "-27 В Вкл. ЭКВ". При поступлении команды в схему управления включается двигатель и вращается весь механизм переключателя в определенном направлении до тех пор, пока не сработает переключатель В1 или В2. После этого двигатель отключится и в следующий раз включится при поступлении обратной команды.

Направленная антенна состоит из параболического отражателя и антенной головки.

Параболический отражатель 8 (рис. 3.8) диаметром 1,8 м представляет собой жесткую металлическую конструкцию, отражающая поверхность которой выполнена в виде параболоида вращения. Отражающая поверхность перфорирована, благодаря чему уменьшены вес и парусность отражателя без ухудшения жесткости и отражающей способности.

Антенная головка состоит из неподвижного опорного корпуса 15, подвижного корпуса 16, сцентрированного в корпусе 15 при помощи шарикоподшипников 7, подвижной 14 и неподвижной II секций фидера и разделяющего их быстровращающегося сочленения 10, обеспечивающего прохождение СВЧ-сигнала от неподвижной II к подвижной 14 секции фидера и обратно. Центрирование внутреннего проводника подвижной секции фидера осуществлено при помощи двух Т-образных четвертьволновых короткозамкнутых изоляторов 9 и 6. Подвижная секция фидера 14 оканчивается спиральным излучателем 3, ось которого смещена относительно оси вращения подвижной секции. За счет этого смещения обеспечивается отклонение оси диаграммы направленности на угол, равный $2,5^\circ$ относительно геометрической оси антенны, что приводит к коническому разворачиванию диаграммы направленности при вращении излучателя. Спиральный излучатель размещен в диэлектрическом колпаке 1, на внутренней торцевой части которого установлен контррефлектор в виде диска из проводящего материала. На наружном проводнике подвижной секции фидера 14 установлен четвертьволновый стакан 4, препятствующий затеканию токов высокой частоты на корпус антенной головки. Согласование входного сопротивления спирального излучателя с входным сопротивлением коаксиального фидерного тракта осуществляется при помощи четвертьволнового трансформатора 5, выполненного в виде утолщения внутреннего проводника подвижной секции 14. Подвижная часть антенной головки получает вращение от электродвигателя 13 через понижающий редуктор 12.

Спиральный излучатель 3 излучает высокочастотную электромагнитную энергию как в сторону параболического рефлектора 8, так и в сторону контррефлектора 2. Энергия, попадающая на контррефлектор 2, отражается им обратно в сторону параболического рефлектора 8 и складывается с электромагнитной энергией, излученной спиралью 3 непосредственно в сторону рефлектора. Параболический рефлектор фокусирует излучаемую антенной головкой электромагнитную энергию в виде узкого луча (основной лепесток). Диаграмма направленности антенны имеет основной и несколько боковых лепестков. Уровень наибольшего бокового лепестка (по мощности) не превышает 2% от основного.

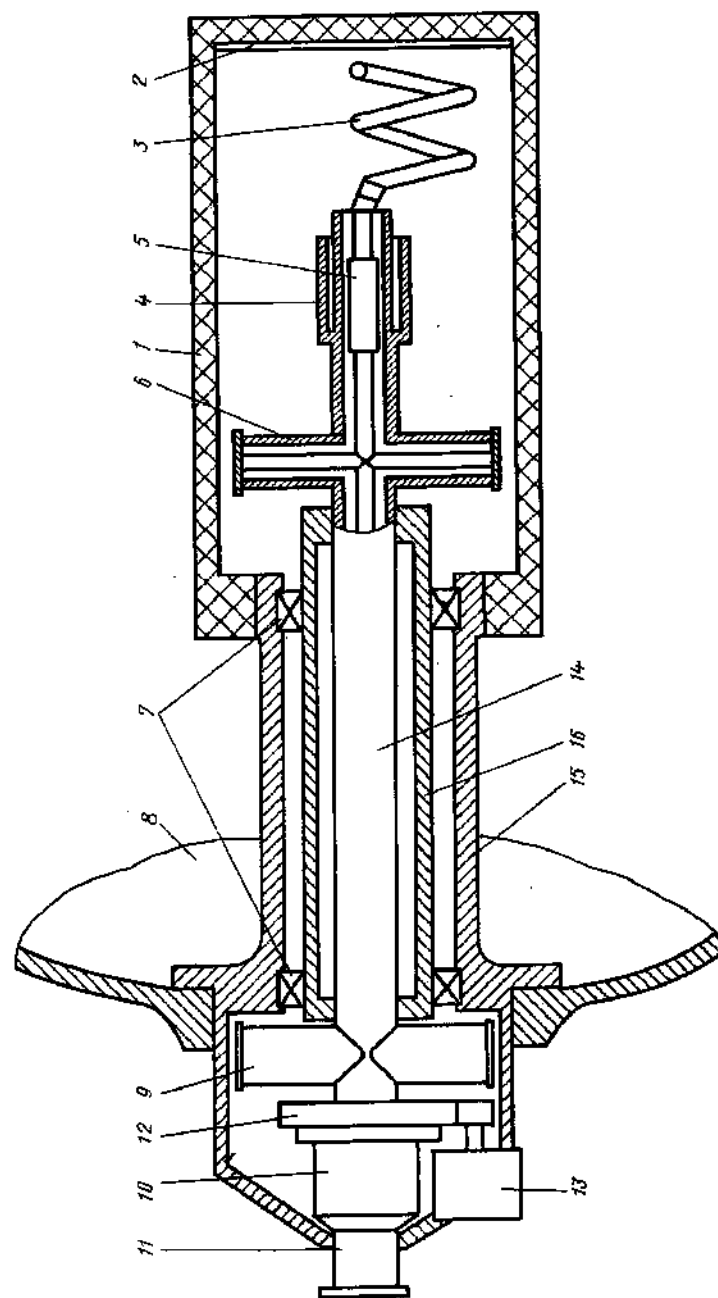


Рис. 3.8. Конструкция антенной головки: 1 - диэлектрический колпак, 2 - контррефлектор, 3 - спиральный излучатель, 4 - четвертьволновый стакан, 5 - четвертьволновой трансформатор, 6 - Т-образный изолятор, 7 - шарикоподшипник, 8 - параболический отражатель, 9 - Т-образный изолятор, 10 - быстровращающееся сочленение, 11 - неподвижная секция фидера, 12 - редуктор, 13 - двигатель, 14 - подвижная секция фидера, 15 - опорный корпус, 16 - подвижный корпус

Излучаемая направленной антенной электромагнитная энергия имеет круговую поляризацию электрического поля, что позволяет принимать сигналы радиозонда при вращении антенной головки и при любом положении антенны радиозонда.

4. ПРИЕМНАЯ СИСТЕМА

4.1. Назначение и состав

Приемная система предназначена для усиления сигналов радиозонда, несущих информацию о его координатах и метеоданных, выделения этой информации и выдачи ее системам определения координат, угловой автоматике, метеопреобразователю и системе автоматической подстройки частоты гетеродина СВЧ.

Приемная система включает в себя следующие конструктивные элементы (рис. 4.1):

усилитель высокой частоты (УВЧ) - приемная часть потенциалотрона;

предварительный усилитель - преобразователь промежуточной частоты (блок ЦЗ1);

главный усилитель промежуточной частоты и схемы выделения сигналов "465 кГц", КД, КУА и АПЧГ (блок Ц.32);

схема выделения сигналов радиозонда "F метео" и схема формирования модулирующих сигналов ИСРЗ (блок Ц.33).

4.2. Структурная схема приемной системы

Приемная система (рис. 4.1) построена по супергетеродинной схеме с тройным преобразователем частоты. В ней применены автоматическая и ручная подстройка частоты гетеродина СВЧ, автоматическая и ручная регулировки усиления каскадов промежуточных частот. Первая промежуточная частота 100 МГц выбрана для обеспечения избирательности по зеркальному каналу. Вторая промежуточная частота 30 МГц выбрана из условия получения оптимальной полосы пропускания, сопряженной со спектром частот радиозонда. На частоте 30 МГц происходит основное усиление сигналов до уровней, необходимых для работы системы определения координат. Третье преобразование (в частоту 465 кГц) применено для построения системы АПЧ-465 кГц. Система АПЧ-465 кГц позволяет исключить влияние изменения частоты суперизации радиозонда 800 кГц на работу метеопреобразователя.

Сигнал радиозонда, принятый антенной, по фидерному тракту поступает на вход приемной части потенциалотрона, выполняющей функции

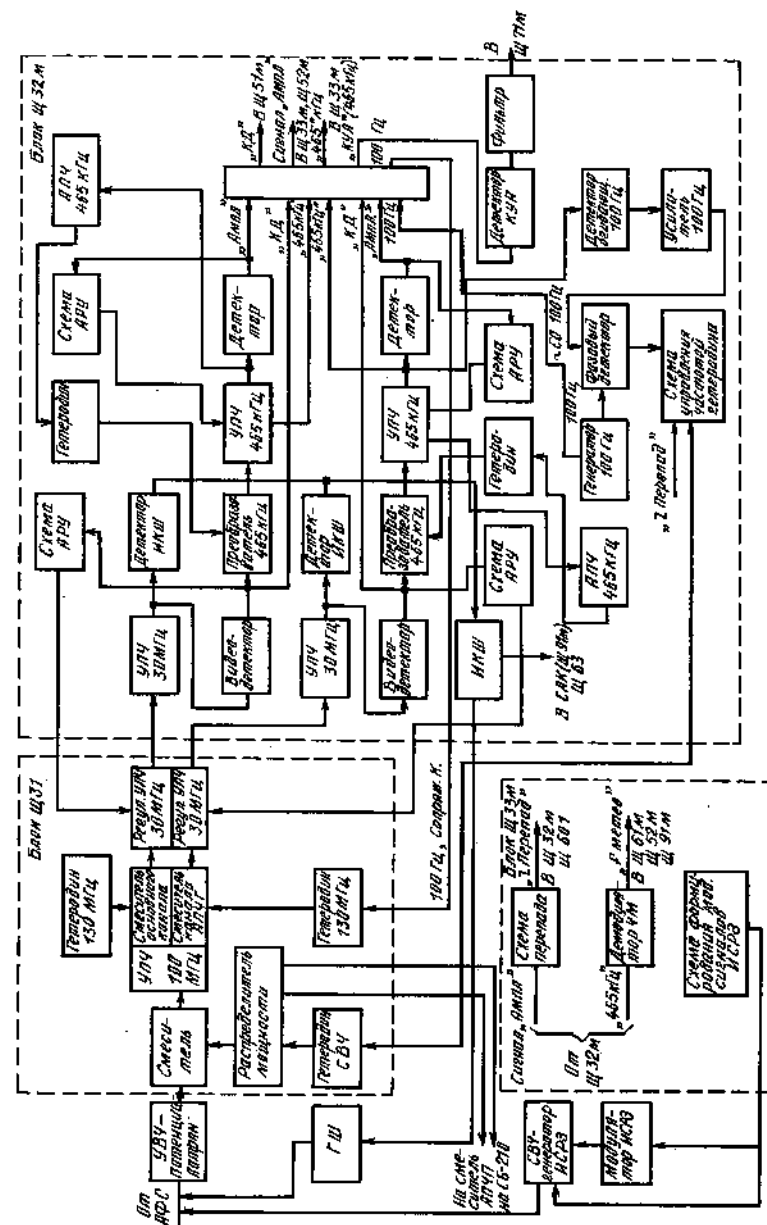


Рис. 4.1. Структурная схема приемной системы

малопомнящего усилителя СВЧ. Низкий коэффициент шума усилителя СВЧ определяет высокую чувствительность всей приемной системы. Входные и выходные резонансные элементы СВЧ (фидеры, объемные резонаторы) позволяют из всех принимаемых антенной сигналов выделить сигналы с несущей частотой радиозонда, на которую настроен усилитель.

С потенциалотрона усиленный СВЧ-сигнал поступает на вход балансного смесителя. Сюда же через распределитель мощности поступает сигнал гетеродина СВЧ, частота которого на 100 МГц выше частоты принимаемого сигнала. От распределителя мощности сигнал поступает также на смеситель системы АПЧ и в волномер для измерения частоты сигнала гетеродина. В балансном смесителе происходит преобразование частоты сигнала радиозонда в первую промежуточную частоту 100 МГц. После усиления в УПЧ сигнал 100 МГц с помощью двух гетеродинов 130 МГц в смесителе преобразуется во вторую промежуточную частоту 30 МГц и разделяется на два канала: основной и АПЧ. В работе приемной системы участвуют оба канала. Основной канал усиливает сигнал, полученный от радиозонда, преобразует его и через коммутатор выдает системам: ССК, САУ, СОИ и САК. Канал АПЧ, используя сигнал радиозонда, обеспечивает автоматическую подстройку частоты гетеродина СВЧ при изменении несущей частоты сигнала радиозонда.

Приемный тракт канала АПЧ выполнен аналогично приемному тракту основного канала и содержит дополнительно схемы, позволяющие выделить сигнал ошибки, пропорциональный величине и знаку ухода промежуточной частоты 100 МГц относительно номинального значения, и сформировать напряжение управления гетеродином СВЧ. К таким схемам относятся: детектор огибающей 100 Гц, усилитель 100 Гц, фазовый детектор, генератор 100 Гц, схема управления частотой гетеродина.

Для получения сигнала ошибки в канале АПЧ производится частотная модуляция сигнала гетеродина 130 МГц сигналом генератора 100 Гц. В результате этого любое изменение промежуточной частоты 100 МГц, вызванное изменением несущей частоты радиозонда, приводит к амплитудной модуляции с частотой 100 Гц сигнала на выходе регулируемого УПЧ 30 МГц. Глубина амплитудной модуляции зависит от величины ухода промежуточной частоты 100 МГц, следовательно, и ухода промежуточной частоты 30 МГц, а фаза огибающей 100 Гц определяется знаком ухода промежуточной частоты 30 МГц (рис. 4.2).

При уходах частоты в область больших значений относительно средней частоты настройки УПЧ ($f_{\text{пром}} > 30 \text{ МГц}$) фаза огибающей 100 Гц будет отличаться от фазы напряжения генератора 100 Гц на 180° . При уходах частоты в область меньших значений ($f_{\text{пром}} <$

$< 30 \text{ МГц}$) фаза огибающей 100 Гц и фаза напряжения генератора 100 Гц будут совпадать.

С выхода УПЧ 465 кГц канала АПЧ сигнал поступает на детектор огибающей 100 Гц. После выделения и усиления сигнал ошибки ($\sim \cos 100 \text{ Гц}$) поступает на фазовый детектор. На другой вход фазового детектора поступает сигнал с генератора 100 Гц. На выходе фазового детектора образуется двухполярный сигнал ошибки, пропорциональный величине и знаку ухода частоты радиозонда. Этот сигнал в схеме управления частотой гетеродина преобразуется в управляющее напряжение, которое поступает в СВЧ-гетеродин для подстройки его частоты.

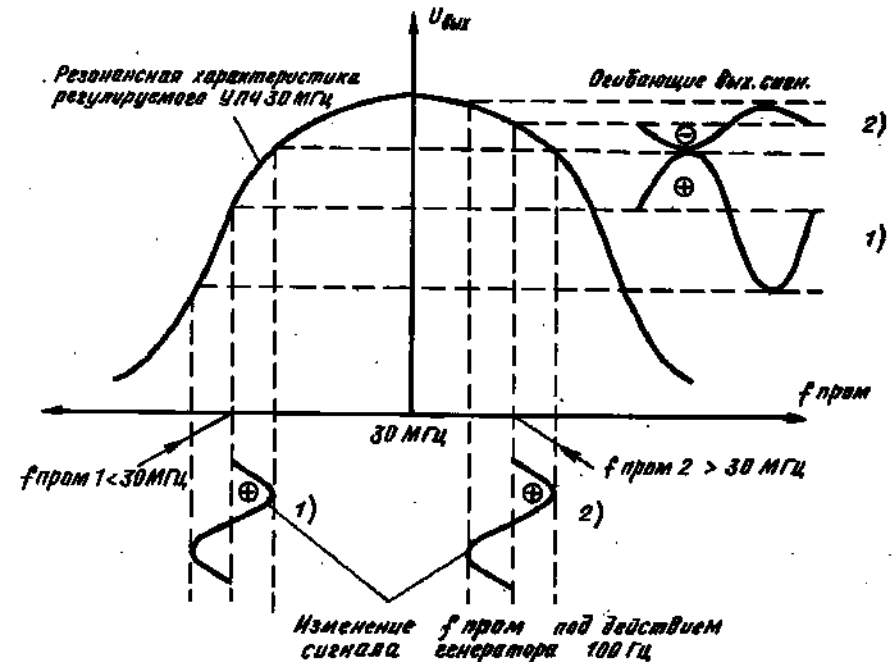


Рис. 4.2. Графики, поясняющие образование сигнала ошибки 100 Гц

Подстройка частоты гетеродина СВЧ продолжается до тех пор, пока значение промежуточной частоты 100 МГц не станет равным номинальному значению.

Предусмотрены три режима управления частотой гетеродина СВЧ: РПЧГ, АПЧГ, ПАПЧ. Выбор режима осуществляется переключателем АПЧГ-РПЧГ-ПАПЧ пульты оператора.

В режиме РПЧГ (ручная подстройка частоты гетеродина) напряжение с потенциометра РПЧГ пульта оператора поступает на гетеродин и определяет его частоту.

В режиме АПЧГ (автоматическая подстройка частоты гетеродина) уход несущей частоты радиозонда отслеживается автоматически системой АПЧГ, как описано выше.

В режимах РПЧГ и АПЧГ подстройка частоты гетеродина СВЧ производится в пределах, охватывающих весь возможный диапазон перестройки.

В режиме ПАПЧ (полуавтоматической подстройки частоты) изменение управляющего напряжения гетеродина СВЧ в небольшом пределе производится системой АПЧГ симметрично относительно напряжения, выставленного вручную потенциометром РПЧГ.

Гетеродин 130 МГц основного канала является неперестраиваемым генератором. Гетеродин 130 МГц канала АПЧГ имеет возможность перестройки частоты в небольшом пределе. Для точной подстройки частоты гетеродина 130 МГц канала АПЧГ под частоту гетеродина 130 МГц основного канала на гетеродин канала АПЧГ одновременно с модулирующим сигналом 100 Гц подается напряжение "Сопряж. К" (сопряжение каналов), которым гетеродины сопрягаются с точностью ± 1 МГц.

В приемной системе предусмотрен режим резервирования, когда канал АПЧГ используется в качестве основного канала при выходе последнего из строя. Переключение каналов осуществляется с пульта оператора установкой переключателя "АПЧГ-Резерв.Осн." в положение "Резерв.Осн.". При этом с помощью коммутатора ко входам систем ССК, ССИ, САУ, САК подключаются каскады канала АПЧГ, а также снимается модуляция сигнала гетеродина 130 МГц канала АПЧГ частотой 100 Гц. Подстройка гетеродина СВЧ в этом режиме производится только вручную потенциометром РПЧГ с пульта оператора.

С выхода коммутатора блока ШЗМ снимаются сигналы: КД, 465 кГц, АМЛЛ. Сигнал КД частотой 800 кГц поступает в схему дальности (СОК) и на индикатор дальности в блок Ш 51. Сигнал КД передает ответную паузу радиозонда, по временному положению которой определяется дальность. Сигнал "465 кГц" несет метеоинформацию, заключенную в периоде частотных изменений, и имеет огибающую 37 Гц, из которой формируется сигнал ошибки пеленга. Выделение огибающей 37 Гц производится детектором КУА, и после отфильтровывания всех побочных частот синусоидальный сигнал 37 Гц передается в блок Ш 71 (САУ). Для выделения метеосигналов "F метео" сигнал 465 кГц поступает в ЧМ модулятор блока Ш 33. Сформированный сигнал "F метео" использу-

ется в метеопреобразователе СОУ. Сигнал АМЛЛ, поступающий в блок Ш 33, является постоянной составляющей огибающей сигнала 465 кГц, которая поступает на схему формирования перепада, формирующую сигнал "┐ перепад". Сигнал "┐ перепад" возникает при глубоком замирании сигнала радиозонда на входе приемной системы и поступает в ССИ для блокирования обработки метеоинформации на время замирания, когда принимаемая информация становится недостоверной. В приемной системе сигнал "┐ перепад" поступает в схему управления частотой гетеродина СВЧ-блока Ш 32 для блокировки перестройки частоты гетеродина СВЧ по шумам во время замирания сигнала, что повышает надежность и стабильность работы системы АПЧГ. Сигнал "┐ перепад" также поступает на пульт оператора для индикации отсутствия сигнала радиозонда.

Для обеспечения стабильности уровня сигнала 465 кГц УПЧ 465 кГц охвачен автоматической регулировкой усиления (АРУ), поддерживающей сигнал на выходе УПЧ 465 кГц на уровне 1 В. Для обеспечения стабильности уровня сигнала КД первый каскад УПЧ 30 МГц охвачен автоматической регулировкой усиления, поддерживающей сигнал КД на уровне 2,3 В.

Для поддержания постоянства промежуточной частоты 465 кГц при изменении частоты суперизации 800 кГц предусмотрена схема АПЧ 465 кГц. Так как частота суперизации имеет частотную метеомодуляцию, во избежание ее устранения схема АПЧ 465 кГц имеет большую постоянную времени, которая позволяет реагировать только на медленные изменения частоты суперизации.

Для обеспечения функционального контроля приемной системы предусмотрены устройство измерения коэффициента шума и имитатор сигнала радиозонда.

Коэффициент шума приемной системы измеряется автоматически в режиме "автоматический функциональный контроль" или вручную при установке на пульте оператора переключателя ИКШ ВКЛ-ВЫКЛ в положение ВКЛ. Во всех режимах вырабатывается команда "+27 В ГШ ВКЛ", которая подключает выход УПЧ 30 МГц к входу детектора ИКШ и включает генератор шума, расположенный в АФС. Коэффициент шума позволяет косвенно определить чувствительность приемной системы. Измерение основано на сравнении уровней двух сигналов: уровня собственных шумов приемной системы и уровня сигнала шумового генератора. Чем больше разность между уровнями, тем выше чувствительность приемной системы. Шумовой сигнал с ГШ через АФС поступает на вход приемной системы, в первых каскадах ее складывается с собственными шумами

присланика и после усиления и детектирования поступает на схему ИКШ. Для выделения в ИКШ уровня собственных шумов и уровня сигнала ГШ шумовой сигнал модулируется по амплитуде сигналом типа "меандр", который вырабатывается в ИКШ. Выходной сигнал ИКШ поступает в систему функционального контроля (блок Ц. 91) и на стрелочный прибор блока Ц. 63. По командам "+27 В Вкл. ИКШ Осн" и "+27 В Вкл. ИКШ АПЧГ", поступающим с тумблера ИКШ ОСН-АПЧГ пульта оператора, измеряется коэффициент шума основного канала или канала АПЧГ. При сопровождении радиозонда ИКШ должен быть отключен.

Имитатор сигнала радиозонда (ИСРЗ) вырабатывает сигналы, близкие по параметрам к реальным сигналам радиозонда. ИСРЗ содержит СВЧ-генератор, работающий на несущей частоте радиозонда, модулятор СВЧ-генератора и схему формирования модулирующих сигналов в блоке Ц. 33. Схема формирования модулирующих сигналов, имитирующих параметры сигнала радиозонда, состоит из генератора импульсов частоты суперизации, формирователя метеосигналов, имитатора подвижной цели, формирователя сигналов угловой модуляции. Включение ИСРЗ производится автоматически или вручную при установке переключателя "ИСРЗ Вкл.-Выкл." на блоке Ц. 63 в положение включено. Во всех режимах вырабатывается команда "+27 В Вкл. ИСРЗ".

4.3. Функциональная схема управления частотой гетеродина СВЧ-системы АПЧГ

Система АПЧГ представляет замкнутую следящую систему, реагирующую на изменения частоты радиозонда. Особенностью данной системы является преобразование выделенного непрерывного сигнала рассогласования в цифровой код и затем обратное преобразование кода в непрерывное управляющее напряжение гетеродина СВЧ. Этот метод позволяет упростить управление и контроль системы АПЧГ и использовать для этой цели ЗЕМ.

Напряжение генератора 100 Гц (рис. 4.3) непрерывно подается на гетеродин 130 МГц канала АПЧГ, осуществляется частотная модуляция сигнала гетеродина, что приводит к периодической расстройке канала АПЧГ. Если при этом происходит изменение промежуточной частоты 100 МГц, в первом каскаде УПЧ 30 МГц возникает амплитудная модуляция 100 Гц (рис. 4.2). Выделение огибающей и формирование сигнала ошибки СО 100 Гц производится в детекторе огибающей 100 Гц и усилителе 100 Гц. Далее сигнал СО 100 Гц поступает на один вход фазового детектора, на другой вход с генератора 100 Гц поступает опорное напряжение. Фазы сигнала ошибки и опорного сигнала

могут отличаться на 180° либо совпадать. Сравнение фаз производится в фазовом детекторе, и в зависимости от совпадения или несовпадения фаз на выходе фазового детектора вырабатывается напряжение положительной или отрицательной полярности с амплитудой, равной амплитуде сигнала ошибки. С выхода фазового детектора напряжение поступает в пороговый усилитель и путем усиления, ограничения и разделения из двухполярного сигнала преобразуется в два однополярных сигнала логического уровня "СО1" и "СО2" (рис. 4.3).

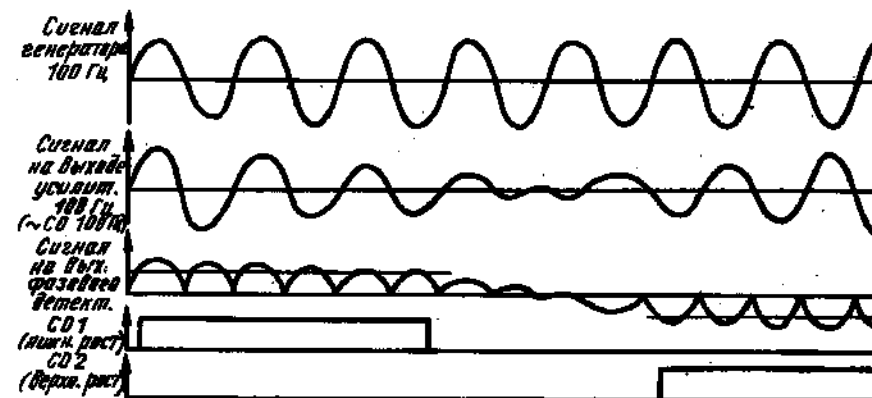


Рис. 4.3. Функциональная схема управления частотой гетеродина СВЧ

Сигнал ошибки "СО1" возникает при нижней расстройке частоты гетеродина СВЧ относительно частоты радиозонда ($f_{\text{гет}} - f_{\text{радиоз}} < 100 \text{ МГц}$), сигнал ошибки "СО2" возникает при верхней расстройке ($f_{\text{гет}} - f_{\text{радиоз}} > 100 \text{ МГц}$). Сигналы "СО1" и "СО2" поступают на устройство формирования управляющего напряжения гетеродина СВЧ, упрощенная функциональная схема которого представлена на рис. 4.4.

Устройство формирования управляющего напряжения состоит из восьмиразрядного двоичного реверсивного счетчика (Д 14), цифро-аналогового преобразователя (Д 16), делителя синхроимпульсов 1 : 8, схемы формирования импульса начальной установки (РБ, С1, Д 15, Д 17), триггера поиска (Д 4), схемы коммутации режимов работы системы АПЧГ (В2), формирователя управляющего напряжения (Д 18).

Схема работает следующим образом. В первый момент времени после

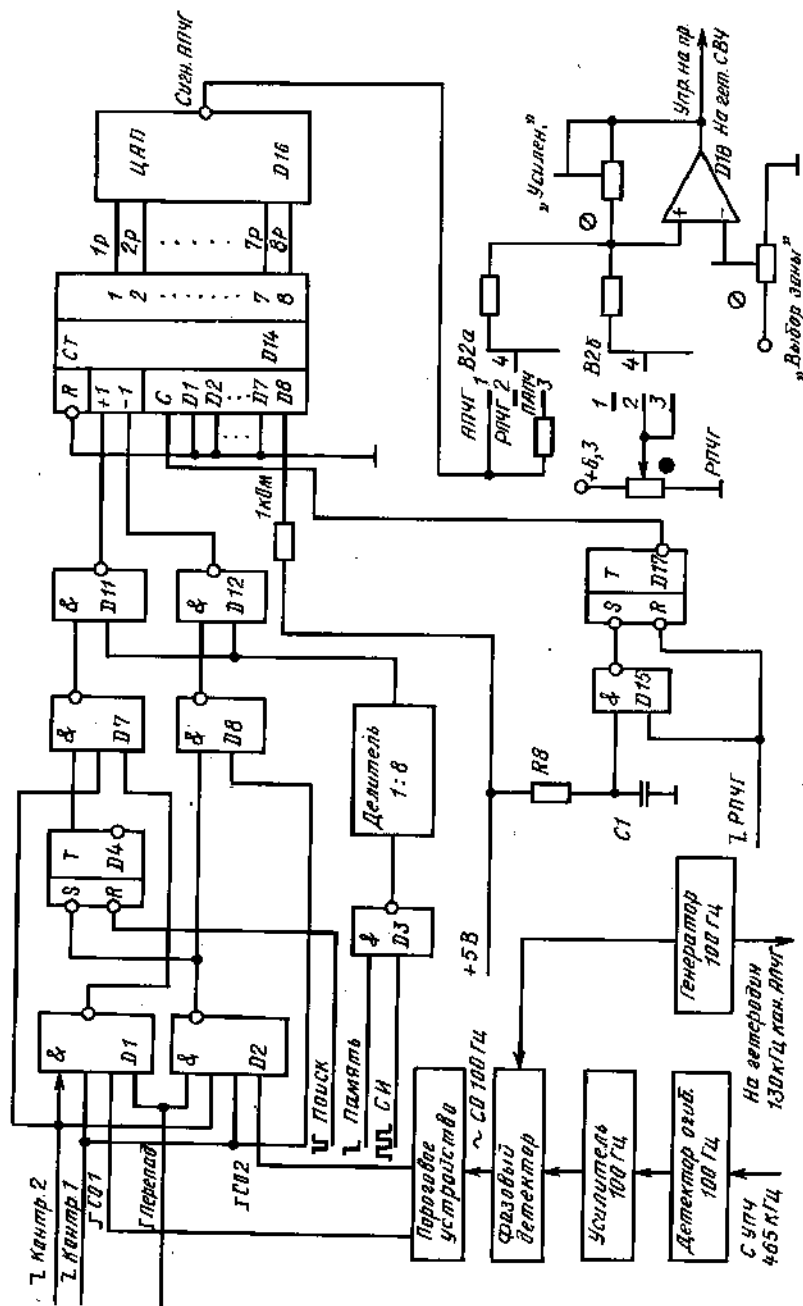


Рис. 4.4. Функциональная схема системы АПЧГ

подачи на схему питающего напряжения +5 В, при условии, что система АПЧГ не работает в режиме РПЧГ (по шине ППЧГ передается высокий уровень), схема формирования импульса начальной установки вырабатывает положительный импульс, который с инверсного выхода триггера Д 17 поступает на вход С счетчика Д 14, разрешая установку начального кода по входам с Д1 по Д8. В счетчик Д 14 записывается код числа 128, так как входы с Д1 по Д7 имеют постоянный нулевой уровень, а на вход Д8 постоянно подан высокий уровень. Код числа, хранимого в счетчике, в любой момент времени отображает состояние гетеродина СВЧ (частоту гетеродина СВЧ). Код состояния 128 соответствует средней частоте зоны генерации гетеродина СВЧ, и эта частота будет установлена сразу после включения приемной системы. В дальнейшем, при перестройке частоты гетеродина СВЧ во всем рабочем диапазоне, код состояния будет изменяться от 0 до 256 (минимальный и максимальный код восьмизначного двоичного числа).

С выходов 1-8 счетчика Д 14 код состояния передается в преобразователь код-напряжение Д 16 и в виде постоянного напряжения поступает через переключатель режимов В2а (контакты 1-4) на прямой вход операционного усилителя Д 18, включенного по схеме суммирующего усилителя и формирующего управляющее напряжение гетеродина СВЧ. В усилителе Д 18 складываются напряжение сигнала АПЧГ и постоянное напряжение смещения, определяющее зону генерации гетеродина СВЧ. Напряжение смещения снимается с потенциометра "Выбор зоны" и подается на инверсный вход операционного усилителя.

Управляющее напряжение гетеродина изменяется ступенчато в пределах приблизительно от 12 В до 18 В, при соответствующем изменении кода состояния в счетчике Д 14 от 0 до 256.

Пределы изменения управляющего напряжения устанавливаются потенциометром "Усиление".

После включения и установки рабочего режима схема АПЧГ начинает отслеживание частоты гетеродина СВЧ при изменении несущей частоты радиозонда. Изменение состояния схемы управления происходит при поступлении сигнала "СО1" или "СО2". Если возникнет сигнал нижней расстройки "СО1", то изменится состояние выхода схемы

4И-НЕ (Д1) с нулевого на единичный уровень. Это приведет к изменению состояния выхода схемы 3И-НЕ (Д7), и на вход схемы 4И-НЕ (Д11) с выхода схемы Д7 поступит единичный уровень, разрешающий прохождение через схему Д11 импульсов с делителя синхроимпульсов на вход "+1" счетчика Д 14.

Каждый поступающий импульс увеличивает код состояния, хранящийся счетчиком, на единицу. В конечном счете это ведет к увеличению управляющего напряжения и возрастанию частоты гетеродина СВЧ. Возрастание происходит до тех пор, пока не снимется сигнал "CO1" при достижении равенства: $f_{\text{гет.СВЧ}} - 100 \text{ МГц} = f_{\text{радиоз.несущ.}}$.

Если возникает сигнал верхней расстройки "CO2", то изменится состояние выходов схем 4И-НЕ (Д2), 2И-НЕ (Д3) и на вход схемы 2И-НЕ (Д12) поступит единичный уровень, разрешающий прохождение через схему Д12 импульсов с выхода делителя на вход "-I" счетчика Д14. Каждый поступающий импульс уменьшает код состояния на единицу. Код состояния уменьшается и уменьшается частота гетеродина СВЧ до тех пор, пока не снимется сигнал "CO2".

Для уменьшения скорости перестройки гетеродина СВЧ импульсы, поступающие на счетные входы "+I" и "-I" счетчика Д14, образуются из синхримпульсов СИ путем уменьшения частоты последних в делителе 1:8.

При больших расстройках гетеродина СВЧ, когда промежуточная частота 30 МГц выходит за полосу пропускания УПЧ 30 МГц, сигналы расстройки CO1 и CO2 не формируются и система АПЧГ выходит из состояния слежения. В этих случаях производится поиск частоты настройки гетеродина СВЧ. В состояние поиска система переходит при нажатии оператором кнопки "Поиск" на пульте оператора. При однократном нажатии кнопки "Поиск" вырабатывается отрицательный импульс, который поступает в схему управления по шине "Поиск" и сбрасывает триггер Д4 в нулевое состояние. С прямого выхода триггера нулевой уровень поступает на вход схемы 3И-НЕ (Д7), изменяя состояние выхода Д7 так, что возникает разрешающий единичный уровень на входе схемы 2И-НЕ (Д11), и импульсы с делителя поступают на вход "+I" счетчика. Начинается непрерывное увеличение частоты гетеродина СВЧ. При достижении кода состояния, равного 256, частота гетеродина будет соответствовать крайней максимальной точке диапазона перестройки. Следующее значение кода состояния, после значения 256, будет 0. Частота гетеродина скачком переместится в крайнее минимальное значение диапазона перестройки, соответствующее нулевому значению кода состояния, и будет продолжать увеличиваться. Таким образом, изменение частоты гетеродина СВЧ охватит весь диапазон перестройки, если раньше не произойдет настройки.

Процесс настройки начнется, когда при уменьшении промежуточной частоты 30 МГц возникнет сигнал верхней расстройки CO2, и система АПЧГ перейдет в состояние слежения. Сигнал CO2 изменит состояние

выхода схемы 4И-НЕ (Д2), триггер Д4 отрицательным перепадом будет установлен в исходное единичное состояние, прекратится прохождение импульсов через схему 2И-НЕ (Д11) на вход "+I" счетчика, выработается разрешающий единичный уровень на входе схемы 2И-НЕ (Д12), и импульсы начнут поступать на вход "-I" счетчика. Во время настройки возникнет небольшое переколебание частоты гетеродина, после чего изменение частоты прекратится и остановится на значении, соответствующем точной настройке гетеродина СВЧ на сигнал радиозонда.

В конце зондирования, когда происходят частые замирания сигнала радиозонда, вызывающие нестабильную работу системы АПЧГ, в момент наилучшего приема сигнала радиозонда на пульте оператора включается тумблер "Память". Момент наилучшего приема определяется оператором визуально по нарастанию амплитуды сигнала на индикаторе дальности. С тумблера "Память" по шине "Память" в схему управления поступит нулевой уровень, который заблокирует передачу синхримпульсов СИ на делитель, и изменения частоты гетеродина СВЧ прекратятся. При этом установившаяся частота будет соответствовать оптимальной настройке.

Сигналы "Контроль 1", "Контроль 2" поступают из аппаратуры функционального контроля во время проверки системы АПЧГ в режиме автоматического функционального контроля. Когда действует один из сигналов, происходит принудительная расстройка системы АПЧГ. Сигнал "Контроль 1" приводит к нижней расстройке, сигнал "Контроль 2" — к верхней расстройке. В расстроенной системе АПЧГ проверяется формирование сигналов CO1, CO2 и способность самонастраиваться на несущую частоту сигнала ИСРЗ.

4.4. Функциональная схема демодулятора ЧМ блока Ц-33

ЧМ-модулятор предназначен для выделения телеметрической информации из ЧМ-сигнала, поступающего с выхода 465 кГц блока Ц-32 (рис. 4.5).

Схема состоит из двух преобразователей частоты 465 кГц в частоту 4465 кГц и 4795 кГц, смесителя 330 кГц, дискриминатора и формирователя импульсов "F метео".

Для преобразования частотных изменений сигнала 465 кГц в метеопульсы используется метод сравнения частот суперизации 465 кГц, поступивших в различные моменты времени.

Для этого частота суперизации, поступающая от радиозонда в данный момент времени, сравнивается со значением частоты

суперизации, поступившей в предыдущий момент времени. Появление разности между этими частотами определенной величины свидетельствует об изменении (скачке) частоты суперизации. Разностная частота используется для формирования метеопульсов. Запоминание частоты суперизации осуществляется с помощью ультразвуковой линии задержки (УЗЛ). Величина времени задержки выбрана равной минимально допустимой длительности импульса телеметрической информации (приблизительно 220 мкс). Частота возбуждения пьезокварцевых пластин

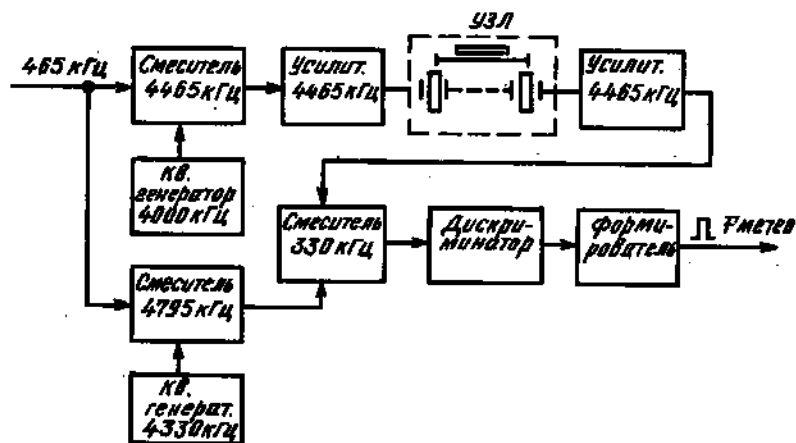


Рис. 4.5. Функциональная схема демодулятора ЧМ

ультразвуковой линии лежит в пределах 4 — 5 МГц, поэтому для обеспечения необходимого времени задержки частота 465 кГц преобразуется в частоты, входящие в рабочий диапазон частот линии задержки: 4465 кГц и 4795 кГц.

Сигнал 465 кГц поступает на вход смесителя 4465 кГц и 4795 кГц, на другие входы смесителей подаются сигналы с кварцованных гетеродинов соответственно 4000 и 4330 кГц. В смесителях происходит перенос частотно-модулированного сигнала радиозонда с частотой 465 кГц на более высокие частоты 4465 и 4795 кГц. Сигнал 4465 кГц со смесителя поступает на усилитель и далее на линию задержки, где задерживается на время приблизительно 200 мкс. Задержанный сигнал с выхода линии задержки поступает на вход смесителя 330 кГц. На другой вход смесителя поступает прямой незадержанный сигнал 4795 кГц. Оба сигнала имеют одну и ту же частотную модуля-

цию (приблизительно ± 7 кГц). В смесителе осуществляется сравнение частот прямого и задержанного сигналов (рис. 4.6). Фильтр смесителя выделяет разностную частоту (330 кГц), имеющую скачки частоты приблизительно на 14 кГц в обе стороны от значения 330 кГц. Со смесителя сигнал поступает на дискриминатор, в котором скачки частоты преобразуются в разнополярные импульсы. Для того чтобы сохранить длительность импульса, в котором передается часть метеоинформации,

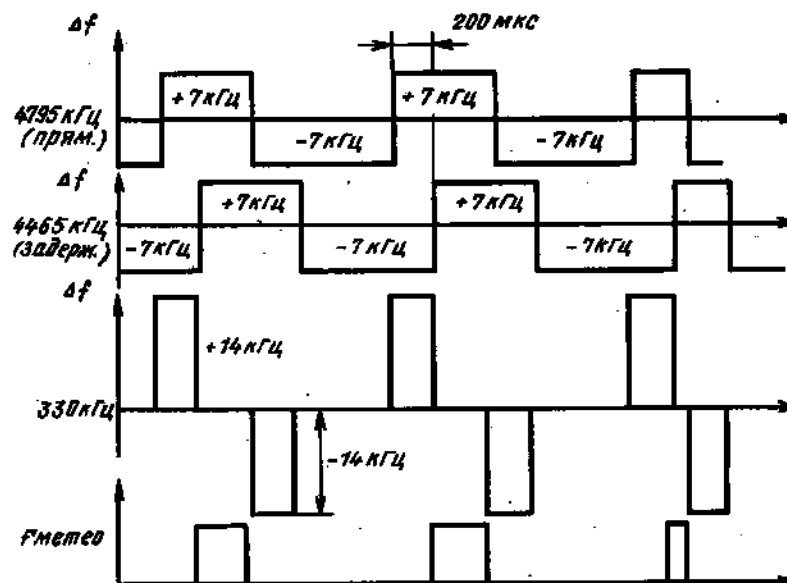


Рис. 4.6. Диаграммы работы демодулятора ЧМ

в формирователе образуются импульсы с длительностью, равной временному интервалу между парой (положительной и отрицательной частью) импульсов, поступающих с выхода дискриминатора. Метеопульсы "F метео" со схемы ЧМ демодулятора подаются в ССМ на преобразователь "длительность импульса-код" и "длительность периода-код", после чего образованные коды в ЭВМ пересчитываются в значение температуры и влажности.

Данная схема не предъявляет жестких требований к системе АПЧ 465 кГц, так как сравнение прямого и задержанного сигнала происходит за время, приблизительно равное 200 мкс, в течение которого изменение частоты суперизации радиозонда ничтожно мало.

Учебное пособие

А.А.ВЕРНОВ

ПРИНЦИП РАБОТЫ АЭРОЛОГИЧЕСКОГО
ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА АВК-1

Редактор Н.Г. Каляйдопуло

Техн. редактор Н.А. Никанова

Корректоры Л.Б. Афанасьева, А.М. Меретукова

Подписано к печати 28.02.1989 г. Т - 06052 Формат
60x84¹/16 Бумага картограф. Печать офсетная Усл.печ.л.
8,60 Усл.кр.-отт. 8,72 Уч.-изд.л. 9,79 Тираж 2500
Зак. 389 Индекс М-М-189 Цена 30 к.

Московское отделение Гидрометеонадзата
123436 Москва, ул. Маршала Рыбалко, д.8
ФАП НИИГМИ-МЦД
249020 г. Обнинск, ул. Королева, д.6

П 1805040400 - 261 610.
069(02) - 89

С Московский гидрометеорологи-
ческий техникум, 1989 г.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время происходит переоснащение аэрологической сети. Станции "Метеорит-1" заменяются радиолокационными аэрологическими вычислительными комплексами АВК-1. Комплекс АВК-1 является следующим поколением автономных радиолокационных аэрологических систем, выполненных с использованием микроэлектронной элементной базы и позволяющих свести к минимуму долю ручного труда при обработке аэрологической информации.

Современные станции, к которым относится комплекс АВК-1, становятся все менее ремонтоспособными в условиях аэрологических станций. Этот факт требует изменения подхода к изучению станций. Основное внимание при изучении материала должно быть обращено на структурные и упрощенные функциональные схемы, поясняющие принципы работы систем и их взаимодействие. Изучение принципиальных схем из-за большой разветвленности и сложности становится невозможным.

Особенностью современных станций является использование вычислительных систем, органически связанных со всем комплексом аппаратуры станции. В связи с этим знание основ вычислительной техники становится необходимым условием при изучении станции.

В настоящем пособии, с учетом перечисленных особенностей, излагается материал, объясняющий принципы работы комплекса АВК-1. Для всех систем комплекса даны структурные схемы, которые необходимо рассматривать как ключевые в изучении и понимании работы комплекса в целом. В некоторых случаях структурные схемы добавляют упрощенные функциональные схемы, более подробно раскрывающие важные моменты в работе систем.

Материал пособия является переработкой технической документации АВК-1. Цель переработки - получение краткого и доходчивого материала. Пособие не может заменить техническую документацию.

Пособие предназначено для учащихся техникумов, изучающих радиолокационные станции, и может быть полезно для специалистов, занимающихся эксплуатацией и ремонтом комплекса АВК-1.

I. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1. Назначение

Аэрологический информационно-вычислительный комплекс АБК-1 (далее по тексту - комплекс) предназначен для проведения комплексного зондирования атмосферы.

Комплекс обеспечивает предполетную проверку радиозонда, автоматическое сопровождение радиозонда в полете, прием и обработку метеорологической и радиолокационной информации, выдачу аэрологических телеграмм по коду КН-04 и КН-03, "Приземный слой" и "Слой".

1.2. Технические данные

Комплекс АБК-1 работает с радиозондом МРЗ-3, МРЗ-2, МАРЗ-0.

Дальность автоматического сопровождения - до 300 км.

Минимальная дальность - до 100 м.

Высота комплексного зондирования - до 40-50 км.

Систематические ошибки измерения радиолокационных параметров в режиме автосопровождения, не более:

наклонной дальности, м - 30.

угловых координат, ду - 00-02.

Режимы работы аппаратуры комплекса:

сопровождение радиозонда по дальности - автоматическое сопровождение, ручное наведение;

сопровождение радиозонда по угловым координатам - автоматическое сопровождение, ручное наведение.

Диапазоны перестройки частоты передатчиков, МГц - 1775-1790

Длительность излучаемых импульсов запросного сигнала, мкс:

мощного передатчика (10 кВт) - 1,1,

маломощного передатчика (100 Вт) - 0,5.

Частота повторения запросного сигнала, Гц - 457.

Ширина диаграммы направленности, градус - 6.

Угол отклонения оси диаграммы направленности от геометрической оси антенны, ду-00-30.

Частота кругового сканирования, Гц - 37.

Чувствительность приемной системы по непрерывному сигналу, дБ/Вт - 127.

Типы индикаторов:

индикатор дальности - тип А,

индикатор отображения информации - БКУ.

Регистрирующие устройства - АЦПУ, телетайп.

Система обработки и управления (СОУ) обеспечивает:

автоматический функциональный контроль аппаратуры комплекса (совместно с системой автоматического контроля);

проверку радиозондов с индикацией на экране БКУ информации об их исправности или браке, ввод начальных данных зондирования в ЭВМ, индикацию их на экране БКУ и отпечатывание на ленте АЦПУ;

управление работой аппаратуры комплекса в процессе зондирования;

вычисление и регистрацию текущей информации;

вычисление и выдачу на экран БКУ и телетайп в процессе полета радиозонда телеграммы "Шторы" в случае появления штормовой метеобстановки;

вычисление и выдачу на телетайп по запросу оператора телеграммы

"Приземный слой" после достижения радиозондом высоты 4200 м;

вычисление и выдачу на телетайп частей А и В аэрологических телеграмм КН-04 или КН-03 после достижения радиозондом высоты с уровнем 100 мбар;

вычисление и выдачу на телетайп после окончания зондирования частей С и Д аэрологических телеграмм КН-04 или КН-03 и телеграммы "Слой".

Электропитание изделия:

напряжение, В - 220,

частота, Гц - 400, 50 (встроенной вентиляции).

Потребляемая мощность - не более 8 кВт.

1.3. Устройство и работа комплекса АБК-1

Комплекс АБК-1 работает совместно с радиозондом МРЗ-3, выпускаемым в свободный полет на наполненной водородом оболочке. В процессе полета комплексом принимается, формируется и обрабатывается два вида информации: телеметрическая и радиолокационная.

Телеметрическая информация - это величины метеопараметров, которые поступают с датчиков температуры и влажности и передаются в сигнале радиозонда.

Радиолокационная информация – это текущие значения дальности, угла места, азимута; они формируются в комплексе и используются для определения направления ветра, скорости ветра, высоты подъема радиозонда.

Структурная схема комплекса приведена на рис. 1.1

Комплекс содержит следующие системы: передающую, антенно-фидерную (АФС), приемную, отображения информации (СОИ), определения координат (СОК), обработки и управления (СОУ), управления антенной СУА), автоматического контроля (САК), электропитания.

Передающая система предназначена для формирования кратковременных импульсов сверхвысокой частоты (импульсов запроса) большой и малой мощности. Импульсы запроса, используемые для облучения радиозонда, формируются двумя передатчиками: мало-мощным (передатчик 1) и мощным (передатчик 2). При дальностях от станции до радиозонда менее 3000 м работает передатчик 1, при дальностях более 3000 м – передатчик 2. Переключение передатчиков осуществляется автоматически системой обработки и управления или вручную с пульта оператора.

Синхронизация работы передатчиков производится импульсами запуска, вырабатываемыми в системе определения координат.

Для автоматической подстройки частоты передатчиков на частоту максимальной чувствительности радиозонда к сигналу запроса (значение частоты передатчиков, близкое к частоте принимаемого сигнала радиозонда, при которой ответная пауза в излучении радиозонда наиболее устойчива) предусмотрена система автоматической подстройки частоты передатчиков (АПЧП).

Импульсы запроса передатчиков поступают в антенно-фидерную систему.

Антенно-фидерная система передает электромагнитную энергию импульсов запроса, генерируемых передатчиками, к антенне и излучает эту энергию в пространство. Все остальное время АФС работает на прием сигнала, поступающего в антенну от радиозонда, и передает сигнал в приемную систему.

Конструкция антенны и вращение спирального излучателя позволяют получить круговое сканирование диаграммы направленности в пространстве. Сканирование используется для автосопровождения радиозонда по угловым координатам.

АФС обеспечивает также работу устройства измерения коэффициента шума и имитатора сигналов радиозонда, используемых для контроля и настройки приемной системы.

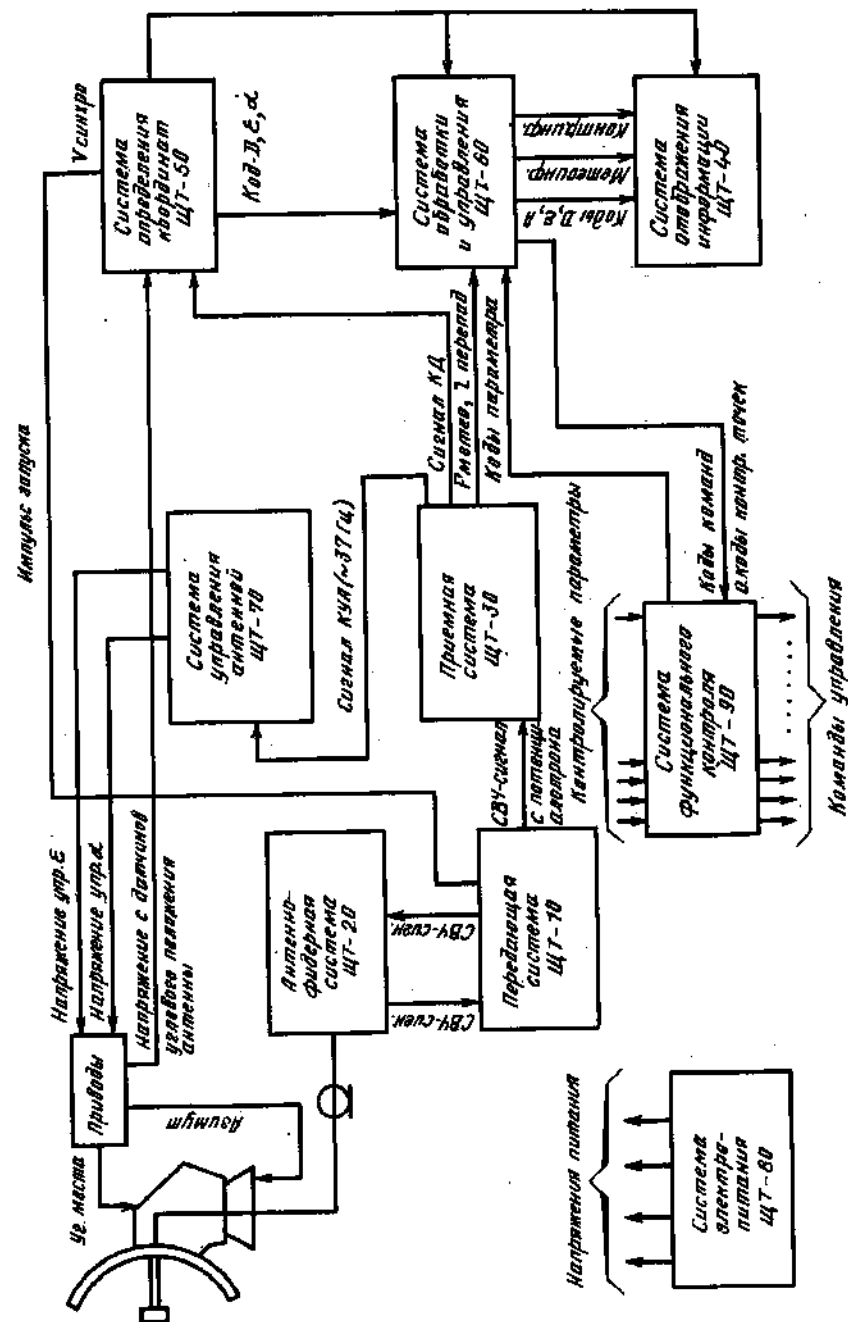


Рис. 1.1. Структурная схема комплекса АНК-1

Приемная система предназначена для преобразования принятых антенной сигналов и последующего их усиления до величины, необходимой для устойчивой работы системы определения координат, системы управления антенной и системы обработки и управления. Форма сигнала радиозонда, поступающего в приемную систему, приведена на рис. 1.2.

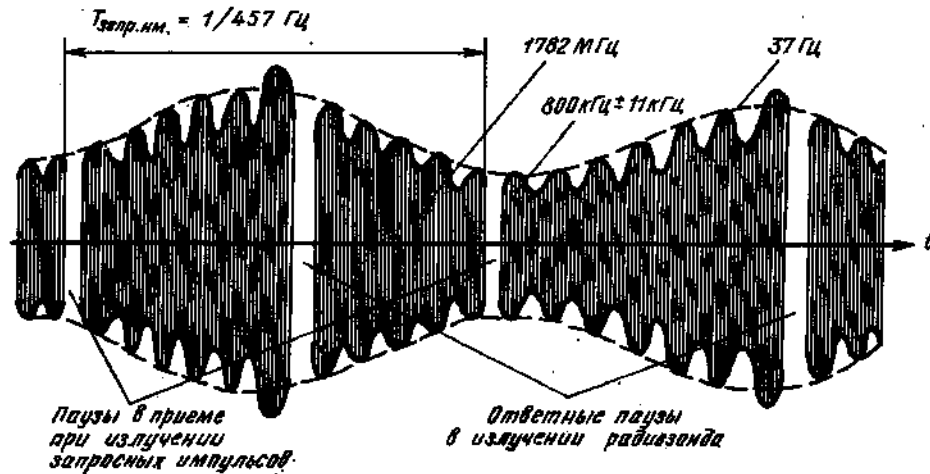


Рис. 1.2. Сигнал радиозонда на входе приемной системы

Сигнал радиозонда представляет собой СВЧ-сигнал с несущей частотой 1782 МГц и модулирующими частотами, которые являются носителями телеметрической и радиолокационной информации.

Телеметрическая информация заложена в периоде следования частотных изменений суперпериодической частоты радиозонда 800 кГц на ± 11 кГц.

Дальность до радиозонда определяется по временному интервалу между запросным импульсом и ответной паузой в сигнале радиозонда. Ответные паузы образуются при облучении радиозонда запросными импульсами, следующими с частотой 457 Гц. Информацию об угловых отклонениях радиозонда несет огибающая 37 Гц, возникающая при сканировании диаграммы направленности с частотой 37 Гц. По фазе и амплитуде огибающей определяется величина и направление отклонения радиозонда относительно электрической оси антенны.

Сигнал радиозонда поступает в АФС на вход приемной части потенциалотрона. Потенциалотрон одновременно выполняет функции мощного передатчика СВЧ (Пер.2), антенного переключателя и малошумящего СВЧ-усилителя приемной системы.

Усиленный в потенциалотроне СВЧ-сигнал радиозонда в дальнейшем в приемной системе многократно преобразуется, усиливается, распределяется и с трех различных выходов поступает в систему определения координат, в систему управления антенной и в систему обработки и управления.

Сигнал, поступающий в систему определения координат, передает выделенную из входного сигнала ответную паузу на фоне частоты суперпериодизации (рис. 1.3а). Сигнал, поступающий в систему управления антенной, передает выделенную из входного сигнала огибающую 37 Гц (рис. 1.3б). В систему обработки и управления поступают два сигнала: "F метео" и "Г перепад". "F метео" — это импульсный сигнал, в который преобразуются частотные изменения суперпериодической частоты 800 кГц входного сигнала. Сигнал "Г перепад" возникает при зами-

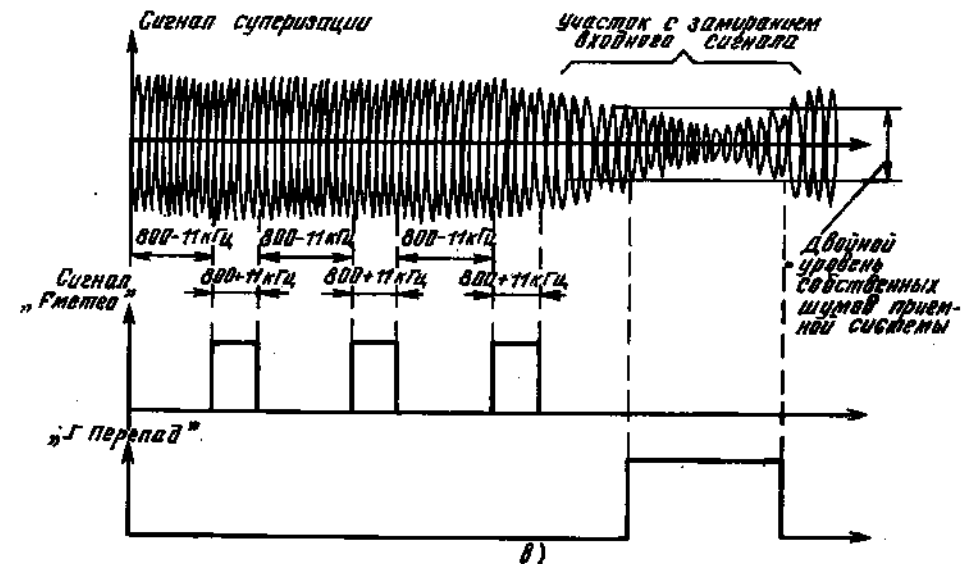
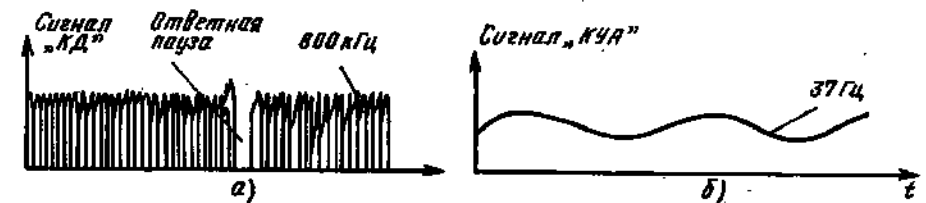


Рис. 1.3. Выходные сигналы приемной системы

раний входного сигнала, когда его уровень становится недопустимым для нормальной работы всех систем комплекса (рис. 1.3в).

Для обеспечения подстройки приемной системы при уходе несущей частоты радиозонда в процессе его полета предусмотрен канал автоматической подстройки частоты гетеродина СВЧ.

Для обеспечения функционального контроля работы приемной системы предусмотрены устройство измерения коэффициента шума (ИШ) приемной системы и имитатор сигналов радиозонда (ИСПЗ).

Система определения координат включает в себя цифровую следящую систему дальности, схему преобразования углов положения антенны по азимуту и углу места в цифровые коды и схему формирования синхронизирующих импульсов и импульсов запуска передатчиков.

Система дальности использует паузу в излучении передатчика радиозонда для измерения наклонной дальности до радиозонда и для автоматического сопровождения радиозонда по дальности.

Дальность до радиозонда определяется по времени между моментом послышки импульсов запроса передатчика и моментом приема ответного сигнала радиозонда. Для этого с приемной системы сигнал поступает на дискриминатор схемы дальности и на вертикально отклоняющие пластины трубки осциллографического индикатора дальности. В дискриминаторе происходит сравнение положения во времени ответной паузы и следящих стробов. В автоматическом режиме схема дальности без участия оператора перемещает и сравнивает стробы, тем самым осуществляя непрерывное сопровождение радиозонда по дальности. В режиме ручного наведения перемещение стробов осуществляется подачей напряжения управления с устройства ручного наведения по дальности. Совместив на экране индикатора дальности ответную паузу в сигнале радиозонда с электрическим визиром, совпадающим по времени со стыком стробов, оператор может прочитать значение наклонной дальности на экране видеоконтрольного устройства.

Значение измеренной дальности до радиозонда в цифровом коде, а также коды положения антенны по азимуту и углу места передаются в систему обработки и управления.

Система управления антенной служит для изменения положения антенны относительно вертикальной (вращение по азимуту) и горизонтальной (вращение по углу места) осей. Предусмотрены следующие режимы работы антенны:

режим ручного управления, используемый для наведения антенны на радиозонд перед переходом на автоматическое сопровождение;

режим автоматического сопровождения, используемый для точного определения угловых координат в процессе полета радиозонда.

В системе используется метод равносигнальной зоны. При отклонении радиозонда от равносигнального направления в сигнале радиозонда появляется модулирующая частота 37 Гц. После выделения в приемной системе синусоидальное напряжение частотой 37 Гц передается в систему управления антенной и используется как сигнал ошибки по угловым координатам. Напряжение сигнала угловой ошибки можно представить как сумму двух гармонических составляющих напряжений, сдвинутых между собой на 90° . Одно из этих напряжений имеет амплитуду, пропорциональную угловому отклонению радиозонда от оси равносигнальной зоны по азимуту, другое напряжение - по углу места. Для выделения этих составляющих используют фазовые детекторы и генератор опорных напряжений (ГОН), вращающийся синхронно с диаграммой направленности антенны. ГОН вырабатывает два синусоидальных напряжения, сдвинутых по фазе относительно друг друга на 90° . С помощью опорных напряжений общий сигнал угловых ошибок в фазовых детекторах преобразуется в два управляющих напряжения, пропорциональных ошибкам отклонения отдельно по азимуту и углу места.

Управляющие напряжения после усиления и преобразования подаются на исполнительные двигатели приводов вращения антенны по азимуту и углу места, и антенна поворачивается в направлении на радиозонд.

Для осуществления безынерционного перемещения антенны вводится отрицательная обратная связь в системе управления антенной. Сигналы обратной связи вырабатываются в тахогенераторах азимута и угла места и подаются после фазового детектирования в суммирующие усилители, где они складываются с управляющими напряжениями азимута и угла места и уменьшают его амплитуду. При этом антенна перемещается плавно (без рывка).

С выходными валами приводов по азимуту и углу места связаны датчики углового положения по α и ε , напряжения с которых подаются в систему определения координат для преобразования в цифровые коды α и ε . В режиме ручного управления следящая система размыкается, а в каналы азимута и угла места подаются два независимых друг от друга управляющих напряжения с устройства ручного наведения по α и ε , расположенного на пульте оператора.

Индикация положения антенны производится на экране видеоконтрольного устройства в цифровой и аналоговой форме.

Система отображения информации предназначена для передачи информации в видеоконтрольное устройство (ВКУ), алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ) и телетайп.

На экране ВКУ отображается радиолокационная, метеорологическая и контрольная информация в аналоговой и цифровой форме.

На бумажной ленте АЦПУ печатается вся информация, которая высвечивается на экране ВКУ, дополнительно печатаются некоторые промежуточные данные и результаты, возникающие в процессе решения задачи зондирования атмосферы. Все конечные документы и результаты решения задачи зондирования выводятся на перфоленту и бумажную ленту телетайпа.

Система обработки и управления (СОУ) предназначена для обработки первичной радиолокационной и телеметрической информации, а также управления работой системы комплекса.

СОУ решает следующие задачи:

- обрабатывает радиолокационные координаты и метеорологические параметры;

- производит вычисление метеопараметров в соответствии с метеозадачами;

- подготавливает аэрологические телеграммы КН-03, КН-04, "Слой", "Приземный слой", "Шторм";

- осуществляет обработку и выдачу в систему отображения информации всей отображаемой и регистрируемой радиолокационной и метеорологической информации;

- вырабатывает команды по включению, изменению и выключению режимов систем комплекса в процессе подготовки и проведения аэрологического зондирования;

- обеспечивает совместно с системой автоматического контроля функциональный контроль аппаратуры комплекса.

СОУ включает в себя ЭВМ, устройство ввода-вывода (УВВ) с тремя каналами передачи информации, внешние устройства.

Выполнение математических операций при решении задачи зондирования, задачи управления и контроля производится в ЭВМ. В памяти ЭВМ хранятся все управляющие и обрабатывающие программы.

Управление работой ЭВМ, ввод в нее необходимых исходных данных осуществляется с пульта оператора.

Время выполнения задач задается интервалами времени, которые формируются в таймере. ЭВМ с помощью таймера также обеспечивает счет текущего и полетного времени.

Преобразование метеопульсов "F метео" в цифровые коды длительности периода и длительности импульса осуществляется в метеопреобразователе, который вместе с таймером входит в состав СОУ.

Все устройства, передающие в ЭВМ или принимающие из ЭВМ информацию, называются внешними устройствами (ВНУ). Информационная связь между ВНУ и ЭВМ осуществляется через каналы ввода-вывода. К внешним устройствам относятся: таймер, метеопреобразователь, ВКУ, АЦПУ, телетайп, преобразователь координат, клавиатура пульта оператора и т.д.

Система автоматического контроля (САК) предназначена для проведения автоматического функционального контроля параметров аппаратуры комплекса и управления аппаратурой в процессе зондирования. Проверка параметров осуществляется посистемно, когда в ЭВМ выполняется программа функционального контроля. Контрольная информация отображается на экране ВКУ. Если контролируемая система исправна, рядом с индексом системы высвечивается сообщение "ИСПР", если система не исправна - "НЕИСПР".

В качестве источника входных сигналов при проверке работы ряда систем используется имитатор сигналов радиозонда.

При проведении функционального контроля проводится допусковый контроль параметров аппаратуры. Во время допускового контроля проверяется, находятся ли контролируемые параметры в пределах допуска. Контрольные точки, с которых снимается информация о контролируемых параметрах, подключаются ко входу системы автоматического контроля. Если контролируемые параметры поступают в аналоговой форме (напряжение, частота и т.п.), то в САК происходит их преобразование в цифровой код. Параметры в цифровом коде подаются на ЭВМ, где и производится допусковый контроль.

Для того чтобы передать в ЭВМ необходимый параметр, сначала из ЭВМ поступает в САК цифровой код контрольной точки аппаратуры, а затем поступает код команды на включение требуемого преобразователя "аналог-код", если параметр имеет аналоговую форму.

Когда требуется определить границы изменения контролируемого параметра, то помимо указанных кодов, поступающих из ЭВМ в САК, подаются такие коды команд на изменение параметра.

Во время работы комплекса по зондированию атмосферы САК работает в режиме управления. При этом параметры не контролируются и не изменяются, как в режиме "Функциональный контроль", а производится дешифрация кодов команд, поступающих в ЭВМ на включение или выключение части аппаратуры комплекса. После дешифрации команды в анало-

говой форме (напряжение логического уровня либо уровня +27 В) подаются из САК в аппаратуру и выполняются.

Система электропитания предназначена для обеспечения всех систем комплекса необходимым напряжением питания.

1.4. Конструкция

Конструктивно комплекс АНК-I состоит из шкафов и стоек, в которых размещены блоки основной аппаратуры. Блоки представляют собой раму с закрепленными субблоками. Субблок - это плата с элементами схем. Субблоки в общую схему блока включаются через разъем, который одновременно является элементом крепления субблока. Для удобства проведения регулировок и регламентных работ блоки могут выдвигаться, для чего в шкафах предусмотрены направляющие и элементы фиксации блоков в выдвинутом положении. Электрические соединения между блоками выполнены кабелями.

В состав комплекса входят: шкаф ЦТ-02, стойки ЦТ-03, ЦТ-801, ЦТ-04, ЦТ-05, стойка АЦПУ, стойка ЭВМ, антенная колонка.

В шкафу ЦТ-02 расположена передающая система и часть антенно-фидерной системы.

В стойке ЦТ-03 располагается большая часть аппаратуры в виде блоков различных систем (16 блоков).

Стойка ЦТ-801 является стойкой питания, откуда первичное напряжение питания (220 В 400 Гц) подается на все шкафы и стойки.

Стойка ЦТ-04 является пультом оператора, на нем установлены видеоконтрольное устройство и индикатор дальности.

В стойке ЭВМ расположены ЭВМ, пульт проверки работы ЭВМ и часть контрольно-измерительной аппаратуры.

В стойке ЦТ-05 располагаются блоки аппаратуры проверки радиозонда.

Антенная колонка устанавливается на крыше здания и соединяется с аппаратурой, размещенной в помещении, при помощи жесткого фидера АФС и жгута кабелей.

2. ПЕРЕДАЮЩАЯ СИСТЕМА

2.1. Назначение и состав

Передающая система предназначена для выработки импульсов запроса в виде кратковременных импульсов энергии сверхвысокой частоты и подстройки частоты передатчиков под несущую частоту радиозонда,

которая в процессе полета радиозонда может меняться в небольших пределах.

В состав передающей системы входят передатчик I с малым уровнем СВЧ-энергии для работы с радиозондом, находящимся на расстоянии до 3000 м от комплекса, и передатчик 2 для работы с радиозондом, удаленным от комплекса на расстояние более 3000 м; система автоматической подстройки частоты передатчиков (АПЧП).

2.2. Передатчик большой мощности (передатчик 2)

Упрощенная принципиальная схема передатчика большой мощности представлена на рис. 2.1.

Передатчик 2 состоит из модулятора и генератора СВЧ. В модулятор входят: генератор импульсов поджига, коммутатор Л1, линия формирования Э1, импульсный трансформатор Тр 4, источники питания +125 В и +3 кВ.

Генератор импульсов поджига предназначен для формирования импульсов напряжения, управляющих работой коммутатора, и состоит из формирующего двухполосника Др2, С7 и С8, импульсного трансформатора Тр3 и двух тиристоров Д4 и Д5. В качестве генератора СВЧ используется генераторная часть потенциалотрона, выполненная по схеме магнетронного генератора.

Работа схем. В паузах между импульсами запуска происходит заряд двухполосника и конденсатора С6. Двухполосник заряжается от выпрямителя +125 В через резистор R13 до напряжения 110-120 В. Процесс заряда носит аperiodический характер. Конденсатор С6 заряжается до напряжения делителя R18, R19. С приходом импульса запуска тиристор Д5 открывается, вызывая разряд конденсатора С6, что приводит к открытию мощного тиристора Д4, так как ток разряда на дросселе Др1 создает напряжение отпирания, приложенное к управляющему электроду Д4 положительным потенциалом. С открытием тиристора Д4, Д5 формирующий двухполосник разряжается через них и первичную обмотку импульсного трансформатора Тр3, во вторичной обмотке которого индуцируется импульс поджига длительностью 4-6 мкс и амплитудой 250 В. Импульсы поджига поступают на коммутатор - водородный тиратрон Л1.

В промежутках между импульсами поджига линия формирования Э1 заряжается от выпрямителя +3кВ через зарядный дроссель Др3 до напряжения +4,7 кВ (резонансный заряд).

С появлением на сетке тиратрона импульса поджига тиратрон зажигается. Линия формирования разряжается через тиратрон и первичную

4.5. Функциональная группа формирователей модулирующих сигналов ИСРЗ блока Ш-33

Формирователи модулирующих сигналов ИСРЗ вырабатывают модулирующие сигналы дальности, угловой ошибки, метеочастот, суперного шума, позволяющие имитировать полный сигнал радиозонда. Сигнал ИСРЗ применяется для проверки приемной системы, СОК, САУ, СОВ. Проверка может проводиться в ручном режиме управления или в режиме автоматического функционального контроля. В соответствии с этим изменение параметров сигнала ИСРЗ может производиться вручную при помощи органов управления ИСРЗ, расположенных на пульте оператора и на передней панели блока Ш-63, или автоматически - по командам, поступающим из системы автоматического контроля. Установка режима

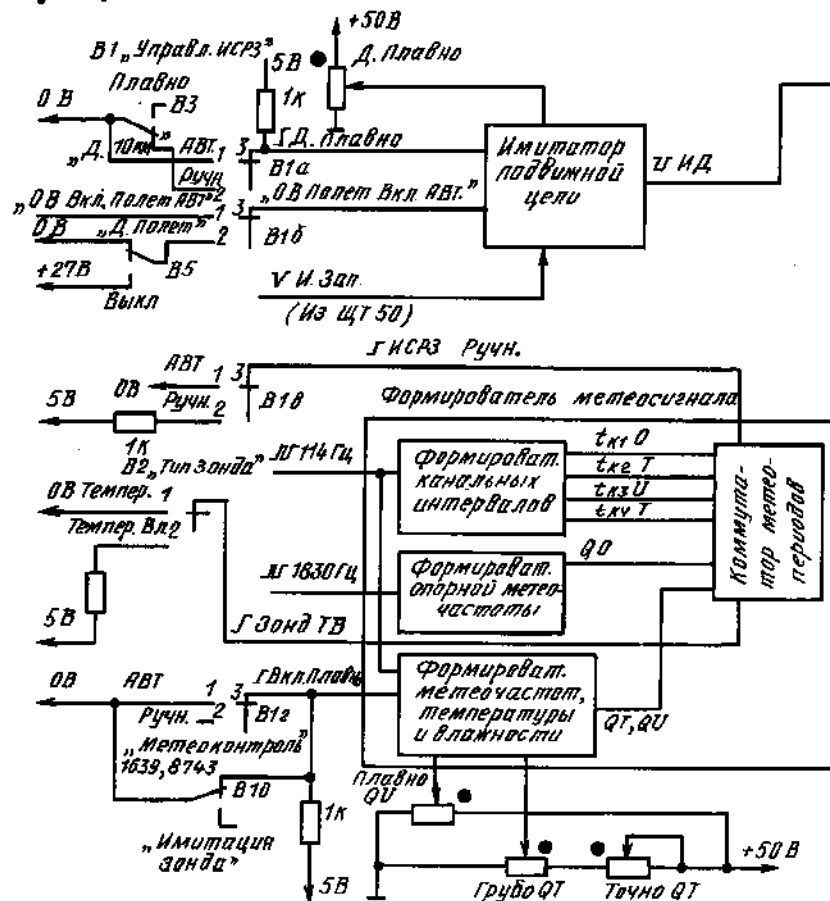
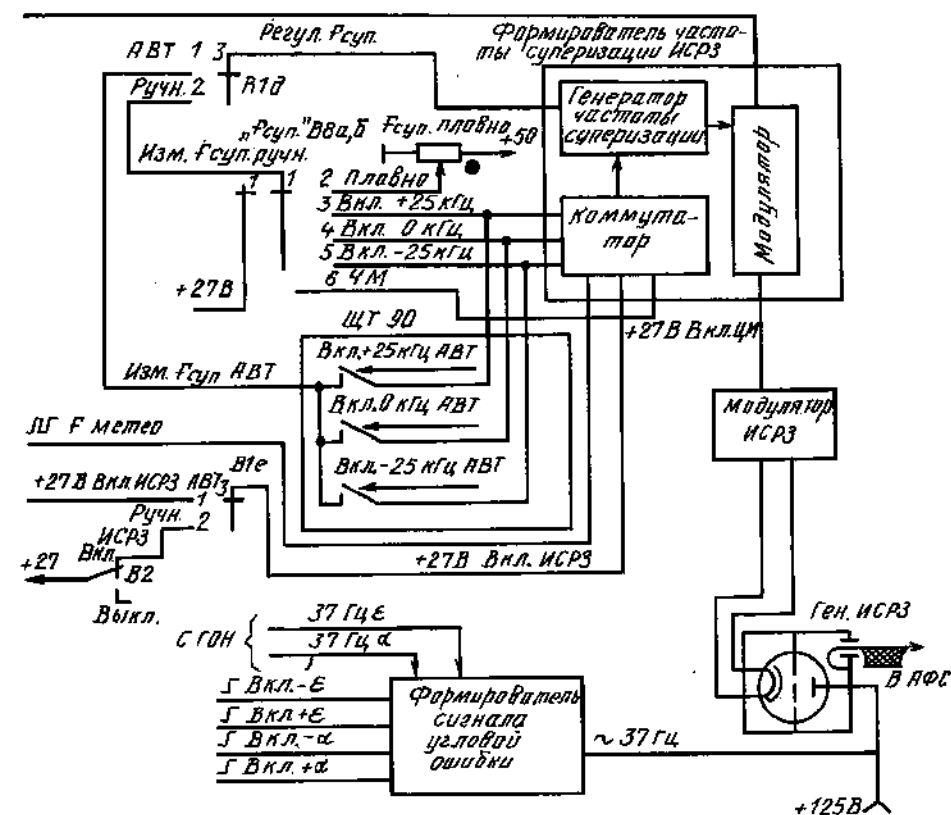


Рис. 4.7. Функциональная схема формирователя

управления производится переключателем В1 "Управл. ИСРЗ" "Ручн.-Автом." При этом все формирователи модулирующих сигналов ИСРЗ переходят в соответствующий режим управления (рис. 4.7).

Функциональная группа формирователей модулирующих сигналов ИСРЗ включает: имитатор подвижной цели, формирователь метеосигналов, формирователь сигнала угловой ошибки, генератор частот суперизации ИСРЗ, органы управления и схемы коммутации режимов и параметров, расположенные в блоке Ш-63.

Имитатор подвижной цели предназначен для формирования импульса дальности ("ГИД"), образующего в сигнале ИСРЗ паузу, по которой, как по ответной паузе в сигнале радиозонда, определяется дальность и производится слежение по дальности. Схема имитатора подвижной цели позволяет устанавливать начальную дальность, т.е. устанавливать время задержки импульса "ГИД" относительно импульса запуска



модулирующих сигналов ИСРЗ

"УИ. зап.", и непрерывно перемещать "Г ИД" на временной оси, имитируя плавное изменение наклонной дальности во время полета радиозонда. Установка начальной дальности осуществляется плавно или дискретно в зависимости от логического уровня команды "Г Д. плавно". Плавная установка паузы производится потенциометром "Д. плавно" в диапазоне 0 — 110 км, когда команда "Г Д. Плавно" подается высоким уровнем логической единицы (4,1 — 4,8 В). Дискретно пауза всегда устанавливается на дальности 10 км, когда действует низкий уровень (0 — 0,5 В) команды "Г Д. Плавно". Установка "Плавно" производится только в ручном режиме в положении переключателя ВЗ "Плавно". В этом случае управляющая шина, по которой передается команда "Г Д. Плавно", будет иметь высокий уровень, определяемый источником +5 В.

Дискретно начальная дальность устанавливается, когда управление ИСРЗ производится автоматически или вручную, если тумблер ВЗ установлен в положение "Д. 10 км".

Перемещение "Г ИД" начинается с подачи команды "ОВ Полет Вкл. Авт.". В автоматическом режиме управления ИСРЗ эта команда, имеющая нулевой уровень, поступает из системы автоматического контроля. В ручном режиме команда "ОВ Полет Вкл. Авт." поступает с тумблера ВБ, установленного в положение "Д. Полет". В положении ВБ "Вкл." на управляющую шину подается напряжение +27 В, запрещающее имитацию полета. Перемещение "Г Д" от установленной начальной дальности в сторону увеличения дальности происходит в течение 26 с. Если необходимо повторить имитацию полета, в ручном режиме управления тумблер ВБ устанавливают в положение "Вкл.", затем — "Д. Полет".

Формирователь метео сигнала вырабатывает последовательность импульсов (ГГ F метео), которые имитируют передачу метеоинформации в сигнале радиозонда. Кодирование метеоинформации производится по принципу: величины метеопараметров (опорное напряжение, температура и влажность) закодированы в периоде метеочастоты опорной, температурной и влажностной, и длительность импульсов опорной метеочастоты в два раза меньше длительности импульсов метеочастоты температурной и влажностной ($T_{и.оп} = 200$ мкс. $T_{и.твл} = 400-500$ мкс). Опорная частота образуется в формирователе опорной метеочастоты из импульсов частоты 1830 Гц и имеет постоянное значение периода, равное 1639 мкс. Влажностная и температурная метеочастоты поочередно образуются в соответствующем формирователе метеочастот, и они могут изменяться при помощи потенциометров "QН Плавно", "QT Грубо", "QT Точно", если подана команда "Г Вкл. Плавно". Эта команда подается

в ручном режиме управления, когда тумблер В10 установлен в положение "Имитация зонда". В автоматическом режиме управления, а также в ручном при установленном тумблере В10 в положение "Метеоконтроль 1639, 8743", когда по шине "Вкл. Плавно" подается низкий уровень, формирователь вырабатывает одну фиксированную метеочастоту, длительность периода которой равна 8743 мкс. В этом случае метеочастота образуется из импульсов частоты 114 Гц. Когда осуществляется плавная перестройка метеочастот в формирователе метеочастот, работает перестраиваемый генератор, преобразующий в частоту управляющие напряжения, поступающие с потенциометров "QН Плавно", "QT Грубо" в свои каналные интервалы.

Для передачи всех метеочастот через один канал используются каналные интервалы, которые вырабатываются в формирователе каналных интервалов из импульсов частоты 114 Гц. Вырабатываются две последовательности каналных интервалов: 1) опорный — температурный — влажностный — температурный (для имитации зонда типа ТВ с датчиком влажности), 2) опорный — температурный — опорный — температурный (для имитации зонда типа Т без датчика влажности).

Длительность каналных интервалов температуры, влажности равна 5 с, опорного — 6 с.

В коммутаторе метеопериодов каналные интервалы заполняются соответствующими метеочастотами. Переключение последовательности 2 на последовательность 1 происходит по команде "Г Зонд, ТВ", поступающей с переключателя В2 "Тип зонда" пульта оператора. В автоматическом режиме управления, когда по шине "ИСРЗ Ручн" действует низкий уровень, каналные интервалы следуют с последовательностью 2.

Формирователь частоты суперизации ИСРЗ вырабатывает сигнал частоты суперизации, промодулированный импульсами дальности и метеосигналом. Для контроля функционирования системы АПЧ 465 кГц предусмотрена возможность подстройки частоты суперизации при подаче управляющего напряжения по шине "Регул. F суп" на варикап генератора частоты суперизации. В коммутаторе вырабатываются три управляющих напряжения, соответствующих фиксированной расстройке на +25 кГц, на 0 кГц, на -25 кГц. В автоматическом режиме управление частотой суперизации осуществляется по командам "Вкл. +25 кГц АВТ", "Вкл. 0 кГц Авт.", "Вкл. -25 кГц Авт", производящим коммутацию соответствующего управляющего напряжения в системе автоматического контроля Ш-90. В ручном режиме управления ИСРЗ управляющие напряжения с коммутатора поступают на шину "Регул. F суп" через контакты переключателя В8 "F суп". В положение В8 "Плавно" управляющее напряжение пода-

ется с потенциометра "F суп Плавно", с помощью которого возможна плавная расстройка частоты суперизации.

Для частотной модуляции сигнала генератора частоты суперизации частотой метeosигнала в коммутатор подается команда "+ 27 В Вкл. ЧМ". Команда "+ 27В Вкл. ЧМ" подается с переключателя В8 "F суп", установленного в положение ЧМ.

В этом режиме на варикап генератора частоты суперизации с коммутатора поступают импульсы метeosигнала ($\square\square$ F метео).

Напряжение во время действия импульса определяет значение частоты суперизации: $F_{\text{суп. ср}} + \frac{\Delta F}{2}$, где $F_{\text{суп. ср}}$ - значение средней частоты суперизации,

ΔF - девиация частоты суперизации (от 11 до 17 МГц).

Напряжение во время действия паузы сигнала " $\square\square$ F метео" определяет значение частоты суперизации $F_{\text{суп. ср}} - \frac{\Delta F}{2}$.

Образование паузы в сигнале частоты суперизации происходит в модуляторе при поступлении на модулирующий вход импульсов "У ИД". С выхода модулятора суперизующий сигнал подается в модулятор ИСРЗ для усиления по мощности и далее на катод генератора ИСРЗ, модулируя сигнал СВЧ генератора по амплитуде.

Формирователь сигнала угловой ошибки предназначен для получения сигнала ошибки частоты 37 Гц с различными фазами 0, 180, 90, 270° для проверки возможности поворота антенны по различным направлениям: $\nearrow$, $\nwarrow$, $\searrow$, $\swarrow$. На формирователь подаются сигналы 37 Гц ε и 37 Гц α с двух обмоток генератора опорных напряжений (ГОН), расположенного на антенной колонке. Сигналы 37 Гц ε и 37 Гц α имеют фазы 0 и 90°. В формирователе по соответствующим командам производится дополнительный сдвиг сигналов 37 Гц ε и 37 Гц α на 90° или передача их на выход формирователя без сдвига фаз. Команды "Г Вкл. - ε ", "Г Вкл. + ε ", "Г Вкл. - α ", "Г Вкл. + α " в автоматическом режиме управления подаются из системы автоматического контроля, в ручном - с клавишного переключателя, расположенного на передней панели блока Ц - 63. Выходной сигнал ~37 Гц с амплитудой 10 В подается вместе с напряжением питания +125 В на анод генератора ИСРЗ и производит дополнительную амплитудную модуляцию сигнала СВЧ генератора ИСРЗ. С генератора ИСРЗ сигнал через участок АЭС поступает на вход приемной системы, усиливается, преобразуется и распределяется по всем системам, вызывая соответствующие реакции систем на модулирующие сигналы. Таким образом производится проверка работоспособности основных систем.

5. СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ (СОК)

5.1. Назначение и состав

Система определения координат (СОК) выполняет следующие функции:

слежение по дальности за ответной паузой сигнала радиозонда и измерение временного интервала между импульсом запуска передатчика и ответным сигналом в режимах автосопровождения и ручного наведения;

формирование эталонных частот и синхронизирующих сигналов для работы аппаратуры комплекса;

отображение и контроль ответной паузы сигнала радиозонда на экране индикатора в процессе сопровождения;

отображение и контроль сигналов системы аппаратуры;

преобразование угловых перемещений антенны в двоичный код;

выдачу данных о координатах радиозонда через мультиплексный канал в ЭВМ.

Функционально СОК состоит из следующих частей: цифровой следящей системы измерения дальности, осциллографического индикатора, устройства считывания угловых координат.

5.2. Цифровая следящая система измерения дальности

Структурная схема цифровой следящей системы измерения дальности представлена на рис. 5.1.

Для измерения дальности до радиозонда используется метод, основанный на отсчете временного интервала между импульсом, излучаемым передатчиком, и ответным сигналом радиозонда, принятым аппаратурой. Отсчет временного интервала, пропорционального дальности, производится между импульсом запуска передатчика и стыком следящих стробов (рис. 5.2). Следящие стробы перемещаются по всему рабочему интервалу дальности в пределах 0 - 300 км. При автосопровождении по дальности стробы перемещаются с ответной паузой радиозонда и стык стробов совпадает с центром паузы.

Цифровая следящая система измерения дальности состоит из следующих схем: в качестве чувствительного элемента измерения дальности до радиозонда используется временной дискриминатор; элементом, управляющим перемещением следящих стробов, является двоичный реверсивный счетчик дальности; в качестве исполнительного элемента перемещения применяется регулируемая цепь задержки в виде преобразователя код-временной интервал и интерполирующей схемы. Все эти схемы

Входной переменной величиной для следящей схемы дальности является положение ответной паузы относительно стыков стробов. Сравнение центра ответной паузы и стыка стробов производится в дискриминаторе, и в случае несовпадения вырабатывается сигнал рассогласования. Сигнал рассогласования (СО) в виде медленно меняющегося напряжения

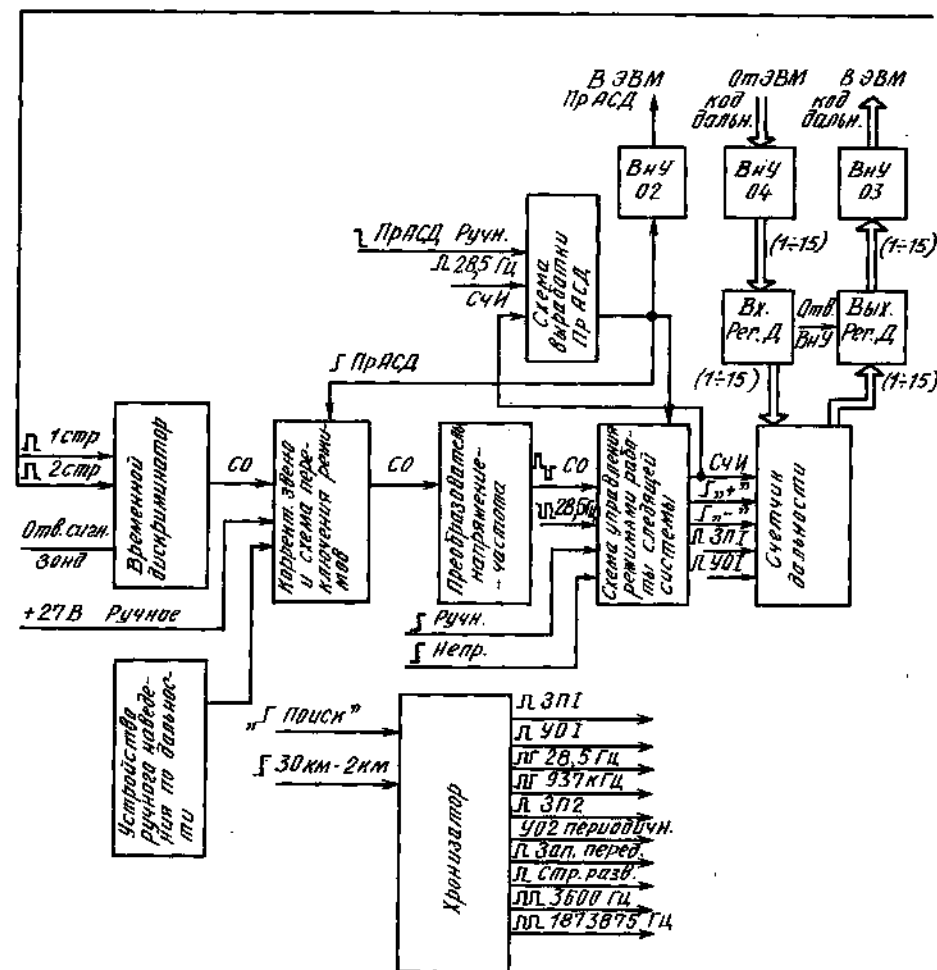


Рис. 5.1. Структурная схема цифровой

The diagram illustrates the signal flow in a radio receiver system. It starts with an input signal $(5-15)\rho$ entering a block labeled "Преобр. н.д. - Врем. интервал - ГДД" (Transformer, n.d. - Time interval - GDD), which is associated with components ЛЗП2, Л402, and Л937кГц. The output of this block is split: one path goes to an "Интерполирующая схема" (Interpolation scheme) and another path goes to a "Преобр. н.д. - Врем. интервал - ГДД зап. разв." (Transformer, n.d. - Time interval - GDD recording development) block, which is associated with Л402, Л937кГц, and ЛСтр. разв. The "Интерполирующая схема" is connected to a "Схема устойчивости" (Stability scheme) block, which is associated with ЛГДД and ЛЗап. Разв. The "Схема устойчивости" block is connected to a "Селектор имп. Далеко и зап. Разв." (Impulse selector, Far and recording development) block, which is associated with ЛД and ЛЗап. Разв. The "Селектор" block is connected to a "Схема формирования след. стробов и визура" (Pulse formation scheme and visual) block, which is associated with ЛД, ЛЗап. Разв., Л1Стр, and Л2Стр. The "Схема формирования" block is connected to a "Магистральный усилитель" (Mainline amplifier) block, which is associated with ЛВизур, ЛЗап. Разв., and ЛЗап. перед. The "Магистральный усилитель" block is connected to a "На индикатор" (To indicator) block, which is associated with ЛВизур, ЛЗап. Разв., and ЛЗап. перед. The diagram also shows a power supply section labeled "Г Пер. 1-2" and "Г Зонд 800-600 кГц" connected to the "Преобр. н.д. - Врем. интервал - ГДД" block and the "Селектор" block.

следящей системы дальности

"┐ -". Счетчик дальности представляет собой 15-разрядный двоичный реверсивный счетчик с начальной установкой кода. Поступающие на счетный вход импульсы $C_{\text{сч}}$ в зависимости от действующего сигнала управления реверсом счета "┐ +" или "┐ -" складываются или вычитаются с содержимым счетчика, непрерывно образуя код дальности.

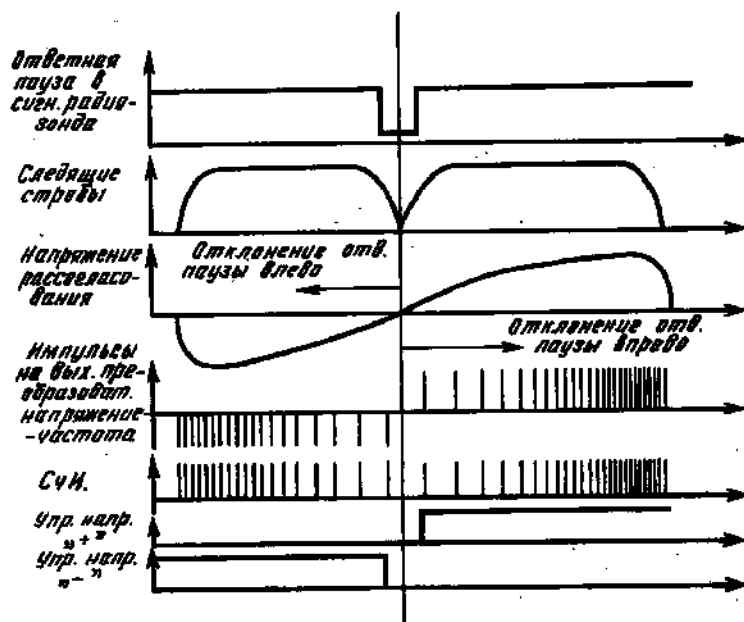


Рис. 5.2. Диаграммы работы следящей системы дальности

Во время работы системы дальности код, записанный в счетчике дальности, всегда соответствует задержке стыка стробов относительно импульса запуска передатчика, а в режиме автосопровождения код одновременно соответствует текущей дальности до радиозонда.

Передача кода дальности из счетчика дальности в ЭВМ через выходной регистр дальности и Вых 03 производится каждые 0,25 с по запросу ЭВМ, поступающему в схему дальности в виде сигнала "Отв. Вых".

Начальная установка содержимого счетчика производится в режиме "автоматический функциональный контроль" путем передачи из ЭВМ через Вых 04 и входной регистр 15-разрядного контрольного кода дальности.

Для преобразования цифрового кода дальности во временной интервал, равный задержке следящих стробов относительно импульса запуска передатчика ($\Delta \text{ЗП2}$) и строба импульса запуска развертки индикатора дальности ($\Delta \text{Стр. Разв.}$), применяются схемы задержки: преобразователи код-временной интервал грубого отсчета дальности ($\Delta \text{ГОД}$) и грубого отсчета запуска развертки индикатора дальности ($\Delta \text{ГО Зап. Разв.}$), интерполирующая схема, схема установки нуля дальности. Схемы грубого отсчета используются для грубой задержки импульсов " $\Delta \text{ЗП2}$ " и " $\Delta \text{Стр. Разв.}$ ", интерполирующая схема - для их точной задержки. С выходов схем грубых задержек импульсы " $\Delta \text{ГОД}$ " и " $\Delta \text{ГО Зап. Разв.}$ " по одной цепи проходят через интерполирующую схему, схему установки нуля дальности и поступают в селектор для разделения на два импульса " $\Delta \text{Д}$ " и " $\Delta \text{Зап. Разв.}$ ".

Преобразователи грубого отсчета управляют одиннадцатью старшими разрядами счетчика дальности и задерживают импульсы " $\Delta \text{ЗП2}$ " и " $\Delta \text{Стр. Разв.}$ " на время, пропорциональное коду дальности, содержащемуся в одиннадцати старших разрядах. Импульсы " $\Delta \text{ЗП2}$ " и " $\Delta \text{Стр. Разв.}$ " формируются в хронизаторе и в зависимости от выбранного масштаба развертки индикатора дальности 30 км или 2 км импульс " $\Delta \text{Стр. Разв.}$ " опережает импульс " $\Delta \text{ЗП2}$ " на время, соответствующее 14 км или 800 м. Интерполирующая схема управляет четырьмя младшими разрядами счетчика дальности и вводит задержку импульсов " $\Delta \text{ГОД}$ " и " $\Delta \text{ГО Зап. Разв.}$ " на время, пропорциональное коду дальности, содержащемуся в четырех младших разрядах. Задержки импульсов " $\Delta \text{ЗП2}$ " и " $\Delta \text{Стр. разв.}$ " в преобразователях грубого отсчета и в интерполирующей схеме складываются, поэтому общая задержка будет пропорциональна полному коду текущей дальности.

Схема установки "0 - дальности" вводит дополнительную задержку импульсов запуска развертки и импульса запуска формирователя следящих стробов, компенсирующую задержки: импульса запуска передатчика в тракте передатчика, ответного сигнала в тракте приемника и в ответчике радиозонда. В схеме установки "0 - дальности" учитывается тип радиозонда (с частотой суперизации 800 или 600 кГц) и тип работающего передатчика (передатчик 1 или 2).

Схема формирования следящих стробов и визира запускается импульсом " $\Delta \text{Д}$ " и формирует два следующих один за другим импульса следящих стробов (" $\Delta \text{1 стр.}$ ", " $\Delta \text{2 стр.}$ ") и импульс электрического визира (" $\Delta \text{Визир}$ ", центр которого совпадает со стыком стробов. Импульс " $\Delta \text{Визир}$ " и импульс " $\Delta \text{Зап. Разв.}$ " через магистральный усилитель подаются на индикатор дальности. Следящие стробы поступа-

ют на временной дискриминатор, и, таким образом, следящая схема замыкается в кольцо.

Следящие стробы сдвигаются при изменении кода дальности до тех пор, пока рассогласование между положением стыка стробов и ответной паузой не уменьшится до нуля и не прекратится изменение кода дальности. Так как значение временного интервала в следящей схеме изменяется с дискретностью по дальности 10 м, то при автосопровождении происходит периодическое изменение величины дальности на 10 м около установившегося значения, вызывающее соответствующее изменение сигнала рассогласования (СО). Периодичность колебаний сигнала СО определяется постоянной времени корректирующего звена. Корректирующее звено обеспечивает полосу пропускания следящей системы (0,2–0,3) Гц в режиме автосопровождения и (1,5–2) Гц в режиме автозахвата. Переключение полосы с широкой на узкую происходит, когда в корректирующее звено поступает сигнал "Пр. АСД" (признак автоматического сопровождения по дальности). Сигнал "Пр. АСД" формируется в схеме выработки "Пр. АСД" или подается с переключателя "Пр. АСД Вкл.-Выкл." пульта оператора. В схеме выработки "Пр. АСД" производится сравнение частоты счетных импульсов СЧИ и импульсов частоты 28,5 Гц, вырабатываемых хронизатором. Признак автосопровождения вырабатывается тогда, когда частота счетных импульсов будет меньше значения частоты 28,5 Гц. Это условие выполняется, если произошло совпадение (захват) одного из следящих стробов с ответной паузой при небольшом рассогласовании положений (при больших рассогласованиях частота СЧИ много больше 28,5 Гц, при малых рассогласованиях частота СЧИ стремится к нулю).

Цифровая следящая схема измерения дальности работает в трех режимах: автосопровождение, поиск, ручной режим управления.

Для установки режима автосопровождения в схему управления режимами работы подается команда "Г Непр" (непрерывное), замыкающая следящую схему в кольцо, если в схему управления режимами работы подается сигнал "Пр АСД". При этом производится непрерывное слежение за положением ответной паузы сигнала радиозонда.

Для установки ручного режима в схему управления режимами подается команда "Г Ручн", блокирующая поступление в схему управления сигнала "Пр. АСД", а в корректирующее звено подается команда "+27 В Ручн". При поступлении команды "+27 В Ручн" следящая схема размыкается и на вход преобразователя напряжение – частота с устройства ручного наведения по дальности подается постоянное напряжение положительной или отрицательной полярности, пропорциональное скорости

перемещения следящих стробов и визира по дальности в сторону уменьшения или увеличения.

В режиме поиска система дальности работает, когда производится автоматический функциональный контроль при включенном имитаторе (ИСПЗ), с которого на временной дискриминатор через приемную систему поступает в сигнале КД пауза установленная на дальность 10 км. Режим поиска предназначен для проверки автозахвата паузы дальности ИСПЗ и сопровождение паузы при ее перемещении. Режим устанавливается, когда в хронизатор подается команда "Г Поиск", а команды "Г Ручн", "Г Непр" и "+27 В Ручн" снимаются. При этом хронизатор однократно вырабатывает импульсы "Г У 01" и "ЗП1", а через схему управления разрешается поступление импульсов 28,5 Гц. Импульс "Г У 01" обнуляет счетчик дальности, импульс "ЗП1" разрешает запись кода границы дальности 8800 м. Импульсы 28,5 Гц подаются на счетный вход счетчика дальности так, что код дальности начинает нарастать. Это приводит к перемещению следящих стробов в сторону увеличения дальности до совпадения с паузой. В момент совпадения вырабатывается признак автоматического сопровождения Пр АСД, и следящая система переходит в режим автосопровождения. Далее выдается в формирователь модулирующих сигналов ИСПЗ команда "0 В Вкл. Полет Авт.", пауза начинает перемещаться, и в это время проверяется сопровождение по дальности. Для анализа работы следящей системы сигнал "Пр. АСД", возникающий в момент захвата, через ВДУ 02 передается в ЗВМ.

5.3. Функциональная схема преобразователя

код – временной интервал

Функциональная схема преобразователя код-временной интервал представлена на рис. 5.3.

Схема преобразователя формирует импульсы "Г Д" и "Г Зап. Разв." путем временной задержки импульсов соответственно "Г ЗП2" и "Г Стр. Разв.". Временное положение импульсов "Г Д" и "Г Зап. Разв." на шкале дальности соответствует текущему коду дальности.

Схема преобразователя состоит из двух одиннадцатиразрядных счетчиков (Д 43, Д 47), выполняющих функции преобразователей "код-временной интервал" грубого отсчета, интерполирующей схемы, в которую входят регистр Д7 и четыре последовательно включенные линии задержки на 80 м, 40 м, 20 м, 10 м каждая с логическими элементами 2И-НЕ (Д 8, Д 9) и 2 ИЛИ-НЕ (Д 10); селектора импульсов, состоящего из триггера (Д45) и двух элементов 2И-НЕ (Д21, Д22).



Схема работает следующим образом. Перед началом преобразования счетчики Д 43, Д 47 устанавливаются в нулевое состояние импульсом "П УО2" (рис. 5.4), поступающим на входы R. На установочные входы Д I + Д II с выходов А6-А15 счетчика дальности Д I с инверсией подается код одиннадцати старших разрядов. Запись кодов будет производиться при поступлении импульса на вход С. Управляющие входы $\vee I$ и $\vee 2$ счетчиков предназначены для разрешения ($\vee I$) и запрета ($\vee 2$) поступления импульсов по входу "+I". Число импульсов, поступающих по входу "+I", суммируется с числом, записанным в счетчике.



69

Задержка $T_{\text{зад. ГО}}$ пропорциональна коду одиннадцати старших разрядов дальности, так как код числа всех поступивших импульсов "Л 937 кГц" равен неинвертированному коду дальности, записанному в счетчики, а частота импульсов "Л 937 кГц" выбрана с учетом совпадения суммарного числа периодов, поступивших в счетчики импульсов "Л 937 кГц", с временем прохождения зондирующего импульса до радиозонда и обратно при установленной дальности.

Преобразователь код-временной интервал осуществляет задержку с дискретностью 160 м. Для увеличения точности определения дальности применяется интерполирующая схема, осуществляя задержку с дискретностью 10 м.

С выходов счетчиков импульсы "Л ГОД" и "Л ГО Зап.Разв." поступают в схему 2 ИЛИ-НЕ (Д20) и по одной шине подаются в интерполирующую схему. Интерполирующая схема управляется четырьмя младшими разрядами счетчика дальности, которые переписываются в регистр Д7 при поступлении на разрешающий вход С импульса "Л ЗП2". Каждый разряд кода дальности управляет линией задержки, соответствующей весу разряда: младший разряд (R1) – 10 м, второй (R2) – 20 м и так далее. Максимальная задержка интерполирующей схемы равна 150 м, минимальная – 10 м (этим значением определяется точность измерения дальности). Если, например, в четвертом разряде кода дальности установлен нуль, то с выхода "R4 – прямой" регистра Д7 на элемент управления 2И-НЕ (Д8) поступает низкий уровень, запрещающий прохождение через линию задержки 80 м импульсов "Л ГОД" и "Л зап. Разв.". В то же время с выхода "R4-инверсный" на элемент 2И-НЕ (Д9) подается высокий уровень, разрешающий прохождение импульсов "Л ГОД" и "Л Зап.Разв.", в обход линии задержки 80 м без какой-либо задержки, на следующую линию задержки 40 м. Если в четвертом разряде кода дальности установлена единица, то состояние выходов "R4-прямой", "R4-инверсный" будет обратное, и импульсы "Л ГОД", Зап.Разв." пройдут через линию задержки 80 м на линию задержки 40 м.

С интерполирующей схемы импульсы "Л ГОД", "Л Зап. Разв." через схему установки нуля дальности поступают во временной селектор на входы схем 2И-НЕ (Д21, Д22). Вторые входы этих схем подключены к прямому и инверсному выходам триггера (Д45). Триггер устанавливается в нулевое состояние импульсом "Л ГО Зап.Разв.", а в единичное – импульсом "Л ГОД". Схема временного селектора работает так, что в момент действия на входах схем Д21, Д22 импульса "ГО Зап.Разв." на второй вход схемы Д22 поступает разрешающий уровень с установленного в этот момент в нулевое состояние триггера Д45.

Образуется импульс "Л Зап. Разв.". Далее к моменту прихода импульса "Л ГОД" триггер перебросится в единичное состояние и разрешит прохождение импульса через схему Д21. Образуется импульс "Л Д". Импульсы "Л Д" и "Л Зап. Разв." поступают на входы $\sqrt{2}$ счетчиков Д43, Д47 и запрещают поступление импульсов через входы "+1". На этом работа схемы преобразователя в одном цикле закончится и повторится заново с приходом импульса "Л У02". Преобразователь работает с частотой 457 Гц.

5.4. Осциллографический индикатор

Осциллографический индикатор (блок Ш -52) предназначен для визуального наблюдения сигналов, поступающих от радиозонда при его сопровождении, а также для контроля сигналов в различных цепях аппаратуры при ее настройке. Упрощенная функциональная схема индикатора представлена на рис. 5.5.

Индикатор состоит из следующих функциональных узлов: коммутатора входных контролируемых сигналов В16, В5, В7; коммутатора входного сигнала запуска развертки В1а; линейки формирования развертки, состоящей из генератора развертки с двумя наборами R, C – элементов и схемы их коммутации В1с, В3; усилителя горизонтального отклонения; усилителя импульсов подсвета прямого хода луча; усилителя вертикального отклонения; схем формирования пьедестала и электрического визира.

Схема индикатора аналогична типовой схеме осциллографа с внешним запуском развертки. Запуск развертки осуществляется сигналами, поступающими с различных систем и блоков через переключатель "Режим работы" (панель В1а) на схему формирования импульсов запуска генератора развертки. Одновременно через переключатель "Режим работы" (панель В1б) контролируемый сигнал, соответствующий режиму работы индикатора, подается на вход усилителя вертикального отклонения и после усиления – на вертикально-отклоняющие пластины осциллографической трубки.

Генератор развертки выполнен по схеме с отрицательной обратной связью. Пилособразное напряжение с выхода генератора подается на усилитель горизонтального отклонения, а также на один вход схемы формирования импульса запуска, где оно сравнивается с опорным напряжением, поступающим с потенциометра "Размер развертки" ("Разм. Разв.") на второй вход схемы формирования. Запуск генератора развертки производится через схему формирования импульсами сигнала синхронизации, а срыв генератора производится импульсами совпаде-

сигналов "Вых.КД АПЧГ", "465 кГц АПЧГ" в канале АПЧГ приемника и сигнала 100 Гц в канале АПЧГ. Положение переключателя В5 "Вид сигнала" при контроле указанных сигналов должно соответствовать ВМ, "465 кГц", "Ошиб". Для запуска генератора развертки используются импульсы частотой 100 Гц.

В режиме "Сигн.ГШ" (сигнал генератора шума) контролируется сигнал "Вых.КД Осн" при измерении коэффициента шума, когда в приемную систему поступает шумовой сигнал с генератора шума. Для запуска генератора развертки используется опорный сигнал ИШШ.

В режиме И СВЧ контролируется ошибающая излучаемых передатчиком зондирующих импульсов. Для запуска генератора развертки используются импульсы запуска передатчика.

В режиме СО АПЧП контролируется сигнал ошибки на выходе дискриминатора системы АПЧП - "Сигн. АПЧП". Для запуска генератора развертки используются импульсы 28,5 Гц.

В режиме "Вых.АМПД" контролируется сигнал АМПД, поступающий с коммутатора блока Ц.-32. Для запуска генератора развертки используются импульсы 100 Гц.

В режиме "Контроль" контролируются сигналы, которые подаются на гнездо "Контроль", расположенное на передней панели блока ЦТ-52.

5.5. Устройство считывания угловых координат

Устройство считывания угловых координат предназначено для преобразования углов положения антенны по азимуту (α) и углу места (ε) в цифровые коды и передачи кодов в ЭЕМ. Преобразование производится по принципу угол-фаза-временной интервал - код. Преобразование является циклическим и двухотсчетным, т.е. производится по каждой координате грубый и точный отсчет. Структурная схема представлена на рис. 5.6.

Устройство состоит из четырех бесконтактных индукционных фазовращателей (БИФ); двух коммутаторов, грубого (ГО) и точного (ТО) отсчета; счетчиков точного и грубого отсчета; четырех регистров, предназначенных для хранения результатов преобразования, и других вспомогательных схем.

Устройство работает следующим образом. В качестве датчиков угловых положений антенны используются БИФ (рис. 5.7), которые кинематически связаны с поворотным механизмом антенны, причем, фазовращатели ГО связаны передаточным отношением 1:1, а фазовращатели ТО через редуктор связаны отношением 1:32. Питанием напряжением фазовращателей является синусоидальное напряжение частотой 3660 Гц.

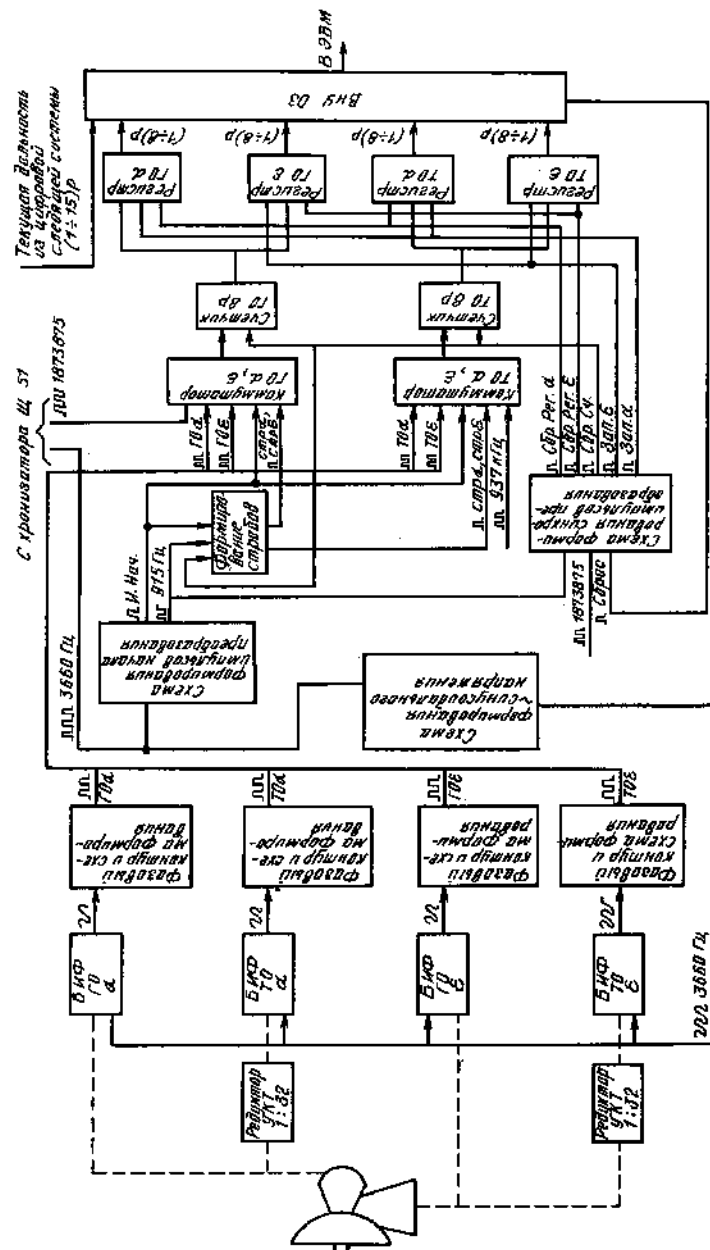


Рис. 5.6. Структурная схема устройства считывания угловых координат

Формируется оно в схеме формирования синусоидального напряжения из напряжения типа меандр частотой 3660 Гц, которое образуется в хронизаторе путем деления кварцевой частоты. Фазовращатели формируют напряжение частотой 3660 Гц, фаза которого меняется относительно фазы питающего напряжения пропорционально углу поворота ротора фазовращателя. Это напряжение подается в фазированный контур, где оно усиливается, ограничивается и из синусоидального преобразуется в

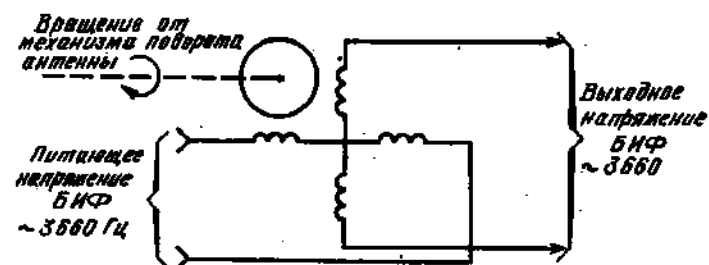


Рис. 5.7. Электрическая схема индукционного фазовращателя (БИФ)

"меандр". Таким образом, в четырех каналах образуется четыре напряжения одинаковой частоты, но с различными фазами, соответствующими четырем отсчетам. Два напряжения грубого отсчета α и ε поступают в коммутатор Г0, а два напряжения точного отсчета α и ε - на коммутатор Т0. Преобразования азимутальных и угломестных отсчетов разделяются во времени. Для этого на коммутаторы Г0 и Т0 со схемы формирования стробов подается два стробирующих импульса "Л Стр. α ", "Л Стр. ε ", сдвинутые относительно друг друга на полпериода (рис. 5.8). Строб "Л Стр. α " в момент действия разрешает преоб-

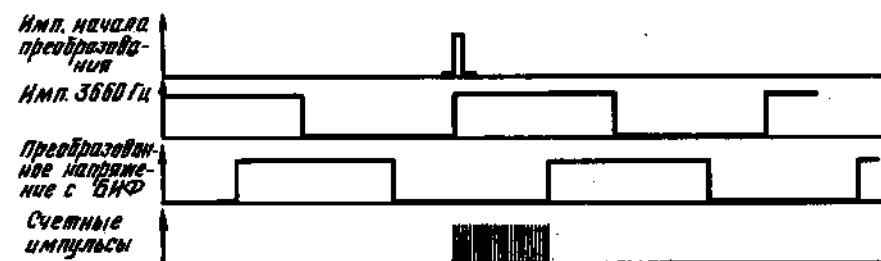


Рис. 5.8. Диаграмма работы преобразователя угловых координат

разование грубого и точного отсчета по азимуту, строб "Л Стр. ε " - по углу места. Чередование стробов происходит с частотой 457 Гц, и эта частота определяет цикличность преобразования. Стробы образуются из импульсов частоты 915 Гц, а импульсы 915 Гц образуются путем деления частоты 3660 Гц на четыре в схеме формирования импульсов начала преобразования (рис. 5.6). Эта же схема формирует импульсы начала преобразования "Л И.Нач.", поступающие в коммутаторы Г0 и Т0. Импульсы "Л И.Нач." совпадают по времени с передним фронтом каждого строба α и ε .

Схема формирования синхронных импульсов преобразования вырабатывает серию импульсов сброса и разрешения записи: "Л Сбр.Рег. α ", "Л Сбр.Рег. ε ", "Л Сбр.Сч.", "Л Зап. ε ", "Л Зап. α ". Перед началом каждого преобразования импульсами "Л Сбр.Рег. α ", "Л Сбр.Рег. ε " обнуляются соответствующие регистры, затем импульсами "Л Зап. α " или "Л Зап. ε " разрешается запись кода, образованного в предыдущем цикле преобразования в счетчиках Т0 и Г0, в регистры, и после этого импульсом "Л Сбр.Сч." сбрасываются счетчики Т0 и Г0 (рис. 5.8).

Преобразование фазо-временной интервал начинается с момента поступления на коммутаторы импульсов начала преобразования. Коммутаторы открываются, и на входы счетчиков начинают поступать импульсы. Для заполнения счетчика Г0 используются импульсы частотой 1873875 Гц, а для заполнения счетчика Т0 используются импульсы частотой 937 кГц.

Поступление импульсов на счетчик прекращается в момент воздействия на коммутатор переднего фронта преобразованного напряжения с БИФ (рис. 5.9). Таким образом, количество импульсов, поступивших на счетчики Т0 и Г0, будет пропорционально разности фаз питающего напряжения БИФ и выходного напряжения БИФ грубого и точного отсчета. Максимальное число импульсов счетчика Г0 равно 256. Это число пропорционально сдвигу фаз на 360° и углу поворота антенны на 360° . Три младших разряда счетчика Г0 являются согласующими, пять старших - информационными. Цена каждого импульса, поступающего в информационную часть счетчика, в углах поворота антенны равна $11^\circ 15'$ ($360^\circ : 32$, где 32 максимальное число пяти информационных разрядов). Максимальное число импульсов счетчика Т0 равно 256. Это число пропорционально сдвигу фаз на 360° и углу поворота антенны на $11^\circ 15'$. Цена каждого импульса, поступающего в счетчик Т0, в углах поворота антенны равна $2^\circ 38,2''$ ($11^\circ 15' : 256$). Изменение двоичного кода Г0 и Т0 происходит с погрешностью, равной цене младшего информационного разряда. Погрешность кода Г0 ($11^\circ 15'$) равна цене одного оборота

фазовращателя ТО. Так как формирование отсчетов (грубого и точного) производится независимо, возможна ошибка в один оборот фазовращателя ТО. Например, углу поворота антенны $22^{\circ}15'$ могут соответствовать два разных значения отсчетов ТО-ТО: 01-250 или 02-250. Для устранения ошибки осуществляется согласование отсчетов. Задача согласования заключается в том, чтобы по известному значению счетчика ТО правильно определить число целых значений оборотов, сделанных точным фазовращателем при повороте оси грубого фазовращателя на измеряемый угол. При этом анализируется согласующая часть кода грубого отсчета и устанавливается значение младшего разряда информационной части кода грубого отсчета. Согласование отсчетов производится автоматически в ЭВМ.

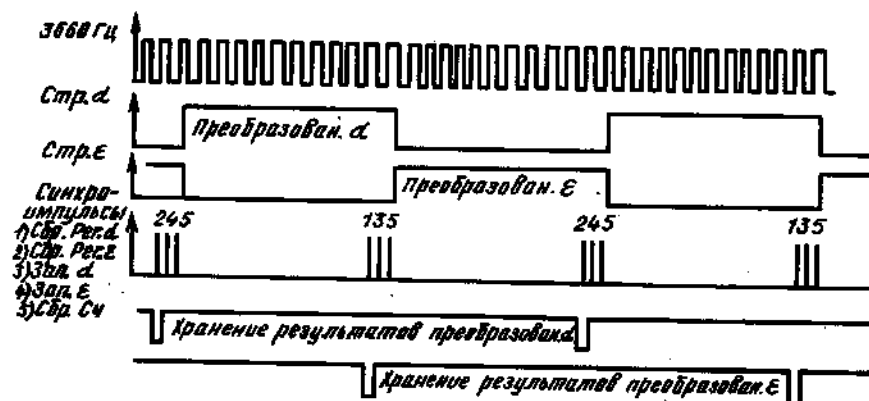


Рис. 5.9. Диаграммы работы преобразователя фаза-временной интервал-код

Для хранения результатов преобразования в течение одного цикла преобразования используются четыре регистра на восемь двоичных разрядов каждый. Информация с регистров передается через ВЧУ 03 в ЭВМ. Передача производится по запросам от ЭВМ каждые 0,25 с. Запросы от ЭВМ в ВЧУ поступают несинхронно по отношению к циклам преобразования, поэтому для привязки работы ВЧУ 03 и преобразователя после передачи содержимого регистров в ЭВМ из ВЧУ выдается импульс "Сброс", по которому приостанавливается текущее преобразование, если оно в это время производилось, и обнуляются все счетчики и регистры. Следующее преобразование начнется сразу за окончанием импульса "Сброс".

6. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АНТЕННОЙ

6.1. Назначение и состав

Система управления антенной (СУА) предназначена для ручного наведения антенны на радиозонд, автозахвата радиозонда и автоматического слежения за ним в полете.

СУА состоит из канала управления антенной по азимуту, канала управления антенной по углу места, устройства управления, индикации и блокировок.

Конструктивно система выполнена в виде двух блоков: Щ-71 - блока управления антенной по α и ϵ , ЩТ-72 - антенной колонки.

Каналы угла места и азимута работают независимо друг от друга и выполнены по одной схеме.

Структурная схема канала СУА (канала угломестного) представлена на рис. 6.1.

В следящей системе используется равносигнальный метод сопровождения радиозонда. При отклонении радиозонда от равносигнального направления возникает сигнал ошибки в виде модуляции сигнала радиозонда отгибающей 37 Гц. Глубина модуляции и фаза определяют величину и направление отклонения радиозонда. В канале угловой автоматики отгибающая 37 Гц выделяется и поступает в СУА на входы фазовых детекторов (ФД) каналов азимута и угла места. На вторые входы ФД подается с ГОН два опорных напряжения $U_{оп\epsilon}$, $U_{оп\alpha}$, сдвинутые по фазе в каналах на 90° . ФД вырабатывают сигнал ошибки (СО) пеленга в канале азимута по горизонтальной оси, в канале угла места - по вертикальной оси. Сигнал ошибки представляет собой выпрямленное напряжение 37 Гц положительной или отрицательной полярности, амплитуда которого определяет величину отклонения по одной из координат, а полярность - направление отклонения (вверх-вниз, влево-вправо). Сигнал СО поступает на корректирующее звено, формирующее полосу пропускания следящей системы: широкую, равную (0,8-1) Гц, или узкую, равную (0,1-0,3) Гц. На начальном участке сопровождения, когда угловые перемещения радиозонда, находящегося в полете, максимальны, следящая система работает с широкой полосой. С дальности приблизительно 2500 м происходит переключение системы на работу с узкой полосой пропускания, что позволяет уменьшить колебания антенны и повысить точность сопровождения.

Выбор полосы пропускания системы в зависимости от дальности до радиозонда производится автоматически по команде из ЭВМ или вруч-

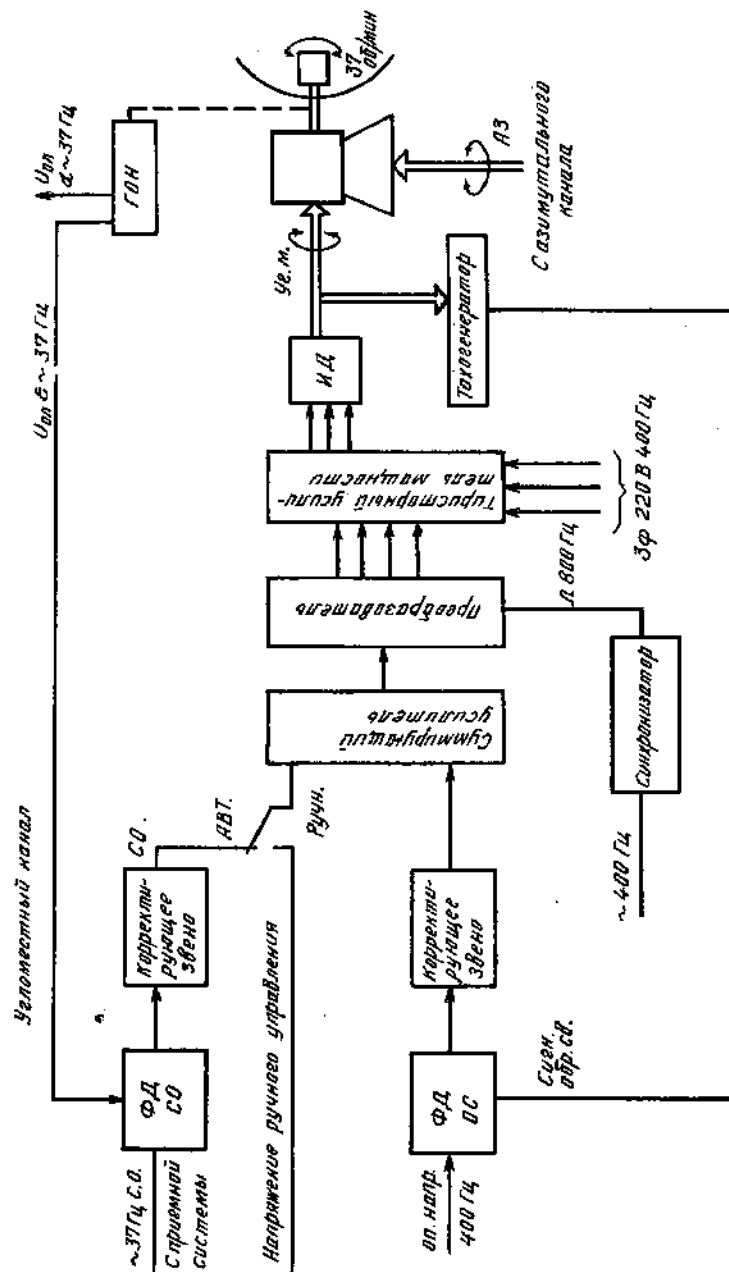


Рис. 6.1. Структурная схема системы угловой автоматики (канал азимута)

ную при переключении тумблера "Полоса" (Узкая-Широкая) на пульте оператора.

С выхода корректирующего звена сигнал ошибки поступает на вход суммирующего усилителя. На другой вход суммирующего усилителя поступает напряжение обратной связи, формируемое в фазовом детекторе обратной связи (ОС) из выходного напряжения тахогенератора, кинематически связанного с механизмом поворота антенны. Тахогенератор вырабатывает напряжение частотой 400 Гц с амплитудой, зависящей от скорости вращения тахогенератора, а фаза напряжения (0 или 180°) определяется направлением вращения тахогенератора. В фазовом детекторе ОС с опорным напряжением 400 Гц происходит выпрямление входного напряжения, при этом фаза входного напряжения преобразуется в соответствующую полярность выходного напряжения. Напряжение обратной связи всегда имеет противоположную с напряжением сигнала ошибки полярность и уменьшает напряжение управления антенной. Уменьшение будет тем больше, чем больше разгон при повороте получает антенна, поэтому при действующей обратной связи достигается безынерционное перемещение антенны.

С выхода суммирующего усилителя напряжение управления антенной в преобразователе преобразуется во временную задержку синхросигналов "800 Гц", поступающих в преобразователь с синхронизатора. Импульсы "800 Гц" формируются в момент перехода через нулевой уровень напряжения одной из фаз трехфазного сетевого напряжения 400 Гц 220 В. С выхода преобразователя импульсы управления, временное положение которых относительно синхросигналов пропорционально амплитуде управляющего напряжения, поступают на управляющие входы тиристорного усилителя мощности. Тиристорный усилитель мощности выполняет роль коммутатора фаз для реверса двигателя и регулятора мощности питающего трехфазного напряжения 400 Гц 220 В. Питающее напряжение воздействует на исполнительный двигатель, приводящий в движение антенну, и антенна поворачивается в направлении на радиозонд до тех пор, пока сигнал ошибки не станет минимальным.

В режиме ручного наведения следящая система разомкнута. Вместо сигнала ошибки на вход суммирующего усилителя поступает сигнал управления с устройства ручного наведения антенны по α и ϵ . В остальном система работает, как в режиме автоматического сопровождения.

6.2. Функциональная схема преобразователя и тиристорного усилителя мощности

Преобразователь (рис. 6.2) состоит из схемы формирования импульсов управления, включающей в себя детектор-усилитель (ДТ. УС), логарифмический усилитель (ЛОГ. УС), генератор пилообразного напряжения (ГПН), компаратор; схемы формирования признаков поворота антенны (Г Впр, Г Вл), включающую в себя компаратор преобразования уровня (Комп.Пр.Ур.), триггер фазы (Тр.Ф.), мультивибратор импульсов защиты от короткого замыкания (МИКЗ); трех формирователей импульсов управления (Ф.И.Упр.); мультивибратора импульсов 35 кГц и схемы совпадения, состоящей из пяти элементов И-НЕ (Д1, Д2, Д3, Д4, Д5).

Тиристорный усилитель мощности состоит из пяти цепочек, формирующих импульсы управления и состоящих из усилителя и согласующего трансформатора и пяти тиристорных ключей, подключающих обмотки исполнительного двигателя к фазам напряжения 220 В 400 Гц.

Каждый ключ образован двумя встречно и параллельно включенными тиристорами Д7, Д8 (рис. 6.3). Тиристор Д8 проводит ток положительного полупериода, тиристор Д7 проводит ток отрицательного полупериода. Для отпирания тириستоров на управляющий электрод относительно катода подаются положительные отпирающие импульсы. С трансформатора Тр 1 импульсы отпирания подаются одновременно на оба тиристора, но отпирается только тот тиристор, у которого напряжение между анодом и катодом будет приложено в прямом направлении. Когда тиристор открыт, он теряет управление, которое восстанавливается только после спада до нуля и нарастания напряжения сети 220 В. Вспомогательные элементы ключа (резисторы и диоды) устраняют максимальные напряжения и токи, действующие в управляющей цепи тириستоров.

Преобразователь канала азимута работает следующим образом: напряжение управления с суммирующего усилителя поступает на детектор-усилитель (рис. 6.2) и компаратор преобразователя уровня. Компаратор преобразует постоянное напряжение положительной или отрицательной полярности сигнала управления в напряжение переключения триггера фазы. С триггера снимается два сигнала логического уровня "Г Впр" (вправо), "Г Вл" (влево). Сигнал "Г Впр" передается высоким уровнем, когда напряжение управления на входе компаратора имеет отрицательную полярность, и антенна поворачивается вправо; сигнал "Г Вл" передается высоким уровнем, когда напряжение управления имеет положительную полярность, и антенна поворачивается влево. В момент переключения триггера фазы мультивибратор (МИКЗ) вырабатывает импульсы

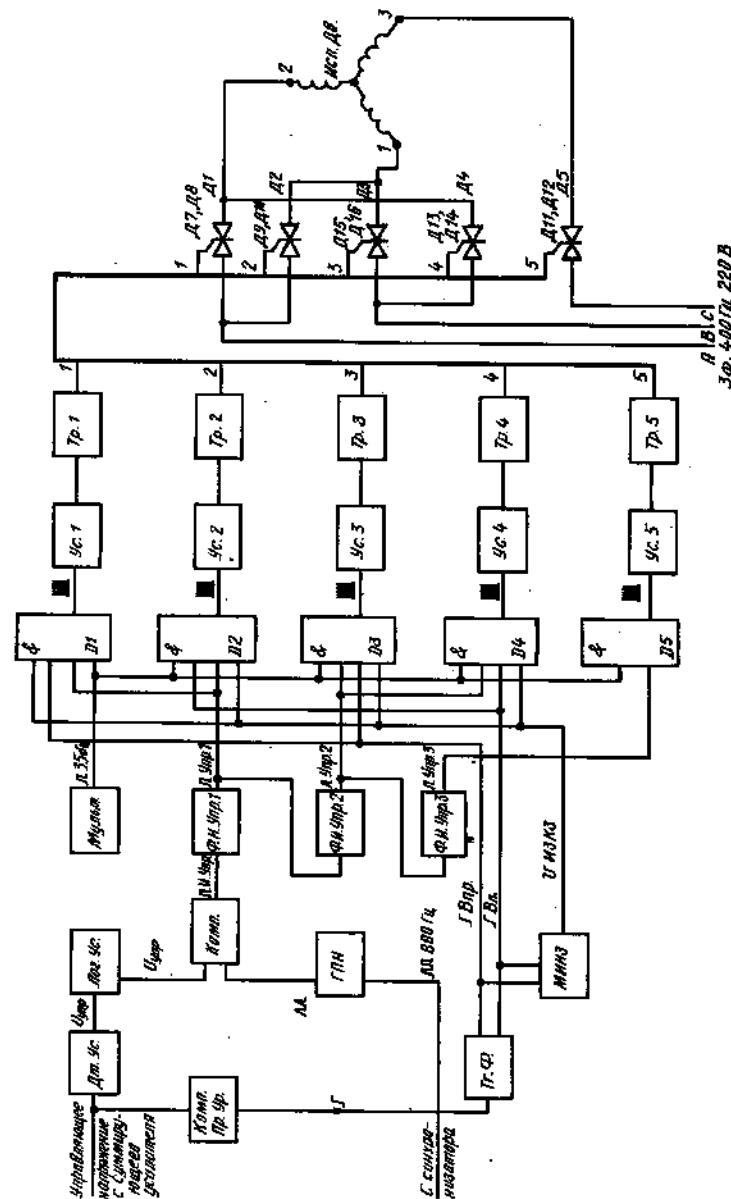


Рис. 6.2. Функциональная схема преобразователя и тиристорного усилителя мощности

защиты от короткого замыкания, поступающие на схемы совпадения Д1, Д2, Д3, Д4, Д5 и запрещающие прохождение отпирающих импульсов на ключи в течение одного-двух периодов питающего напряжения 400 Гц.

В детекторе-усилителе постоянное напряжение управления положительной или отрицательной полярности преобразуется в напряжение одной (отрицательной) полярности с сохранением амплитуды управляющего

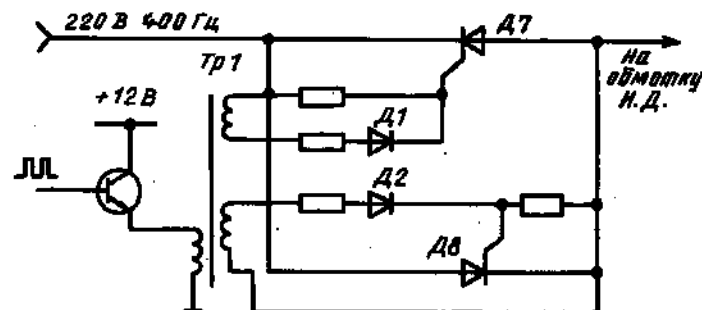


Рис. 6.3. Принципиальная схема тиристорного ключа

напряжения и усиливается в логарифмическом усилителе. Логарифмический усилитель предназначен для изменения коэффициента усиления в зависимости от величины входного сигнала с целью обеспечения постоянной чувствительности системы управления антенной. С выхода логарифмического усилителя напряжение сигнала управления подается на один вход компаратора. На другой вход компаратора подается пилообразное напряжение, вырабатываемое генератором ГПН. Импульсами запуска генератора ГПН служат импульсы 800 Гц, поступающие с синхронизатора. В компараторе производится сравнение (рис. 6.4) двух входных напряжений и в момент совпадения амплитуд напряжений вырабатывается импульс "Л.И. Упр.". Импульс "Л.И. Упр." по отношению к импульсу запуска генератора ГПН будет отставать на время ($T_{\text{зад}}$), обратно пропорциональное амплитуде сигнала управления ($U_{\text{упр}}$).

Импульс "Л.И. Упр." запускает формирователь Ф.И. Упр.1, вырабатывающий импульс "Л.Упр.1" длительностью 417 мкс (417 мкс соответствует 60° периода напряжения питающей сети 220 В 400 Гц). Задним фронтом импульс "Л.Упр.1" запускает формирователь Ф.И. Упр.2, вырабатывающий импульс "Л.Упр.2", который запускает задним фронтом формирователь Ф.И. Упр.3. В результате образуется три сдвинутых импульса

с суммарной длительностью, равной половине периода напряжения сети 220 В 400 Гц.

Для образования пачек импульсов отпираания используются импульсы 35 кГц, вырабатываемые мультивибратором. Образование пачек происходит в схемах совпадения путем заполнения импульсами "Л.35 кГц" временных интервалов, равных длительности импульсов "Л.Упр.1",

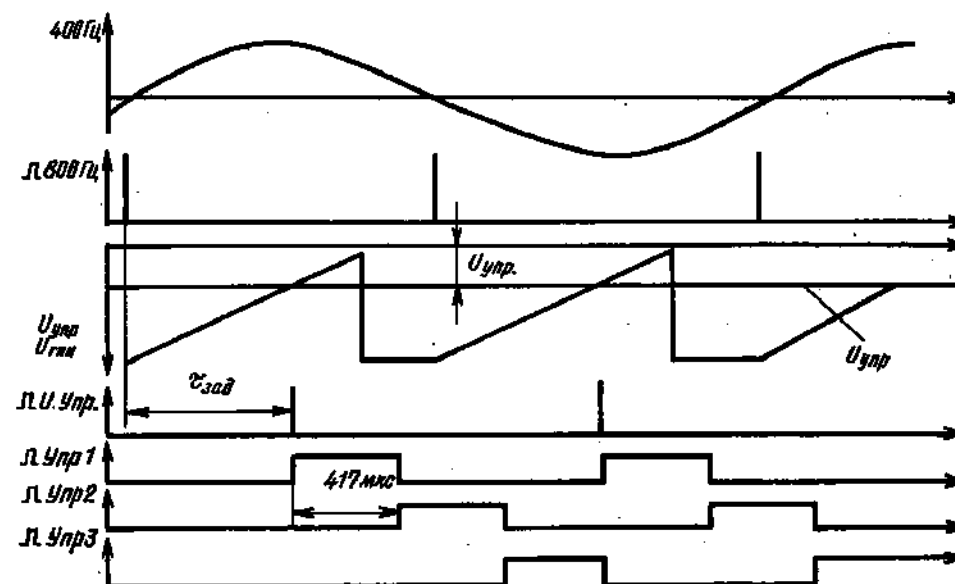


Рис. 6.4. Диаграммы работы преобразователя

"Л.Упр.2", "Л.Упр.3". На схемы совпадения Д1-Д5 подаются сигналы "Л.Впр.", "Л.Вл.", "Л.ИЗКЗ", "Л.Упр.1", "Л.Упр.2", "Л.Упр.3" и импульсы "Л.35 кГц". Если на всех четырех входах схемы совпадения действуют высокие уровни, то на выходе этой схемы образуется пачка импульсов отпираания соответствующего ключа. Пачки импульсов, а не одиночные импульсы отпираания используются для увеличения надежности срабатывания из-за больших разбросов параметров тиристорных ключей. В течение одного периода напряжения 220 В 400 Гц на трех из пяти выходах схем Д1-Д5 образуются пачки импульсов, если происходит управление антенной.

Тиристорный усилитель мощности осуществляет коммутацию фаз напряжения 220 В 400 Гц для изменения направления вращения двигателя

и производит отсечку напряжения 220 В 400 Гц для изменения мощности двигателя.

Производится коммутация фаз А и В, подключаемых к обмоткам I и 2 исполнительного двигателя. Фаза С постоянно соединена с обмоткой 3 через ключ Д11, Д12. При вращении двигателя вправо обмотки 2 и I подключаются к фазам А, В через ключи Д7, Д8 и Д15, Д16; при вращении влево обмотки двигателя 2 и I подключаются к фазам В, А через ключи Д13, Д14 и Д9, Д10.

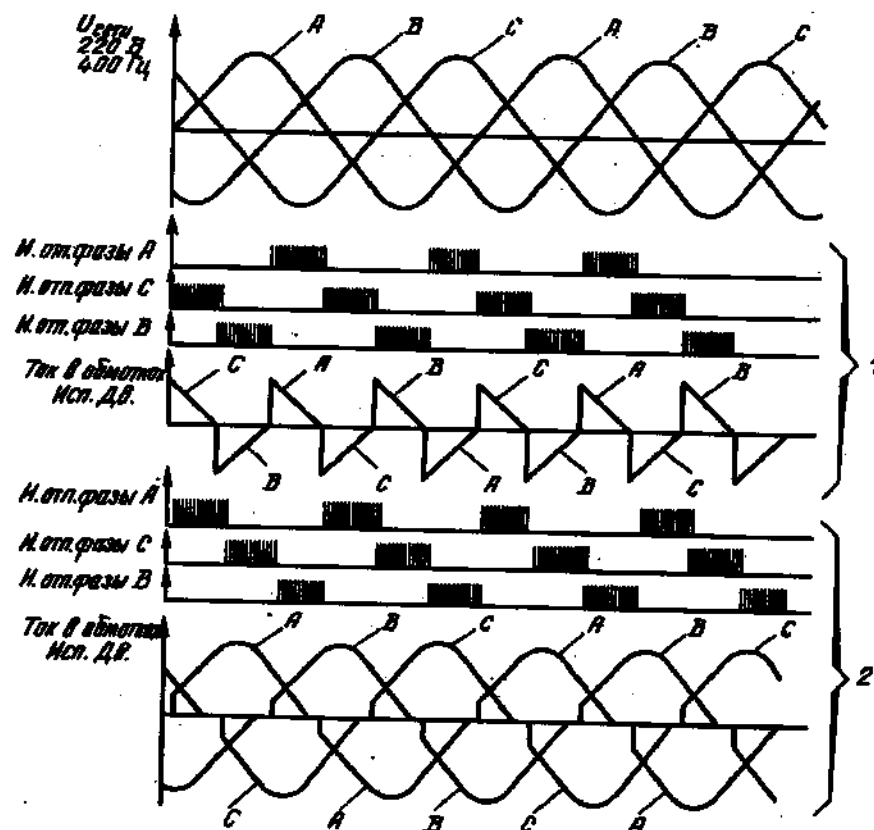


Рис. 6.5. Диаграмма работы тиристорного усилителя мощности

Отсечка тока, протекающего в обмотках исполнительного двигателя, в пределах от 0 до 150° (для каждой полу волны) осуществляется за счет изменения времени отпирания тиристорных ключей, определяемого

временной задержкой пачки импульсов отпирания относительно начала каждой полу волны питающего напряжения. На рис. 6.5 приведен пример, показывающий изменение средних значений токов, протекающих в обмотках исполнительного двигателя в зависимости от углов отсечки. Для двух случаев 1) $\theta = 150^\circ$; $I_{обм} \approx 0,5$ А; 2) $\theta = 15^\circ$; $I_{обм} \approx 3$ А.

7. СИСТЕМА ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ

7.1. Назначение и состав

Система отображения информации (СОИ) предназначена для оперативного представления радиолокационной метеорологической и контрольной информации в аналоговой и алфавитно-цифровой форме на телевизионном экране видеоконтрольного устройства (ВКУ), на бумажной ленте алфавитно-цифрового печатающего устройства (АЦПУ), а также для вывода метеорологической информации на телетайп.

СОИ состоит из трех каналов (рис. 7.1), обеспечивающих прием, преобразование и передачу информации для трех устройств отображения информации ВКУ, АЦПУ и телетайпа, связанных с ЭВМ через три внешних устройства ВнУ10, ВнУ11, ВнУ07.

В состав СОИ входят блок Щ-41, ВКУ, АЦПУ, субблоки управления телетайпом, конструктивно расположенные в блоке Щ-64, телетайп.

7.2. Работа СОИ при отображении информации на экране ВКУ

В каждом режиме работы комплекса вся информация, выводимая на экран ВКУ, высвечивается в виде телевизионного изображения с постоянным форматом (кадр). В соответствующих режимах формируются следующие кадры: "Ожидание", "Функциональный контроль", "Ввод данных", "Подготовка", "Полет", "Вывод данных". Кадр "Ожидание" представлен на рис. 7.2. На экране постоянно высвечиваются в аналоговой и цифровой форме данные: S - время (с); Q - период "метео" (мкс); D - удаленность (М); сигнал + (-) указывает наличие (+) или отсутствие (-) сигнала радиозонда; захват +(-) указывает есть (+) захват или нет (-) захвата при сопровождении по угловым координатам; КН-04 - тип выводимой аэрологической телеграммы; E - угол места (ДУ), A - азимут (ДУ); а также угломерная шкала (1), азимутальная шкала (2), отметка положения антенны по углу места (3), отметка положения антенны по азимуту (4), отметка радиозонда (5); перекрестие равносигнальной зоны (6). На рис. 7.2 значком "X" обозначается знаковая позиция, заполняемая цифрой.

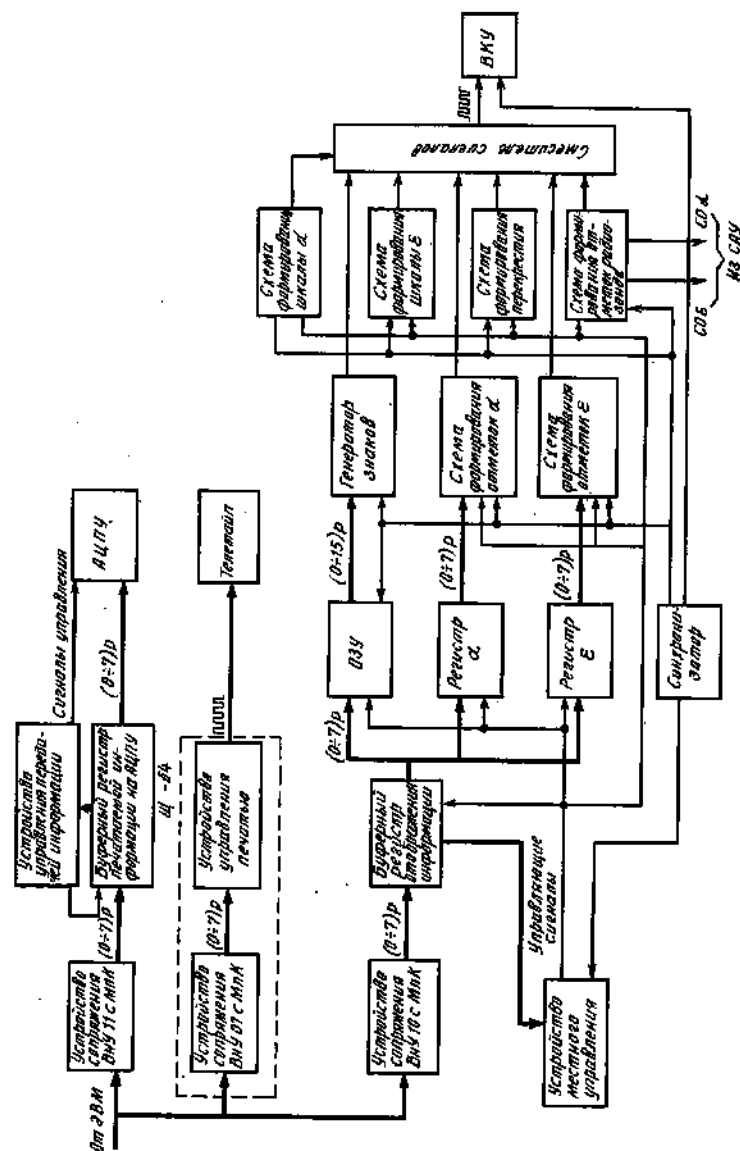


Рис. 7.1. Структурная схема системы отображения информации

Изображение знаковой и аналоговой информации на экране ВКУ образуется из высвечиваемых точек. Весь экран разбит на 960 знаковых позиций, представленных в виде 20 знаковых строк и 48 знаковых позиций в каждой строке. Знаковая строка образуется семью телевизионными строками. Телевизионную строку чертит луч, перемещающийся

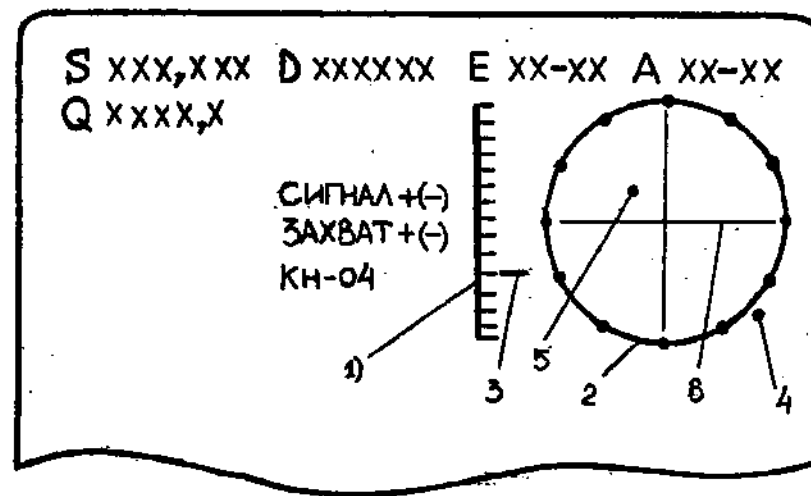


Рис. 7.2. Кадр "Ожидание"

слева направо дискретно с частотой 6,5 МГц. Если в моменты времени между переходами луча подаются импульсы отпираания телевизионной трубки (импульсы подсвета), то в телевизионной строке высвечиваются точки. Знаковая позиция имеет ширину 5 точек. Пример образования символа "Б" при помощи знаковой матрицы 5 x 7 показан на рис. 7.3. В ВКУ используется растр с частотой телевизионных строк 15,625 кГц и частотой кадров 50 Гц.

СОИ при отображении информации на экране ВКУ выполняет следующие функции:

прием цифровой информации по мультиплексному каналу и запись ее в ОЗУ и регистры α и ϵ ;

чтение информации, записанной в ОЗУ, и преобразование считанной информации в видеосигналы знаков;

преобразование кодов положения антенны по α и ϵ , записанных в регистрах α и ϵ , в отметки на экране ВКУ;

формирование сигналов круговой шкалы азимута, линейной шкалы угла места и перекрестия равносигнальной зоны, отображаемых на экране ВКУ;

преобразование напряжения сигнала ошибки пеленга в видеосигнал, представляющий собой отметку положения радиозонда относительно центра равносигнальной зоны;

включение и выключение аналоговых шкал на экране;

выделение знаков или группы знаков на экране мерцанием.

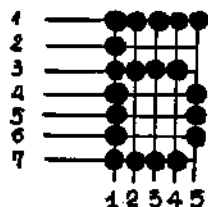


Рис. 7.3. Представление символа на экране ВКУ

Следующие схемы СОИ участвуют в формировании отображаемой информации на экране ВКУ: устройство сопряжения внешнего устройства ВКУ IO с мультиплексным каналом МпК; устройство местного управления; буферный регистр на два байта; ОЗУ на 960 знаков; восьмиразрядные регистры α и ε ; синхронизатор; схемы формирования отметок α и ε , шкал α и ε , перекрестия, отметки радиозонда; генератор знаков; смеситель сигналов.

Формирование кадров происходит следующим образом. Предварительно вся отображаемая символьная информация записывается в ОЗУ. Объем ОЗУ составляет 960 ячеек по 8 двоичных разрядов (1 байт). Структура ОЗУ является как бы моделью экрана, т.е. каждая позиция на экране связана с соответствующей ячейкой ОЗУ, и номер позиции совпадает с адресом ячейки. Поэтому формирование кадра происходит на этапе записи информации в ОЗУ, когда формируются адреса ячеек, в которые заносятся коды поступающих символов.

Управление адресом ОЗУ осуществляется с помощью управляющих сигналов. Восмиразрядные коды управляющих символов, из которых образуются управляющие сигналы, передаются в общем потоке информации.

Используются следующие управляющие символы:

УКК (управление указателем). Байт, следующий за кодом этого символа, имеет восьмиразрядный формат (0-7). Разряды нулевого и первого бита могут иметь следующие значения: 00 - переме-

щение адреса вправо; 10 - перемещение адреса влево, 01 - перемещение адреса вниз; 11 перемещение адреса вверх; остальные разряды байта со второго по седьмой в двоичном коде указывают число шагов перемещения адреса.

НС (новая строка) - символ, который перемещает адрес позиции на экране к началу следующей строки.

ПС (перевод строки) - символ, который перемещает адрес в ту же позицию следующей строки.

ВК (возврат каретки) - символ, который перемещает адрес к началу строки в той же самой строке.

ПФ (перевод формата) - символ, который перемещает адрес в начало экрана.

УР (установка режима) - символ, который производит очистку экрана.

СУ1 - символ, который включает аналоговые шкалы на экране.

СУ2 - символ, выключающий аналоговые шкалы.

РТ (разделитель групп) - символ, за кодом которого следует два байта для управления отметками аналоговых шкал. В первом байте передается значение азимута. Во втором байте передается значение угла места. В первом разряде второго байта передается знак угла места: "0" - знак "+", "1" - знак "-". Первый и второй байты заносятся соответственно в регистры α и ε .

Пример управления адресом очередного записываемого в ОЗУ символа: если требуется переместить указатель из 5 позиции 10 строки, в которую заносился последний принятый символ (20 байт), в 13 позицию 10 строки и занести в нее символ "Б", то поток информации будет иметь следующий вид:

21 байт = 10010010 (код символа УУК)

22 байт = 00000011 (число шагов перемещения указателя - 3).

23 байт = 10100010 (код символа "Б")

Распознавание управляющих символов в общем потоке информации производится в устройстве местного управления. Принятые через устройство сопряжения ВКУ IO очередные два байта информации заносятся в буферный регистр и передаются в устройство управления. Устройство управления коды принятых байтов дешифрует и проверяет на принадлежность к кодам управляющих символов. Если один из символов оказывается управляющим, то вырабатывается соответствующий сигнал. Сигналы управления поступают в схему формирования адреса (для управления перемещением адреса в ОЗУ, для разрешения записи кодов отображаемых

символов в регистры $\mathcal{A}$ и $\mathcal{E}$, для разрешения записи кодов положения антенны) и в схемы формирования аналоговой информации (для включения или выключения шкал и отметок).

Запись в ОЗУ и чтение из ОЗУ происходят параллельно. Благодаря этому достигается высокая скорость обновления информации на экране ВКУ. Запись в ОЗУ производится по одному байту, чтение производится двумя байтами.

При приеме потока информации, которая заносится в ОЗУ (рис.7.4), сначала в схеме формирования адреса под управлением байта с указанием числа шагов перемещения адреса и сигналов управления производится формирование одиннадцатитриразрядного адреса очередного информационного байта, затем на коммутатор подается сигнал "Запись", и коммутатор подключает адресные шины ОЗУ к выходным шинам схемы формирования адреса. К этому моменту с буферного регистра на информационные входные шины ОЗУ подается байт информации и записывается в ячейку с установленным адресом.

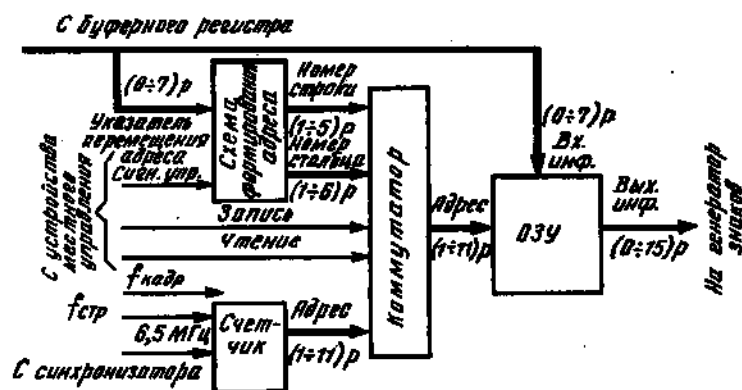


Рис. 7.4. Схема записи информации в ОЗУ

В промежутках между записью информации производится ее последовательное считывание из ОЗУ. При этом на коммутатор поступает сигнал "Чтение", и адресные шины ОЗУ подключаются к выходам счетчика, формирующего адреса считываемых ячеек ОЗУ. Изменение кода адреса в счетчике совпадает с законом сканирования луча по экрану КУ, т.е. сначала считываются последовательно ячейки ОЗУ, с I по 48, первой строки, затем второй строки и так до двадцатой строки. После смены кадра все повторится снова, начиная с первой строки. Счетчиком управляет

ют импульсы частоты строк ($f_{\text{стр}}$) и частоты кадров ($f_{\text{кадр}}$). На счетный вход счетчика поступают импульсы частоты точек 6.5 МГц.

В качестве записывающих элементов в ОЗУ используются 16 микросхем типа 132РУЗБ.

С выхода ОЗУ два информационных байта параллельным кодом поступают на генератор знаков (рис. 7.5). Генератор знаков состоит из двух одинаковых схем обработки первого и второго байтов, в которые входят запоминающий регистр на 8 разрядов, генератор строк и сдвигающий регистр на 10 разрядов. Генератор знаков предназначен для преобразования двоичных кодов двух отображаемых символов в последовательность

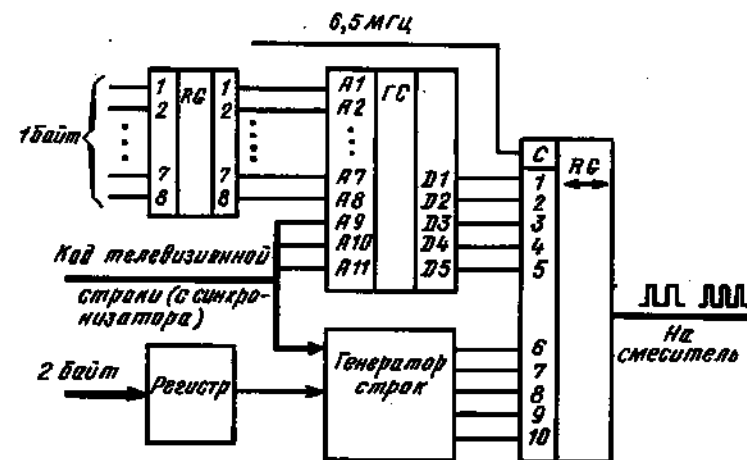


Рис. 7.5. Схема формирования видеосигнала

импульсов подсвета точек телевизионной строки. Преобразование кода одного символа происходит следующим образом. Информационный байт на время преобразования запоминается в регистре и в течение всего периода преобразования разряды, с 1 по 8, подаются на входы A1 + A8 генератора строк. На входы A9 + A11 поступает код номера телевизионной строки (в знаковой строке), который в это время обходит луч на экране. Генератор строк представляет собой дешифратор, дешифрирующий по закону изображения знака входной 11-разрядный двоичный код в выходной 5-разрядный двоичный код подсвета строки.

Пример работы генератора строк по преобразованию кода символа "Б" (рис.7.3) приведен в табл. I. С генератора строк 5-разрядный

код переписывается в сдвигающий регистр. После записи производится сдвиг кода с частотой точки. Для этого на вход С поступают импульсы 6,5 МГц. С выхода сдвигающего регистра на смеситель передается последовательность импульсов подсвета точки для двух соседних символов. Отсутствие импульсов в этой последовательности образовано нулевыми разрядами кода подсвета строки. Так как каждый символ образуется за семь проходов луча по телевизионным строкам, то в формировании одной знаковой строки одновременно участвуют все 48 символов. При этом за время формирования одной строки происходит 168 обращений к ОЗУ для считывания информации (24 обращения, повторяющихся 7 раз).

Формирование сетки синхронизирующих частот, необходимой для работы схем отображения информации, осуществляется с помощью синхронизатора (рис.7.6), состоящего из задающего кварцевого генератора час-

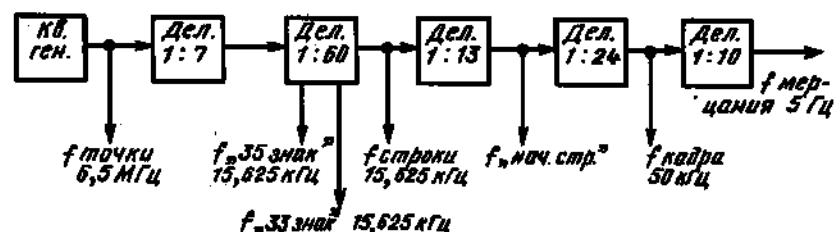


Рис. 7.6. Формирователь сетки синхронизирующих частот

тоты 6,5 МГц и делителей 1:7, 1:60, 1:13, 1:24, 1:10. Сетка синхронизирующих частот состоит из частоты точек (6,5 МГц), частоты знаков (930 кГц), частоты строк (15,625 кГц), частоты запуска строчной (15,625 кГц) и кадровой (50 Гц) разверток, частоты мерцания (5 Гц).

Таблица I

Входной код генератора строк : Выходной код генератора строк						
Код : Код символа "Б" строки:		Д1	02	03	04	05
00I	10100010	I	I	I	I	0
010	10100010	I	0	0	0	0
01I	10100010	I	I	I	I	0
100	10100010	I	0	0	0	I
10I	10100010	I	0	0	0	I
110	10100010	I	0	0	0	I
11I	10100010	I	I	I	I	0

В делителе 1:60 вырабатываются импульсы "33 знак" и "35 знак", действующие в момент прохождения луча позиции 33 и 35 знаков. Эти импульсы используются для запуска схем формирования шкал и отметок. С выхода делителя 1:13 снимаются импульсы начала знаковой строки ("нач. стр."), совпадающие с импульсами запуска каждой 13 телевизионной строки.

Местоположение аналоговых шкал и отметок на экране в кадрах различных режимов постоянно и определено со 2-й по 8-ю знаковую строку (15-105 телевизионные строки) и с 32-й по 48-ю позицию, т.е. расположены в правом верхнем углу (рис.7.2). Все шкалы и отметки (кроме отметки радиозонда) формируются цифровым методом путем выделения точек, образующих шкалы и отметки.

Шкала $\angle$ представляет собой фигуру, состоящую из 60 точек, расположенных по окружности через 6° и имеет радиус 42 дискретные единицы. Изображение шкалы образуется за один проход луча по экрану. Схема формирования шкалы $\angle$ (рис.7.7) состоит из реверсивных счетчиков горизонтального и вертикального перемещения, дешифраторов точек и строк, схемы сравнения.

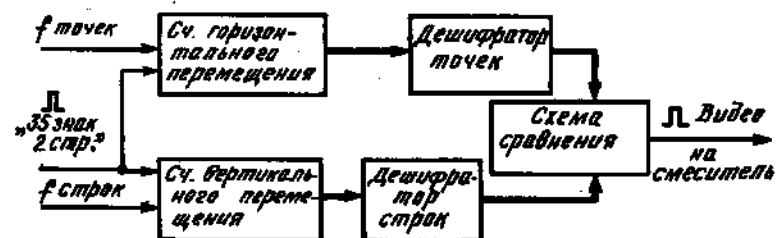


Рис. 7.7 Формирователь шкалы азимута

Формирование импульсов подсвета шкалы $\angle$ начинается после поступления импульса "35 знак 2 стр." В момент действия этого импульса в счетчик горизонтального перемещения заносится начальный код числа 49, а в счетчик вертикального перемещения заносится начальный код числа 55, после чего разрешается поступление на счетные входы счетчика горизонтального перемещения частоты точек, а счетчика вертикального перемещения - частоты строк. Каждый поступающий счетный импульс изменяет код числа, записанный в счетчике, на 1. В счетчике горизонтального перемещения за один проход луча по строке от 35-й до 48-й позиции изменение числа происходит сначала в сторону уменьше-

ния от 49 до 0, а затем продолжается в сторону увеличения от 0 до 49. В счетчике вертикального перемещения аналогичное изменение числа от 55 до 0 и от 0 до 55 происходит одновременно с перемещением луча от 15-й до 105-й телевизионной строки.

Код каждого числа со счетчиков передается в соответствующий дешифратор точки или строки и преобразуется в сигнал, действующий по одной выходной шине. Все выходные шины с каждого дешифратора заведены на входы схемы сравнения, вырабатывающей импульс сравнения при совпадении двух возможных сигналов.

В данной схеме дешифраторы и схема совпадения устанавливают из всего множества чисел, возникающих в счетчиках горизонтального и вертикального перемещения, 60 пар чисел, определяющих 60 точек окружности и вызывающих срабатывание схемы сравнения. Коды чисел в счетчиках горизонтального и вертикального перемещения меняются синхронно с перемещением луча по экрану, и сначала формируются дуги второго, первого квадрантов, затем дуги третьего, четвертого квадрантов.

В табл. 2 на рис. 7.8 приведены несколько примеров соответствия пар чисел в счетчиках горизонтального и вертикального перемещения, дающих совпадение точек, образующих окружность.

Таблица 2

Содержим. сч. верт. перемещ.	Содержим. сч. горизонт. перемещ.	Номера точек
55	0	1
38	40	2, 3
0	49	4, 5
36	40	6, 7
48	20	8, 9
55	0	10

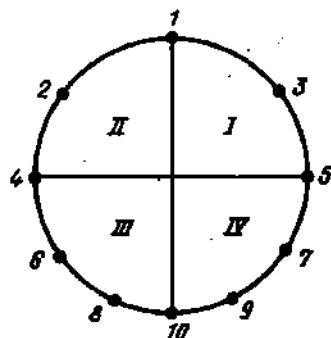


Рис. 7.8. Шкала азимута

Отметка положения антенны по азимуту на шкале $\mathcal{L}$ представляет собой точку, которая при повороте антенны перемещается вдоль окружности шкалы $\mathcal{L}$ с внешней стороны. Схема формирования отметки состоит (рис. 7.9) из реверсивного счетчика, дешифратора, восьмиразрядного регистра кода $\mathcal{d}$ с инверсным и прямым выходом, схемы сравнения, схемы

управления, триггера строки и триггера точки. На схему управления подается с синхронизатора сетка импульсов, по которой определяется, в каком квадранте окружности шкалы $\mathcal{L}$ в данный момент времени нахо-

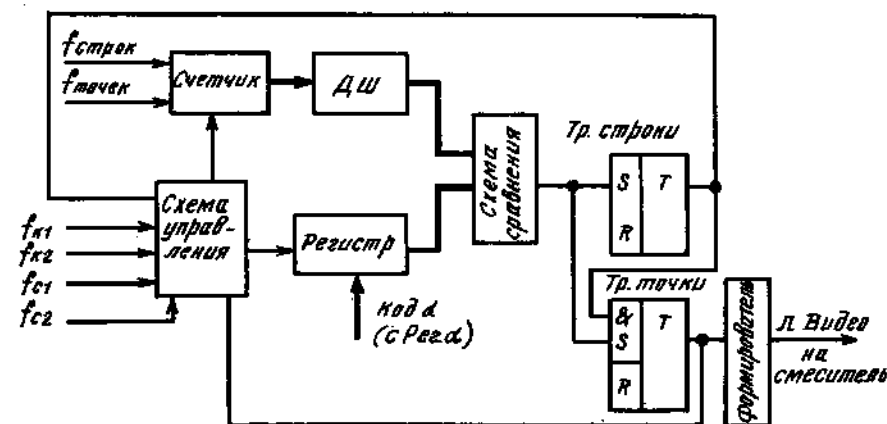


Рис. 7.9. Формирователь отметки азимута

дится луч. Время действия импульсов показано на рис. 7.10. Импульс $\Pi_{f_{к1}}$ совпадает с началом 2-й строки, на которой может быть отметка $\mathcal{L}$ в самом верхнем своем положении; импульс $\Pi_{f_{к2}}$ совпадает с началом 5 строки, которая делит окружность по вертикальной оси пополам. Импульсы $\Pi_{f_{с1}}$ это импульсы "35 знак", действующие в каждой телевизионной строке по линии ab , на которой может находиться отметка $\mathcal{L}$ в самом левом своем положении. Импульсы $\Pi_{f_{с2}}$ действуют в каждой телевизионной строке по линии cd , которая делит окружность шкалы $\mathcal{L}$ в горизонтальной плоскости пополам.

Формирование отметки $\mathcal{L}$ происходит за один проход луча по экрану и разделено на два этапа. На первом этапе производится выбор телевизионной строки, на которой должна лежать отметка $\mathcal{L}$, при этом счетными импульсами в счетчике будут импульсы частоты строк. Принцип работы схемы основан на сравнении числа в счетчике, соответствующего номеру очередной строки, и числа в регистре, соответствующего углу положения антенны. Число в счетчике предварительно дешифрируется по определенному закону, а затем поступает в схему сравнения, вырабатывающую импульс сравнения. В зависимости от квадранта, в котором находится луч (табл. 3), в счетчике будет меняться начальный код числа и направление счета, а с выхода регистра будет сниматься прямой или ин-

версный код числа. Когда вырабатывается импульс сравнения строки, триггер строки устанавливается в единичное состояние и разрешает установку триггера точки. На этом завершается этап выбора строки. Далее начинается этап выбора в строке точки, в которой должна быть отметка α . При этом на счетный вход счетчика будут поступать импульсы с частотой точек. Принцип работы схемы на этапе выбора точки такой

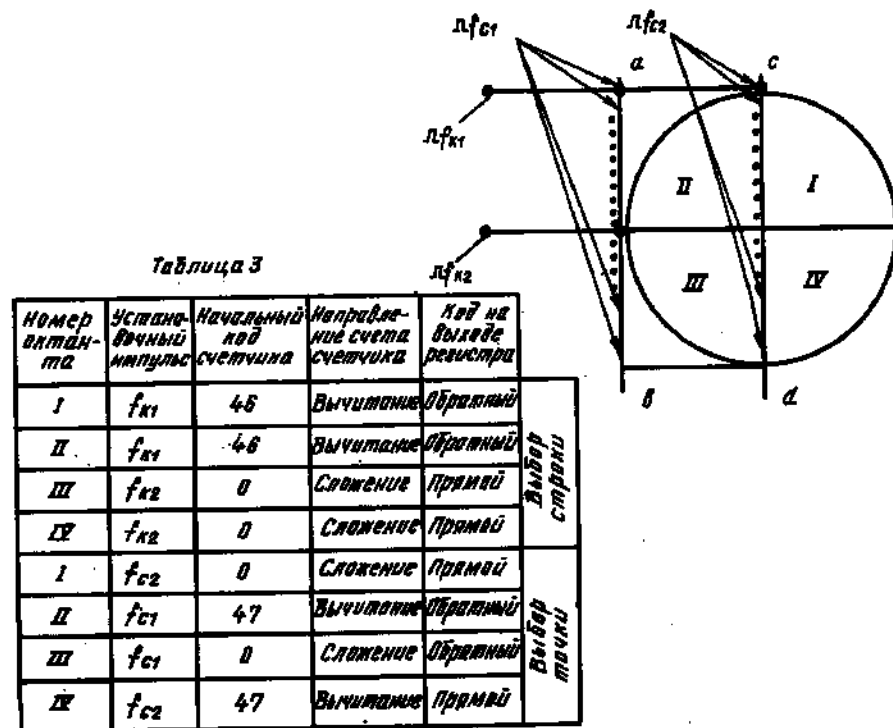


Рис. 7.10. Схема временного расположения импульсов синхронизации относительно шкалы азимута

же, как на предыдущем этапе, только в зависимости от квадрантов меняются начальные коды, направление счета и код на выходе регистра α . Когда вырабатывается импульс сравнения точки, триггер точки устанавливается в единичное состояние и вырабатывается импульс подсвета. После этого схема возвращается в исходное состояние.

Отметка радиозонда относительно перекрестия равносигнальной зоны представляет собой точку, положение которой в пределах окружности

шкалы α зависит от величины сигнала ошибки пеленга. При точном пеленге радиозонда отметка должна находиться в центре перекрестия.

Схема формирования отметки радиозонда (рис.7.11) состоит из схемы выбора строки (вертикальный канал) и схемы выбора точки на выбранной строке (горизонтальный канал). Каждый канал представляет собой преобразователь соответствующего напряжения сигнала ошибки пеленга ($CO\alpha$ или $CO\epsilon$) во временной интервал и включает в себя: триггер, управляющий работой генератора пилообразного напряжения, и пороговое устройство, сравнивающее амплитуду сигнала ошибки с амплитудой пилы.

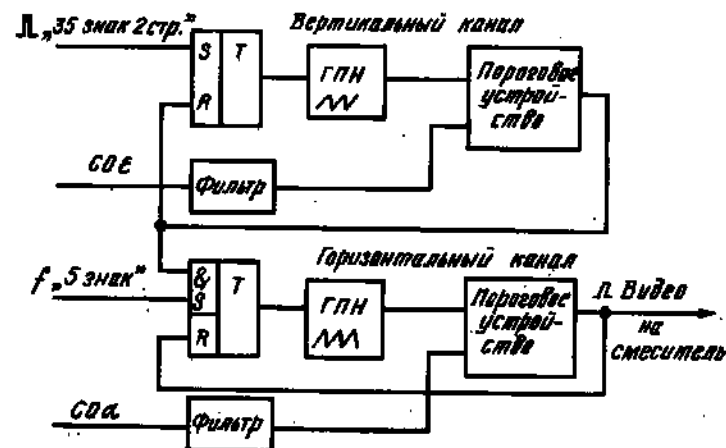


Рис. 7.11. Формирователь отметки радиозонда

Схема начинает работать после того, как поступит импульс "35 знак 2-й стр." и установит триггер вертикального канала в единичное состояние. Разрешающий уровень с триггера поступает на генератор, и начинается формирование длинной пилы (рис.7.12). В момент сравнения амплитуд пилы и сигнала ошибки $CO\epsilon$ пороговое устройство выработает импульс сравнения. Задержка этого импульса T_1 относительно момента действия импульса "35 знак 2 стр." соответствует отклонению отметки радиозонда по вертикали. Импульс сравнения сбрасывает триггер вертикального канала, после чего прекращается формирование длинной пилы.

В канале горизонтального отклонения импульс сравнения разрешает установку триггера в единичное состояние при поступлении очередного импульса "35 знак". Единичный уровень с выхода триггера разрешает

формирование генератором пилообразного напряжения короткой пилы, и в момент совпадения амплитуд пилы и сигнала ошибки СО α пороговое устройство выработает импульс подсвета точки длительностью 0,2 мкс.

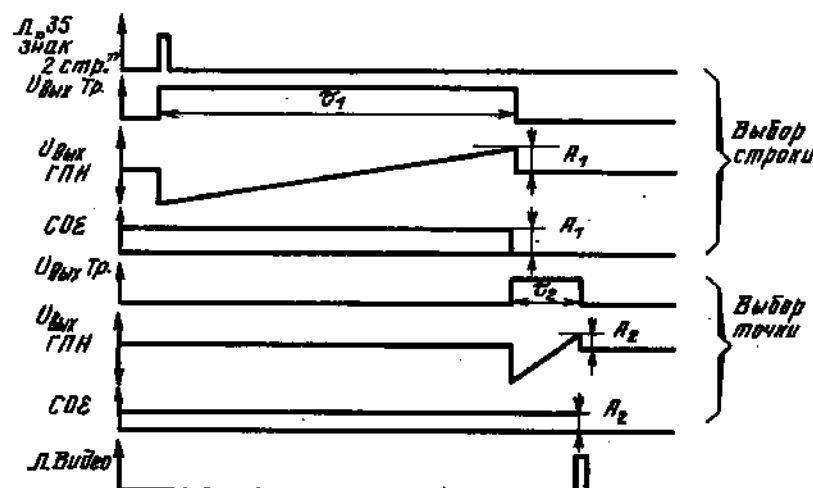


Рис. 7.12. Диаграмма работы формирователя отметки радиозонда

Задержка T_2 между импульсом установки триггера и импульсом подсвета соответствует отклонению отметки радиозонда по горизонтали. Импульсом подсвета сбрасывается триггер горизонтального канала, и схема приходит в начальное состояние.

Все схемы формирования шкал и отметок работают с кадровой частотой 50 Гц.

7.3. Работа СОИ при регистрации информации на бумажной ленте АЦПУ

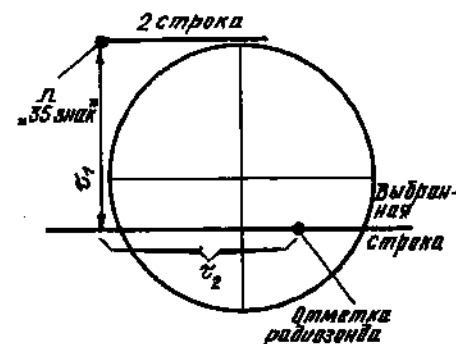
Информация, печатаемая на бумажной ленте АЦПУ, дублирует информацию, выводимую на экран ВКУ.

В передаче информации в АЦПУ участвуют следующие схемы: устройство сопряжения ВКУ с МК, устройство управления, буферный регистр на 2 байта (рис. 7.13).

Передача информации из ЭВМ в АЦПУ производится следующим образом. ЭВМ при помощи служебных сигналов устанавливает связь с ВКУ. Входная информация через устройство сопряжения заносится в буферный регистр. Затем устройство управления устанавливает потенциальный

сигнал ГИ (готовность источника), поступающий в АЦПУ. При поступлении сигнала ГИ в АЦПУ включается электродвигатель и по достижении номинальной скорости вращения из АЦПУ в устройство управления подается сигнал УП (управление приемника).

Рис. 7.13. Изображение отметки радиозонда на экране



Устройство управления разрешает передачу первого байта из буферного регистра во входной буферный регистр АЦПУ. Передачу байта информации устройство управления сопровождает сигналом УИ (управление источником), вырабатываемым после поступления сигнала УП. Когда будет принят байт, АЦПУ снова выдает сигнал УП и аналогично первому байту передается второй байт из буферного регистра в АЦПУ. После этого устройство сопряжения при помощи служебного сигнала "Запрос" запрашивает передачу из ЭВМ очередных двух байтов печатаемой информации. Входной буферный регистр АЦПУ рассчитан на 8 байтов, поэтому после приема восьмого байта АЦПУ переходит к циклу печати восьми байтов информации. После окончания печати АЦПУ снова выдает сигнал УП, по которому передается девятый байт информации. Таким образом, осуществляется печать всего массива информации, после чего из ЭВМ поступает код сигнала "Стоп". В устройстве управления код сигнала "Стоп" дешифрируется (все принимаемые байты дешифрируются и проходят проверку на код сигнала "Стоп") и вырабатывается сигнал КП (конец печати), поступающий в АЦПУ; снимается сигнал ГИ, АЦПУ заканчивает печать, производит подачу бумаги на один шаг и выключает двигатель.

Схема АЦПУ предусматривает возможность управления форматом от байтов со служебными признаками, поступающими в общем потоке информационных байтов. К служебным признакам относятся символы ВК (возврат каретки) и АР2 (авторегистр 2). Если в АЦПУ поступит код

символа ВК, то по окончании печати строки счетчик адреса строки обрасывается, т.е. становится в положение записи в первый разряд строки, а подача бумаги не производится. Если в АЦУ поступил код символа АР2, то очередной байт информации, следующий за байтом с признаком АР2 должен содержать код одного из трех служебных символов: ПА - признак адреса, ПП - признак повторения, ППС - признак перевода строки. Третий байт, следующий за байтом с признаком АР2, содержит (в зависимости от переданных признаков ПА) ПП, ППС, код адреса разрядки строки, количество повторений, количество шагов перевода бумаги. Четвертый байт содержит код символа, который будет отпечатан сразу в указанном месте.

7.4. Работа ССН при передаче информации на телетайп

После установления связи ЭВМ и ВнУ 07 с помощью служебных сигналов из ЭВМ передается два байта информации. Эти байты записываются в регистры первого и второго знака, расположенные в устройстве управления печатью. Регистры представляют собой регистры сдвигающего типа и предназначены для преобразования параллельного кода символов в последовательный телеграфный код МПК-2. Сразу после записи двух байтов информации устройство управления печатью переходит в режим обработки этой информации, т.е. начинается печать или выполнение служебных символов, коды которых поступают в общем потоке информации. Последовательный код знаков или служебных символов поступает из устройства управления в телетайп по двухпроводной линии. После обработки двух байтов информации из ЭВМ поступают следующие два байта. Такой режим сохраняется при передаче всего потока информации.

8. СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛИ (САК)

8.1. Назначение и состав

Система автоматического контроля (САК) предназначена для функционального контроля аппаратуры изделия перед зондированием и для выработки команд управления аппаратурой в процессе зондирования атмосферы. САК представляет собой совокупность аппаратных и программных средств. В состав аппаратных средств входят:

схема формирования модулирующих сигналов ИСРЗ, размещенная в блоке Ц 33;

блок коммутации приемных точек и преобразователей аналоговых сигналов (Ц 91);

блок приема и выдачи цифровой информации, формирования команд, преобразование аналоговых сигналов в цифровой код, ввода дискретной информации (Ц 92).

В состав программных средств входят программы функционального контроля и управления аппаратурой системы математического обеспечения, хранящиеся в постоянной памяти ЭВМ.

Структурная схема аппаратуры автоматического контроля представлена на рис. 8.1. Аппаратура автоматического контроля работает под управлением ЭВМ и выполняет следующие функции:

1) принимает из ЭВМ коды команд управления аппаратурой и коды контрольных точек в аппаратуре комплекса;

2) дешифрирует коды команд и выдает коды команд управления аппаратурой, команды включения преобразователей, команды ввода дискретной информации, команды управления схемой формирования модулирующих сигналов ИСРЗ;

3) дешифрирует коды контрольных точек и производит подключение контрольных точек ко входам преобразователей;

4) преобразовывает параметры, снимаемые в контрольных точках, в числовые коды;

5) передает коды параметров в ЭВМ.

Аппаратура САК состоит из узла формирования узла управления; трех преобразователей переменного напряжения в постоянное и трех преобразователей постоянного напряжения (длительности импульса, частоты и периода) в код; матричного коммутатора контрольных точек; узла управления коммутатором; схемы ввода дискретной информации; входного и выходного регистратора информации; схемы сопряжения ВнУ12 с МПК и схемы сопряжения ВнУ13 с МПК; схемы формирования модулирующих сигналов ИСРЗ.

Аппаратура САК связана с ЭВМ двумя внешними устройствами ВнУ12 и ВнУ13. Прием информации из ЭВМ производится по адресу ВнУ13, а передача информации в ЭВМ - по адресу ВнУ12. Прием информации через мультиплексный канал производится параллельными кодами по одному байту.

Из ЭВМ в блок Ц 92 поступает следующая информация: 16-разрядные коды команд управления; 16-разрядные коды контрольных точек и 16-разрядные контрольные коды, используемые для проверки дешифраторов узла управления коммутатором и узла формирования команд управления. Из блока Ц 92 в ЭВМ передаются 16-разрядные коды величин электрических параметров, снятых в контрольных точках аппаратуры комплекса.

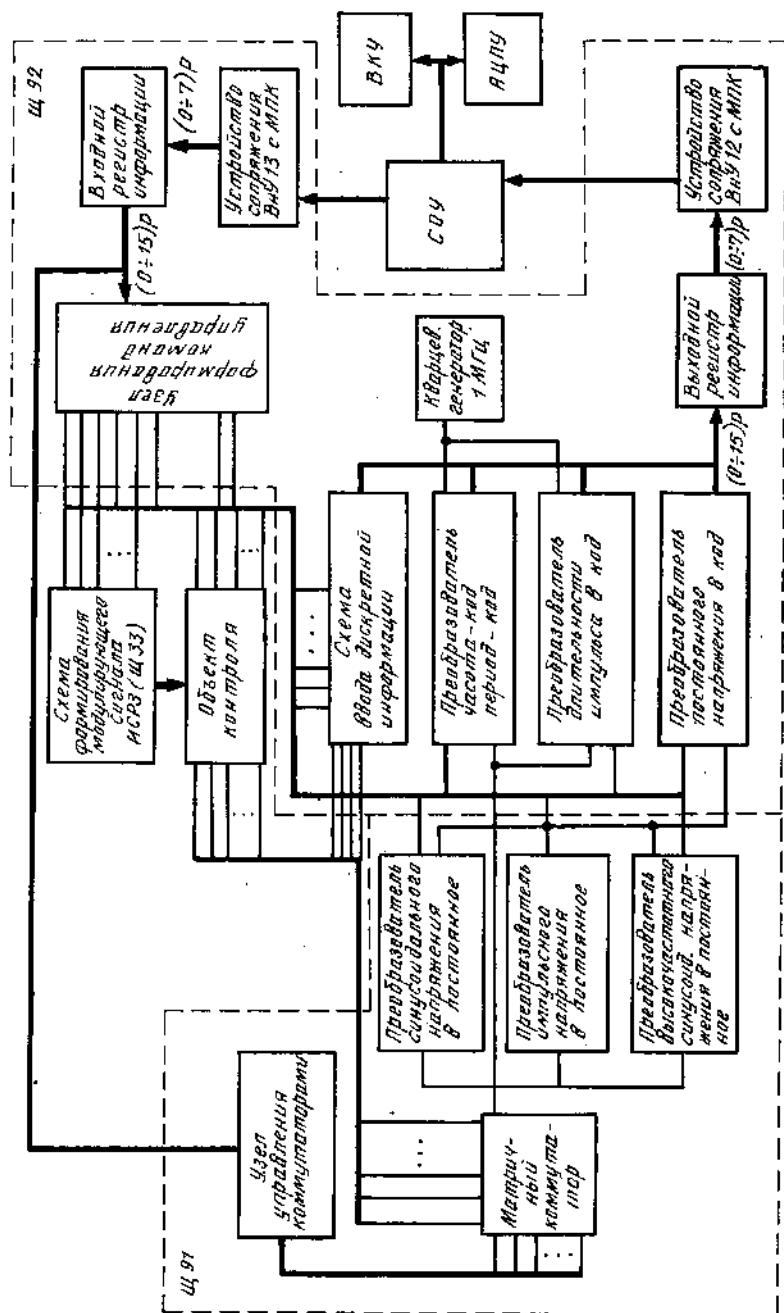


Рис. 8.1. Структурная схема системы автоматического контроля

Все поступающие из ЭВМ коды предварительно записываются во входной 16-разрядный регистр информации, а затем передаются в узел формирования команд управления и в узел управления коммутаторами, являющимися дешифраторами, преобразующими цифровой код в сигнал включения коммутатора или в команды управления. Если принятый код является кодом команды управления, то узел формирования команд может вырабатывать одну из следующих команд: команду включения преобразователя, команду разрешения ввода дискретной информации, команду управления формирователем модулирующих сигналов ИСРЗ или поступающую в аппаратуру объекта контроля команду на изменение па-

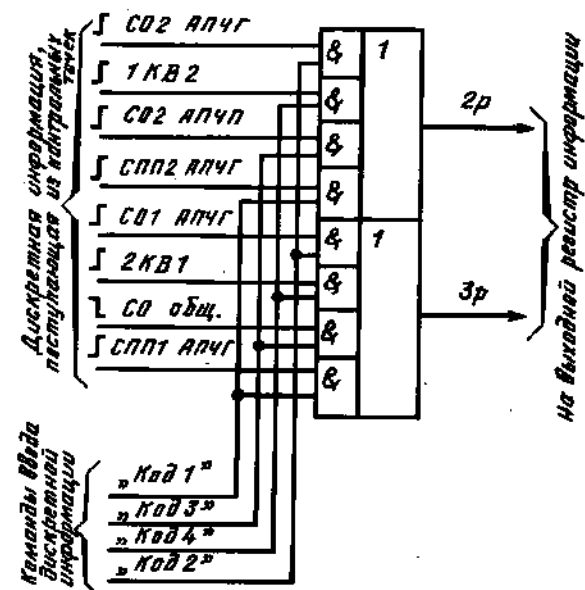


Рис. 8.2. Схема ввода дискретной информации

раметра или включение (выключение) части аппаратуры комплекса. Если принятый код является кодом контрольной точки, то узел управления коммутатором вырабатывает сигнал включения коммутатора, подключающего контрольную точку в объекте контроля ко входам преобразователей.

Схема ввода дискретной информации предназначена для ввода контролируемых параметров, представленных в виде логических уровней. Функциональная схема ввода дискретной информации для двух разрядов (второго и третьего) приведена на рис. 8.2. Логические сигналы из

контрольных точек, передаваемые в одном разряде выходной контрольной информации, объединяются в схеме 4x2И-ИЛИ. На разрешающие входы подаются команды ввода дискретной информации. Поданная команда разрешает прохождение одного из четырех входных сигналов на выход схемы в соответствующем разряде. Для заданной дискретной информации используются разряды выходного регистра с 0 по 7, разряды с 8 по 15 не используются.

Матричный коммутатор рассчитан на подключение 144 контрольных точек к входам преобразователей; 48 контрольных точек подключаются через логические каналы коммутатора, 64 – через релейные каналы и 32 – через электронные каналы. В каждом канале используется соответствующий тип ключа.

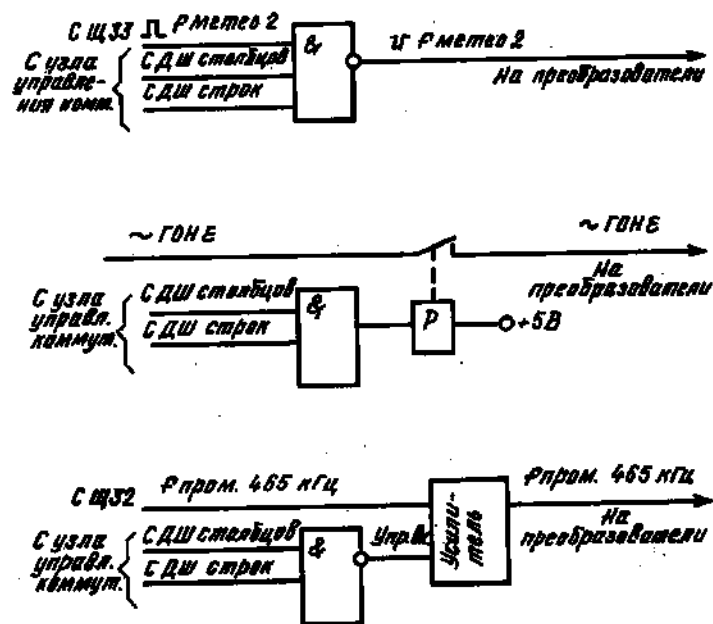


Рис. 8.3. Схемы ключей матричного коммутатора

Логический ключ (рис. 8.3) представляет собой логическую схему 2И-НЕ. На два входа подаются сигналы со схем управления разрешения срабатывания ключа, на третий вход подается исследуемый сигнал. Логический ключ позволяет коммутировать логические сигналы постоянного и импульсного тока.

Релейный ключ (рис. 8.3) состоит из схемы 2И с открытым коллектором и реле. Релейный ключ позволяет коммутировать сигналы постоянного и переменного тока частотой 10 кГц с уровнем напряжения от 0 до 100 В.

Электронный ключ (рис. 8.3) состоит из схемы 2И-НЕ и электронного усилителя с управляющим входом. Нулевой логический уровень, поданный на управляющий вход усилителя, разрешает прохождение контролируемого сигнала через усилитель. Электронный усилитель позволяет коммутировать сигналы постоянного и переменного тока частотой до 10 МГц с уровнями напряжения от 0 до 30 В. Помимо коммутации, электронный ключ осуществляет развязку цепи контрольной точки и входной цепи преобразователя.

Преобразователи синусоидального и импульсного напряжения в постоянное работают по принципу выпрямления входного напряжения и фильтрации постоянной составляющей. Преобразователи частоты, периода, длительности импульса и постоянного напряжения в код работают по принципу преобразования входных величин во временной интервал, затем заполнения временного интервала импульсами и подсчета импульсов. Импульсы заполнения вырабатываются генератором 1 МГц.

Узел формирования команд управления вырабатывает 60 команд в виде логических уровней напряжения (логические команды) и уровней напряжения 0 или 27 В (аналоговые команды). В схемном обозначении команд указывается, какой уровень напряжения вызывает выполнение команды, например: если команда К'2 (" + 27 В Вкл. Пер. 2 Авт.") подается уровнем напряжения 27 В, происходит включение передатчика 2; если команда К'11 (" Z Поиск Вкл.") подается уровнем логического нуля (+ 0,4 В), включается поиск системы АПЧГ. Команды с мнемоническим обозначением К (без штриха) вызывают действие, противоположное действию команды К' (со штрихом). При этом код команды К (без штриха) образуется из кода команды К' (со штрихом) путем инверсии первого байта. Например, команда К'3 (0 В Вкл. накачка Авт.) подается нулевым уровнем напряжения и включает генератор накачки, команда К 3 подается уровнем напряжения + 27 В и выключает генератор накачки. Коды команд К'3 и К3 имеют вид:

	1 байт	2 байт
К'3	10111001	01000000
К 3	01000110	01000000

САК работает в двух режимах: функциональный автоматический контроль и управление аппаратурой комплекса.

8.2. Режим функционального контроля

Функциональный автоматический контроль комплекса производится с целью быстрой проверки (в течение 7 мин) работоспособности всех систем и комплекса в целом. Режим функционального контроля задается с пульта оператора нажатием кнопки ФК. Автоматический функциональный контроль производится в следующей последовательности: функциональный контроль СОУ, функциональный контроль СОИ, самоконтроль САК, функциональный контроль других систем и приемопередающей аппаратуры комплекса.

Функциональный контроль СОУ охватывает блоки Щ 61, Щ 62 и производится косвенным образом при контроле СОИ и пульта оператора.

Функциональный контроль СОИ охватывает блок ЩТ41, ВКУ, АЦПУ, теле-тайп, панель управления Щ 602, блок Щ 64.

В функциональном контроле СОУ и СОИ аппаратура САК не участвует.

При самоконтроле САК проверкой охвачены следующие узлы: узел формирования команд управления, генератор 1 МГц, преобразователи схемы сопряжения ВЧУ 13 с МПК и ВЧУ 12 с МПК, узел управления коммутатором, узел формирования контрольных сдвигов частот суперизации и узел формирования контрольной метеочастоты в схеме формирования модулирующих сигналов ИСРЗ блока Щ 33. При функциональном контроле аппаратуры комплекса обеспечивается проверка следующих систем и блоков: системы АПЧГ блока Щ 32, приемной системы (гетеродина СВЧ, смесителя 100 МГц, усилителей 100 МГц и 30 МГц, АРУ и АПЧ 465 кГц основного канала, канала метеоусиления, канала угловой автоматки и канала дальности), метеопреобразователя и таймера блока Щ 61, цифровой следящей системы дальности и хронизатора блока Щ 61, передающей системы ЩТ10 (переключения передатчиков, модуляторов, генераторов СВЧ, системы АПЧП), системы управления антенной (следящей системы по углу места и азимута антенной колонки).

При измерении параметров все величины параметров проходят в ЭВМ допускной контроль, т.е. под управлением программы функционального контроля производится сравнение кода контролируемого параметра с кодами допустимых граничных значений. Измеренные величины основных параметров с соответствующим идентификатором выводятся в кадр "Функциональный контроль" на экран ВКУ и печатаются на бумажной ленте АЦПУ.

Примеры работы системы САК.

Пр и м е р 1. Функциональный контроль системы АПЧГ.

При контроле системы АПЧГ (рис. 4.1) проверяется генератор 100 Гц, УПЧ 465 кГц, АПЧ 465 кГц канала АПЧГ, выходной усилитель

управляющего напряжения гетеродина СВЧ (рис. 4.2), схема слежения и поиска. Во время контроля системы АПЧГ работает ИСРЗ.

Проверка генератора 100 Гц заключается в измерении частоты выходного сигнала генератора. Для этого из ЭВМ через ВЧУ13 выдается код команды К 82 (Вкл. ПЧК), включающей преобразователь частота-код. Далее из ЭВМ поступает код контрольной точки "выход генератора 100 Гц", по которому срабатывает коммутатор, и выходной сигнал генератора 100 Гц поступает на вход преобразователя частота-код. Частота сигнала преобразуется в цифровой код, который записывается в выходной регистр информации. Когда мультиплексный канал (МПК) выдает разрешение на передачу двух байтов информации, код частоты через ВЧУ 12 передается в ЭВМ и проходит допускной контроль. Измеренное значение частоты высвечивается на экране ВКУ рядом с идентификатором F ИД.

Далее программа функционального контроля переходит к проверке УПЧ 465 кГц, заключающейся в измерении частоты выходного сигнала УПЧ 465 кГц. Из ЭВМ выдается код контрольной точки "выход УПЧ 465 кГц", производится измерение, аналогичное измерению частоты сигнала 100 Гц, а после измерения частоты выдается код команды К 82, включающей преобразователь частота-код. Измеренное значение частоты высвечивается на экране ВКУ рядом с идентификатором F АПГ.

Проверка выходного усилителя управляющего напряжения заключается в измерении амплитуды управляющего напряжения. Из ЭВМ выдается код команды К'77 (Г Вкл. ПНК), включающей преобразователь напряжение-код. Далее из ЭВМ выдается код контрольной точки "управляющий вход гетеродина СВЧ", и сигнал "Сигн. Упр. Гет." подается на вход преобразователя. После преобразования код напряжения управления гетеродином передается в ЭВМ, и командой К'77 выключается преобразователь. На экране ВКУ рядом с идентификатором U УПР высвечивается величина напряжения управления.

Проверка схемы слежения и поиска заключается в проверке подстройки и поиска частоты гетеродина СВЧ, а также в формировании сигнала нижней и верхней расстройки схемы АПЧГ и схемы АПЧ 465 кГц. Проверка производится следующим образом. Из ЭВМ выдается код команды К'70 (Г Поиск АПЧГ), разрешающий поиск и подстройку частоты гетеродина СВЧ под частоту СВЧ генератора ИСРЗ. Через 1 с из ЭВМ выдается код команды К 70, снимающей команду К'70. В процессе поиска и подстройки частоты контролируются: код состояния схемы АПЧГ (АПЧГ-2) и код состояния схемы АПЧ 465 кГц, (АПЧГ-1).

С помощью кода АПЧГ-2 проверяется формирование сигналов нижней (СО1) и верхней (СО2) расстройки. Контроль кода АПЧГ-2 осуществляется,

когда из ЭВМ через 0,5 с после выдачи команды К'70 выдается код команды К'90 (Г Код 2). Команда К'90 поступает в схему ввода дискретной информации, в которой происходит формирование 16-разрядного кода АПЧГ-2 по принципу: сигнал С01 заносится в 3 разряд, сигнал С02 заносится во 2 разряд. Все остальные разряды при контроле кода АПЧГ-2 в ЭВМ не анализируются, поэтому могут иметь любые значения. Через 0,5 с после начала подстройки частоты гетеродина СВЧ код АПЧГ-2 должен соответствовать коду настроенной системы, т.е. в разрядах должны быть установлены нули (С01 и С02 отсутствуют). В противном случае через 0,05 с повторяется контроль кода АПЧГ-2. Если и на этот раз контроль кода АПЧГ-2 не прошел, на экране ВКУ высвечивается надпись "АПЧГ неисправна". После каждого контроля кода АПЧГ-2 из ЭВМ выдается код команды К90, снимающей команду К'90.

С помощью кода АПЧГ-1 проверяется формирование сигналов нижней (СПП1) и верхней (СПП2) расстройки. Контроль кода АПЧГ-1 осуществляется сразу за контролем кода АПЧГ-2 по команде К'89 (Г код 2). При формировании кода АПЧГ-1 сигнал СПП1 заносится во 2 разряд, сигнал СПП2 заносится в 3 разряд выходного регистра.

В случае успешного окончания всех проверок на экране ВКУ высвечивается надпись "АПЧГ исправна".

Пример 2. Функциональный контроль следящей системы дальности.

При контроле системы дальности проверяется автозахват паузы дальности ИСРЗ, сопровождение паузы и вычисляется скорость сопровождения. Контроль производится в следующей последовательности. Из ЭВМ выдается код команды К'53 (+27 В Вкл. ИСРЗ.Авт.), включающей СВЧ генератор ИСРЗ и устанавливающей схемы формирования модулирующих сигналов в автоматический режим. В сигнале ИСРЗ образуется пауза дальности на отметке 10 км. Затем через ВнУ04 из ЭВМ выдается и записывается в счетчик дальности ССК код границы дальности (8800м). Следующая команда К'11 (Г Поиск Вкл.), выданная ЭВМ, включает режим поиска системы дальности. В режиме поиска следящие стробы перемещаются от границы дальности в сторону увеличения дальности до тех пор, пока не произойдет автозахват паузы на дальность 10 км, после чего система дальности переходит в режим автосопровождения. В момент захвата паузы вырабатывается признак "Пр.АСД", поступающий через ВнУ02 в ЭВМ для подтверждения захвата и перехода системы дальности в режим автосопровождения, после чего ЭВМ выдает код команды К 58 (0В Вкл. Полет Авт.) и пауза начинает перемещаться по дальности, имитируя полет радиозонда. Вместе с паузой перемещаются стробы, и

осуществляется контроль сопровождения по дальности. Через 5 с из ЭВМ выдается код команды К58, прекращающей перемещение паузы. Код дальности, принятый ЭВМ, после выдачи команды К58 должен иметь значение 11 км. По нему определяется скорость сопровождения и отсутствие срывов в сопровождении. В случае прохождения контроля на экране ВКУ высвечиваются надписи "Захв. Испр.", "D 10 км", $V D 120$ м/с, "Сопр. Испр."

8.3. Работа САК в режиме управления

В процессе сопровождения радиозонда система САК работает в режиме управления. В этом режиме САК осуществляет управление передатчиками, системой угловой автоматики и антенно-фидерной системой. Управление другими системами осуществляется вручную с пульта оператора.

В режиме управления САК работает так же, как в режиме "Функциональный контроль" при подаче команд управления аппаратурой. Из ЭВМ выдаются коды команд управления, которые в аппаратуре САК преобразуются в соответствующие напряжения команд. Команды, выполняемые в режиме управления, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Номер команды	Наименование команды	Результат выполнения команды
1	2	3
К'2	+27В Вкл. Пер. 2 Авт.	При достижении радиозондом дальности свыше 3 км команда включает передатчик большой мощности
К'3	0 В Вкл. накачку Авт.	При достижении дальности 2500 м команда включает генератор накачки
К'5	+27 В Вкл. 24 дБ Авт.	При дальностях до радиозонда от 0 до 500 м команда включает ослабление передатчика малой мощности на 24 дБ
К'7	+ 27 В Широкая Авт.	При дальностях до радиозонда от 0 до 10 км команда включает широкую полосу пропускания сигнала ошибки в канале угловой автоматики

Продолжение табл. 4

I	2	3
K ¹ 9	+ 27 В Вкл. Пер. I Авт.	При дальностях от 0 до 3 км команда выключает передатчик малой мощности
K ¹ II	Поиск Вкл.	При замирании принимаемого сигнала радиозонда устанавливается режим "Поиск" системы АПЧТ
K ¹ I2	+ 27 В Зонд потерян	Устанавливает индикацию "Зонд потерян" на пульте оператора.

Указанные команды могут подаваться вручную с пульта оператора. При выполнении команд приоритет отдается установленным ручным командам, автоматические команды в это время не проходят.

9. СИСТЕМА ОБРАБОТКИ И УПРАВЛЕНИЯ (COU)

9.1. Назначение и состав

Система автоматической обработки данных и управления аппаратурой (COU) выполняет следующие задачи:

прием и обработку информации, получаемой от радиозонда и датчиков координат;

вычисление параметров в соответствии со схемой решения задачи зондирования атмосферы;

выдачу в СМ радиолокационной, метеорологической и дополнительной вычислительной информации, подлежащей отображению и регистрации;

формирование и выдачу аэрологических телеграмм КН-03, КН-04, "Слой", "Приземный слой", "Шторм";

управление аппаратурой комплекса для обеспечения сопровождения радиозонда;

совместно с САК обеспечение проведения функционального контроля.

В состав COU входят: специализированная ЭВМ А-15-А; система математического обеспечения; аппаратура комплекса ЦТ-60.

9.2. Система математического обеспечения

Общие сведения

Система математического обеспечения (МО) представляет собой набор управляющих и обрабатывающих программ, хранящихся в памяти ЭВМ и предназначенных для обработки данных, вычисления метеопараметров, управления работой аппаратуры комплекса, проведения функционального контроля.

Система МО работает в реальном масштабе времени, осуществляя непрерывную обработку исходных данных зондирования и формирование конечных документов. Все программы системы МО разделяются на управляющие программы, программы функционального контроля и управления аппаратурой комплекса, рабочие программы вычислительного процесса.

Управляющие программы выполняют следующие задачи: устанавливают очередность выполнения рабочих программ, организуют службу времени, обслуживают внешние устройства, организуют обмен данными между рабочими программами, а также между ЭВМ и внешними устройствами; обрабатывают свои в работе системы.

Программы контроля и управления обеспечивают проведение функционального контроля и управления аппаратурой во время зондирования.

Рабочие программы обеспечивают решение задачи зондирования атмосферы. Размеры рабочих программ таковы, что каждая работает не более 1 с. Рабочие программы состоят из программ обработки метеоинформации, программ обработки радиолокационной информации, программ вычисления скорости и направления ветра, программ определения метеопараметров на уровнях стандартных давлений, программ определения особых точек, программ поиска тропопаузы, программ кодирования аэрологических телеграмм, программ формирования изображений кадров на БКУ, программ проверки исправности радиозонда и других. Всего используется около 40 рабочих программ.

Режимы работы системы МО

Система МО работает в семи различных режимах (рис. 9.1): "Тестовый контроль", "Ожидание", "Функциональный контроль", "Ввод данных", "Работа", "Вывод данных". Режим "Работа" имеет два подрежима: "Подготовка" и "Полет".

Работа системы МО начинается с режима "Тестовый контроль", который устанавливается при нажатии кнопки "Тесты" на пульте оператора. В этом режиме система МО выполняет следующие функции: производит про-

верку блоков памяти ЭВМ, проверяет работоспособность вычислительного устройства ЭВМ, проверяет возможность обмена информацией между ЭВМ и БКУ, между ЭВМ и АЦПУ. Если аппаратура исправна в режиме тестового контроля, то автоматически устанавливается режим "Ожидание".

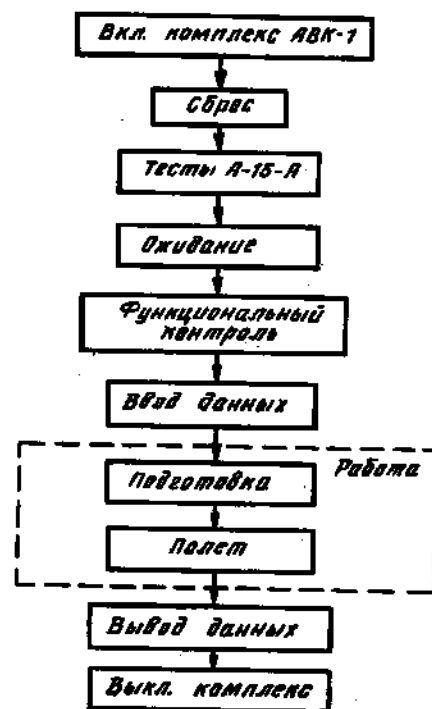


Рис. 9.1. Режимы работы системы МО АБК-1

В режиме "Ожидание" система МО выполняет следующие функции: устанавливает на экране БКУ кадр режима "Ожидание", принимает и выводит на экран данные с датчиков координат и преобразователя метеочастот.

Режим "Функциональный контроль" устанавливается при нажатии кнопки "ФК" на пульте оператора. В режиме "Функциональный контроль" система МО выполняет следующие функции: устанавливает кадр режима "Функциональный контроль", принимает и выводит на экран БКУ поступающие данные из САК, проводит функциональный контроль систем ЦТ 10, ЦТ 30, ЦТ 40, ЦТ 50, ЦТ 70, ЦТ 90, АПЧ1, АПЧГ. По результатам работы системы МО в режиме "Функциональный контроль" оператор принимает решение о воз-

можности проведения зондирования и перехода в режим "Ввод данных" или необходимости устранения неисправности в аппаратуре.

Режим "Ввод данных" устанавливается при нажатии кнопки "ВД" на пульте оператора. В этом режиме система МО выполняет следующие операции: устанавливает кадр режима "Ввод данных", принимает с клавиатуры и выводит на экран начальные данные для решения задачи зондирования атмосферы, принимает и выводит на экран данные с датчиков координат и с преобразователя метеочастот, организует работу таймера и индикацию текущего времени. В режиме "Ввод данных" производится проверка радиозонда, установленного в поверочной будке так, чтобы сигнал радиозонда принимался антенной. Смысл проверки заключается в сравнении данных (наземная температура, влажность), занесенных с клавиатуры в память ЭВМ, и данных, поступающих в сигнале радиозонда с датчиков радиозонда. Проверка производится по команде оператора, набранной на клавиатуре.

После завершения ввода начальных данных и проверки радиозонда оператором устанавливается начальная дальность, и антенна наводится на место, в котором находится радиозонд, готовый к выпуску. После этого нажимается кнопка "Работа" на пульте оператора, и система МО переходит в режим "Подготовка". В этом режиме система МО выполняет следующие операции: устанавливает кадр режима "Подготовка", принимает и передает на экран данные с датчиков координат и с преобразователя метеочастот, организует работу таймера и осуществляет индикацию текущего времени.

В момент пуска радиозонда оператор нажатием кнопки "Пуск" на пульте оператора устанавливает режим "Полет". В этом режиме система МО выполняет следующие функции: устанавливает кадр режима "Полет", принимает и передает на экран данные с датчиков координат и с преобразователя метеочастот, организует работу таймера и осуществляет индикацию текущего и полетного времени, вычисляет и осуществляет индикацию текущих значений температуры, влажности, давления, высоты подъема и скорости подъема радиозонда, вычисляет метеопараметры для стандартных уровней, формирует и выдает на печать промежуточные данные конечных документов.

Режим "Вывод данных" устанавливается по решению оператора об окончании зондирования нажатием кнопки "Выв.Д" на пульте оператора. При этом прекращается обработка и вычисление метеопараметров и начинается подготовка результатов зондирования для выдачи конечных документов. В режиме "Вывод данных" система МО выполняет следующие функции: прекращает обработку и вычисление метеопарамет-

ров на стандартных уровнях, устанавливает кадр режима "Вывод данных", формирует и выдает на печать результаты зондирования.

Входные данные

Входные данные для решения задачи зондирования атмосферы подразделяются на два вида: начальные данные, вводимые оператором с клавиатуры в режиме "Ввод данных"; текущие данные, поступающие с датчиков координат и преобразователя метеочастот.

В качестве начальных данных вводятся: номер станции (NC); высота станции над уровнем моря (НО); широта точки стояния станции (ШМ); дата зондирования (ДТ); текущее время (ВР); высота стояния Солнца (Z); измеренные соответствующими метеорологическими приборами наземные данные о температуре (ТО), относительной влажности (УО) и давлении (РО); направление (А V) и скорость (V) наземного ветра; координаты точки выпуска радиозонда (ДЮ, ЕО, АО); данные об облачности; тип зонда и его паспортные данные (R01, R02, A, B, C, N, K, M).

Текущими данными являются: значение дальности (Д), угла места (Е), азимута (А), значение длительности периодов метеочастот (QT, QU, QO); дополнительные данные, вводимые с пульта оператора.

Текущие данные о координатах и дополнительные данные с пульта оператора поступают с темпом 4 Гц; коды длительности периодов метеочастот поступают с темпом, который определяется сменой метеочастот (5-6 с).

9.3. ЭВМ А 15-А

Быстродействующая специализированная ЭВМ А 15-А предназначена для выполнения математических операций по программам обработки информации и управления комплексом АБК-1.

ЭВМ А 15-А имеет следующие технические данные:

- адресация памяти - одноадресная;
- система счисления - двоичная;
- быстродействие - 207 тыс. операций в с;
- размер машинного слова - 17 бит (1 бит - контрольный разряд);
- размер машинной команды - 20 бит (1 бит - контрольный разряд);
- питание - 3-фазное напряжение 220 В, 400 Гц;
- потребляемая мощность - 250 Вт;
- диапазон температур окружающей среды - от -60 до +35°;
- время непрерывной работы - не ограничено;
- масса - 65 кг.

ЭВМ А 15-А состоит из четырех функциональных блоков (рис. 9.2).

ВсУ - вычислительное устройство, выполняет 60 команд, реализующих арифметические операции, логические операции, битовые операции; операции обмена, операции ввода-вывода, операции пересылок, операции записи. В состав ВсУ входят: арифметическое устройство (сумматор), устройство управления и 8 регистров, предназначенных для хранения исходных данных, промежуточных результатов, команд и адресов памяти.

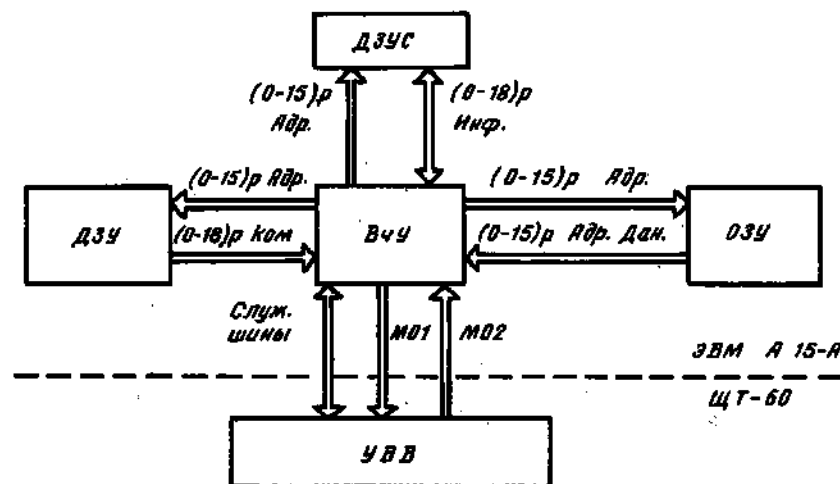


Рис. 9.2. Структурная схема А 15-А

ДЗУ - долговременное запоминающее устройство, предназначено для хранения констант, обрабатываемых и управляющих программ. ДЗУ состоит из четырех блоков, объем каждого блока - 8192 слова по 20 разрядов. ДЗУ выполнено на больших интегральных микросхемах серии 555 с пережигаемыми никромовыми перемычками. Информация в ДЗУ заносится на этапе изготовления комплекса и хранится в течение всего срока службы.

ДЗУС - долговременное запоминающее устройство со сменной информацией, предназначено для хранения оперативной информации, образующейся в процессе работы ЭВМ. Объем ДЗУС - 1024 слова по 20 разрядов. ДЗУС выполнено на ферритовых интегральных элементах.

ОЗУ - оперативное запоминающее устройство, предназначено для хранения исходных данных, промежуточных и конечных результатов вычислений, программ управления устройствами ввода-вывода. Объем ОЗУ -

2 x 1024 слова по 17 разрядов. ОЗУ выполнено на полупроводниковых интегральных элементах. После выключения питания информация в ОЗУ пропадает.

Каждый блок памяти связан в ВЧУ информационными и адресными шинами, передача по ним адресов, команд и данных осуществляется параллельными кодами. Все блоки памяти имеют единую адресацию, при поступлении в блок памяти адреса ячейки памяти производится считывание или запись информации в эту ячейку. Информация передается в виде адресов памяти, команд ВЧУ или числовых данных.

Работа программ в ЭВМ представляет собой последовательное считывание команд программы из ДЗУ и выполнение их в ВЧУ. При этом адреса команд формируются в специальном регистре ВЧУ (в счетчике команд) путем увеличения содержимого счетчика команд на единицу при каждом обращении к ДЗУ. Адрес самой первой команды формируется управляющей программой и устанавливается в счетчике команд. Формирование адресов ОЗУ и ДЗУС производится в ВЧУ в процессе выполнения команд, требующих обращения к оперативной памяти.

С внешними устройствами комплекса АВК-1 ЭВМ связана через УВВ (устройство ввода-вывода). Информация между ЭВМ и УВВ передается

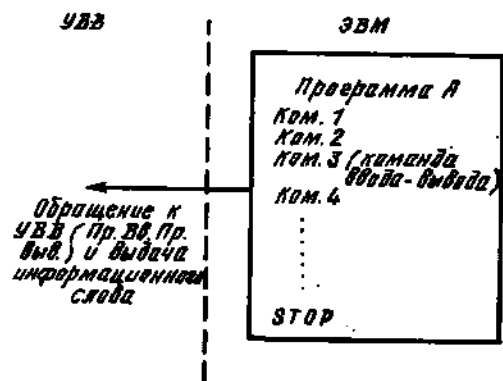


Рис. 9.3. Обмен по командам ввода-вывода между ЭВМ и УВВ

по двум информационным магистралям: входной МО1 и выходной МО2. Передачу информации сопровождают сигналы, передаваемые по служебным линиям. С помощью этих сигналов осуществляется связь во время передачи информации и распознавание информации.

Между ЭВМ и УВВ возможны три способа обмена информацией и служебными сигналами: обмен по командам ввода-вывода, обмен с приостановом, обмен с прерыванием.

Обмен по командам (рис. 9.3) осуществляется, когда в работающей программе ЭВМ встречается и выполняется команда ввода-вывода. Результатом выполнения команды является обращение ВЧУ к УВВ и передача информации из ОЗУ в УВВ. Для обращения используются служебные сигналы Пр. Вв., Пр. Выв.

Обмен с приостановом работающей программы (рис. 9.4) осуществляется, когда УВВ обращается к ЭВМ для ввода (вывода) информации в ОЗУ, если вводимая информация не требует срочной обработки программами ЭВМ и происходит ее накопление в ОЗУ; если выводимая информация была

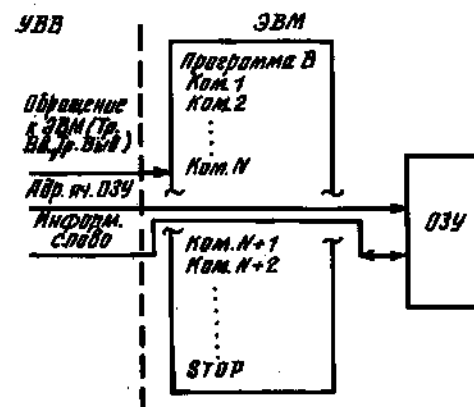


Рис. 9.4. Обмен с приостановом между ЭВМ и УВВ

подготовлена ранее и записана в ОЗУ. Работающая программа В после обращения УВВ приостанавливается на последней выполненной команде (ком. N), и ВЧУ подключает УВВ к ОЗУ. После этого ВЧУ продолжает выполнять приостановленную программу (выполняет команду N+1), а УВВ самостоятельно формирует адрес ячейки ОЗУ и вводит или выводит информацию в эту ячейку. Для обращения УВВ используется служебный сигнал Пр. Вв. или Пр. Выв.

Обмен с прерыванием работающей программы (рис. 9.5) осуществляется, когда УВВ обращается к ЭВМ для ввода информации в ОЗУ, требующей немедленной обработки, или когда в УВВ произошел сбой и необ-

ходима срочная обработка сбоя. В этих случаях УВВ выдает запрос прерывания в виде сигнала Тр.Пр. ВчУ снимает выполняемую программу А и передает управление программе обработки прерывания. Эта программа организует прием и обработку принимаемой информации или осуществляет контроль состояния УВВ. После завершения программы обработки прерывания восстанавливается то состояние средств ВчУ,

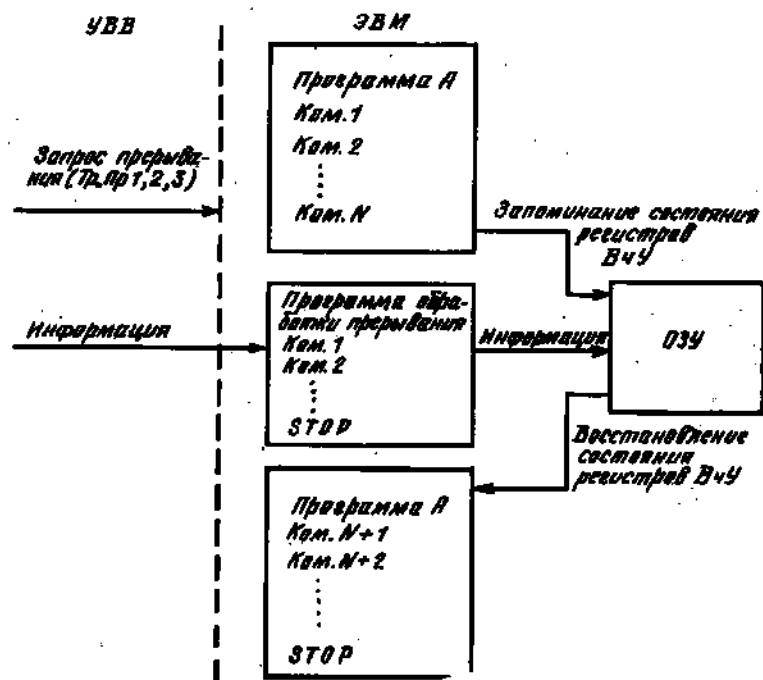


Рис. 9.5. Обмен с прерыванием между ЭВМ и УВВ

которое было в момент прерывания программы А, и возобновляется выполнение программы А. Обмен УВВ и ЭВМ с прерыванием имеет больший приоритет, чем обмен с приостановом, т.е. запрос прерывания может прервать любую программу системы МО, в то время как обращение УВВ при обмене с приостановом может приостановить только некоторые рабочие программы системы МО, а при работе всех остальных программ выполнение обращения откладывается до завершения программы.

9.4. Аппаратура системы обработки и управления ЦТ-60

Назначение и состав

Аппаратура системы обработки и управления ЦТ-60 предназначена для обмена информацией между ЭВМ и внешними устройствами, для контроля работы ЭВМ и внешних устройств, для управления работой всего комплекса.

Аппаратура ЦТ-60 состоит из устройства ввода-вывода (УВВ) и аппаратуры контроля и управления.

Устройство ввода-вывода (УВВ) предназначено для обмена информацией между ЭВМ и внешними устройствами (ВчУ). Перечень и номера (адреса) внешних устройств приведены в табл. 5.

Таблица 5

Канал	Блок	Номер ВчУ	Наименование ВчУ	Тип обмена относительно ЭВМ
I	2	3	4	5
МПК	Щ64	01	Пульт оператора	Прием ручных команд управления
МПК	Щ64	02	Пульт оператора	Прием сигналов индикации состояния систем
МПК	Щ51	03	Система определения координат	Выдача кода дальности
МПК	Щ51	04	Система определения координат	Прием кода дальности
МПК	Щ41	10	ВКУ	Выдача информации, высвечиваемой на экране ВКУ
МПК	Щ41	11	АЦПУ	Выдача информации, печатаемой на бумаге АЦПУ
МПК	Щ92	12	Выходное устройство системы автоматического контроля	Прием кодов параметров контрольных точек
МПК	Щ92	13	Входное устройство системы автоматического контроля	Выдача кодов команд и контрольных точек
МПК	Щ64	07	Телетайп	Выдача информации, отображаемой на бумаге и перфоленте

I	2	3	4	5
СК 1	ЦБІ	4І	Таймер	Выдача кодов временных интервалов
СК 2	ЦБІ	Метеопреобразователь	Прием кодов длительности метеопериодов	

В состав УВВ (рис.9.6) входят: центральное устройство управления (ЦУ УВВ), узел приоритета, селекторные каналы СК1 и СК2, мультиплексный канал (МПК), хронизатор. ЦУ УВВ предназначено для запуска каналов, оно начинает обмен информацией между внешним устройством и ЭВМ в каждом канале. Селекторный канал СК1 обеспечивает обмен информацией между таймером и ЭВМ. Селекторный канал СК2 обеспечивает обмен информацией между метеопреобразователем и ЭВМ. Мультиплексный канал обеспечивает обмен информацией между ЭВМ и внешними устройствами, имеющими адреса с 1 по 13. Если МПК обеспечивает обмен сразу с несколькими ВнУ, то такой режим работы канала называется мультиплексным, если МПК обеспечивает обмен только с одним ВнУ, хотя запросы на обмен поступают и от других ВнУ, то такой режим работы канала называется монопольным.

Селекторные каналы работают только в монопольных режимах.

Обмен информацией между каналами и ЭВМ осуществляется шестнадцатирядными словами по двум информационным магистралям МО1 и МО2. Информация из ЭВМ в каналы передается по МО1, из каналов в ЭВМ — по МО2.

Обмен информацией между внешними устройствами и МПК осуществляется байтами по магистрали обмена МО3, к которой параллельно подключены все внешние устройства.

Для обеспечения связи каналов и ЭВМ используются служебные сигналы: требование ввода (Тр.Вв), требование вывода (Тр.Выв), требование прерывания (Тр.Пр), запрос кода прерывания (ЗКП), запрос адреса (ЗА). Для обеспечения связи ЭВМ и ЦУ УВВ используются служебные сигналы: признак ввода (Пр.Вв), признак вывода (Пр.Выв). Запуск каналов производится сигналами Зап.МПК, Зап.СК1, Зап.СК2. Связь МПК и внешних устройств обеспечивается служебными сигналами "Вызов ВнУ", "ЭХО" и другими, передаваемыми по 9 служебным шинам.

Обмен информацией в каналах не может производиться параллельно, поэтому для каналов устанавливается очередность обслуживания (приоритет). Приоритет каналов определяется степенью срочности обработки

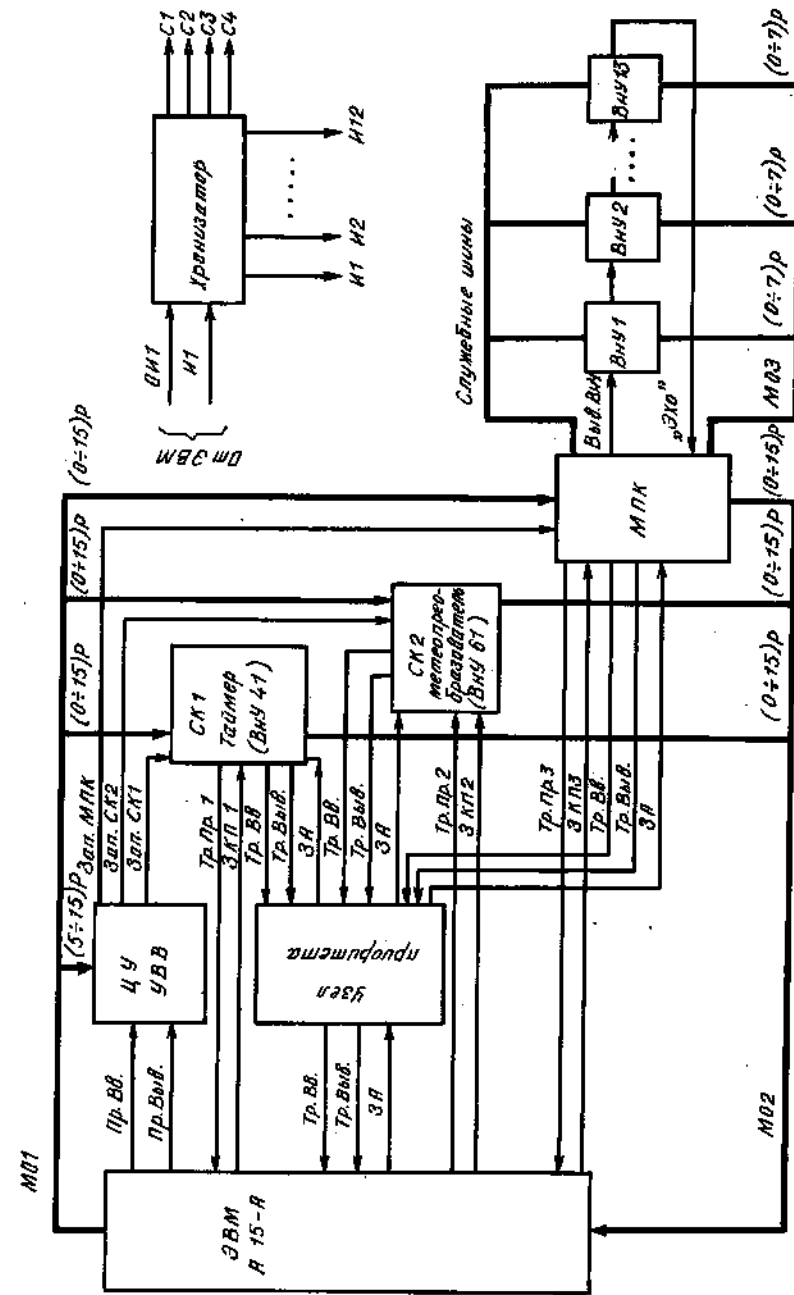


Рис. 9.6. Структурная схема аппаратуры системы обработки и управления

информации, поступающей от внешних устройств через каналы. Наивысший приоритет имеет канал СК1, средний уровень приоритета имеет канал СК2, и низший уровень приоритета имеет мультиплексный канал. Уровень приоритетов устанавливает узел приоритета, определяющий очередность выполнения запросов на прием или передачу информационного слова. Запросы передаются сигналами Тр. Вв., Тр. Выв. Все запросы, поступающие от каналов, сначала запоминаются в регистрах узла приоритета, затем в порядке очередности пересылаются в ЭВМ. В ответ на запрос канала, ЭВМ запрашивает адрес ячейки оперативной памяти, в которую вводится или выводится информационное слово, выдавая сигнал ЗА. Через узел приоритета сигнал ЗА поступает в тот канал, запрос которого обрабатывался.

Каждый канал представляет собой отдельное устройство управления с собственными программами работы (микропрограммами) и с постоянной памятью, в которой хранятся микропрограммы. Выполнение микропрограмм осуществляется под управлением команд ввода-вывода и команд канала, передаваемых из ЭВМ. Команды ввода-вывода и команды канала объединяются в программы канала, хранящиеся в оперативной памяти. Для каждого внешнего устройства формируется отдельная программа канала, устанавливающая порядок обмена информацией между внешним устройством и ЭВМ на протяжении всей работы по зондированию атмосферы.

Команды ввода-вывода, команды канала

В системе команд ЭВМ А 15-А для организации операций ввода-вывода предусмотрены две команды ввода-вывода ЭВМ: ВвС (ввод в сумматор) и Выв П (вывод памяти). Эти команды включаются в состав управляющих и рабочих программ системы МО и находятся в том месте программ, где необходим обмен информацией между оперативной памятью ЭВМ и внешним устройством.

Команда ВвС производит опрос занятости ЦУ УВВ. Команда выполняется следующим образом. ЭВМ посылает в ЦУ УВВ сигнал ПрВв (рис. 9.6). Если ЦУ УВВ занято в результате ранее начавшейся операции ввода-вывода, то в ответ на сигнал Пр.Вв. оно засылает в нулевой разряд регистра сумматора ВнУ единицу. Если ЦУ УВВ свободно, то в нулевой разряд заносится ноль. В сумматоре анализируется содержимое нулевого разряда регистра, и в случае занятости ЦУ УВВ ЭВМ переходит в режим ожидания или управление передается другой программе, не требующей ввода-вывода информации. Если ЦУ УВВ свободно, то выполняется следующая команда текущей программы. Следующей командой всегда будет команда "Выв.П."

Команда "Выв.П" предназначена для вывода информационного слова из ячейки оперативной памяти, адрес которой содержится в одном из регистров сумматора. Команда выполняется следующим образом. ЭВМ в ЦУ УВВ выдает сигнал Пр.Выв., подготавливающий ЦУ УВВ к приему информации. Затем из оперативной памяти выдается информационное слово по МО1, имеющее формат:

	КОВВ	Ном. кан	Адр. ВнУ
0	4 5	7 8	9 10
			15

0-4 разряды - не используются;

5-7 разряды - код операции ввода-вывода, которая должна быть выполнена;

8-9 разряды - номер канала, в котором должна быть выполнена операция ввода-вывода.

10-15 разряды - номер ВнУ, которое должно производить обмен с ЭВМ.

ЦУ УВВ дешифрирует поступившее информационное слово и запускает канал, номер которого указан в 8-9 разряде, на выполнение операции ввода-вывода. Для этого ЦУ УВВ выдает сигнал запуска канала и передает в этот канал код операции ввода-вывода и номер внешнего устройства. Когда канал запущен, ЦУ УВВ становится свободным и может отвечать на обращения ЭВМ, запуская при этом селекторные каналы, не занятые выполнением операции ввода-вывода, или мультиплексный канал, не занятый передачей информационного слова.

Дальнейшее управление операцией ввода-вывода запущенный канал выполняет самостоятельно, используя оперативную память ЭВМ, в которой содержатся канальная программа и информация, передаваемая в ВнУ, или области, отведенные для ввода информации, поступающей из ВнУ.

Операции ввода-вывода, канальные программы

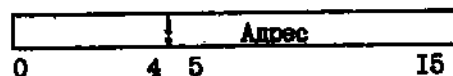
Из ЭВМ выдаются коды четырех операций ввода-вывода: "Начать ввод-вывод" (НВВ), "Кончить ввод-вывод" (КВВ), "Опросить состояние", "Гашение канала".

При выполнении операции НВВ производится запуск средств канала на обмен данными между оперативной памятью ЭВМ и тем ВнУ, номер которого был передан из ЦУ УВВ.

При выполнении операции "Опросить состояние" производится запуск средств канала на передачу в ЭВМ информации о состоянии канала после завершения ввода-вывода или после сбоя.

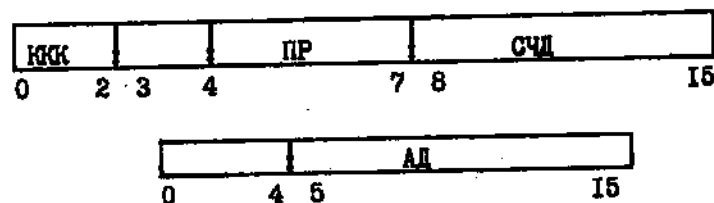
При выполнении операции "Газание канала" производится установка в нулевое состояние канала перед началом работы канала или в случае экстренного прекращения работы канала.

Выполнение операции НВВ в канале производится следующим образом. Канал выдает запрос (сигнал Тр.Вв.) на передачу из ОЗУ информации. В ответ на сигнал ЗА, поступающий из ЭВМ после приема сигнала Тр.Вв., канал на шину МО2 выставляет код номера ВнУ, который воспринимается ЭВМ как адрес ячейки оперативной памяти. После этого содержимое ячейки ОЗУ по шинам МО1 передается в канал. В ячейке памяти под номером ВнУ всегда находится адресное слово канала (АСК), имеющее формат:



Разряды 0-4 не используются, разряды 5-15 - адрес ячейки оперативной памяти, где содержится первое управляющее слово канала канальной программы.

АСК является начальным адресом программы работы канала. Программа работы канала состоит из управляющих слов канала (УСК), относящихся к одной операции ввода-вывода по передаче информации между ЭВМ и ВнУ. УСК размещается в оперативной памяти ЭВМ в двух соседних ячейках (рис. 9.7) и имеет формат:



В первой ячейке УСК размещаются:
разряды 0-2 - код команды канала;
разряды 4-7 - признаки работы канала:

- в 4 разряде - признак режима работы канала (Пр.Рк)
Пр.Рк. = 0 - мультиплексный режим,
Пр.Рк. = 1 - монопольный режим,
- в 5 разряде - признак цепочки данных (Пр.ЦД),
- в 6 разряде - признак цепочки команд (Пр.ЦК),
- в 7 разряде - признак программно-управляемого прерывания,

разряды 8-15 - счетчик данных, передаваемых через канал.

Во второй ячейке УСК в разрядах 5-15 размещается адрес данных, принимаемых или передаваемых из оперативной памяти.

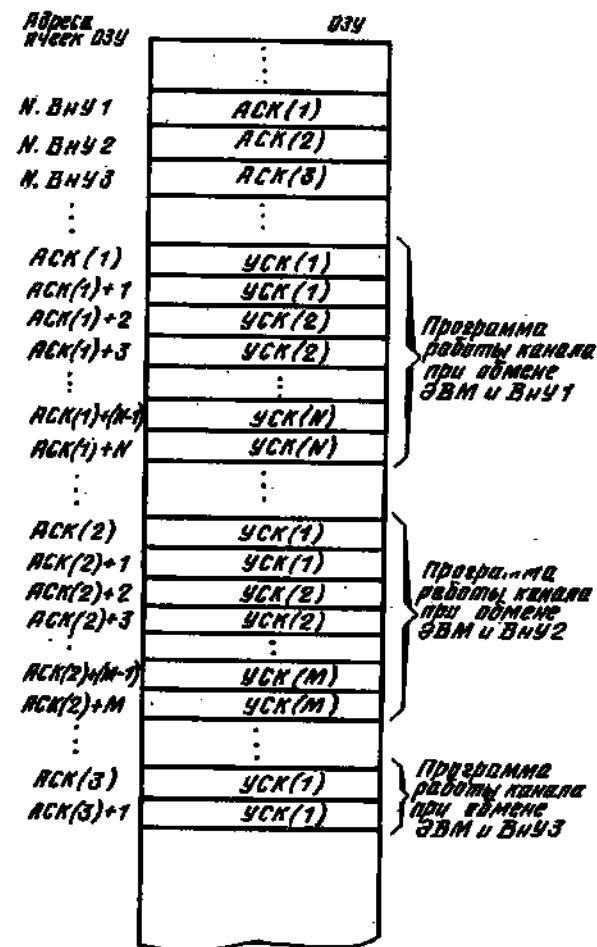


Рис. 9.7. Фрагмент оперативной памяти ЭВМ

В УСК передаются коды следующих команд: "Выдача", "Прием", "Управление ВнУ", "Уточнить состояние", "Переход в канал". Эти команды запускают соответствующие микропрограммы, хранящиеся в памяти каналов. При выполнении микропрограммы "Выдача" информация из ОЗУ передается во ВнУ.

Программа работы каналов создается специальными программами управления системы МО в процессе работы комплекса и выполнения рабочих программ зондирования атмосферы. Например, во время работы программы по определению особых точек результаты расчетов заносятся в специально отведенную область оперативной памяти. После окончания работы программа формирует запрос на передачу результатов во внешнее устройство (АЦПУ). Этот запрос принимается управляющей программой МО, которая формирует для программы канала все УСК, АСК и начинает операцию ввода-вывода. Операция ввода-вывода заканчивается, когда будет выведен из оперативной памяти и распечатан в АЦПУ весь массив данных. При каждом следующем проходе программы определения особых точек процесс подготовки и передачи информации будет повторяться.

Работа мультиплексного канала

Структурная схема МПК представлена на рис.9.8.

Мультиплексный канал состоит из регистра адреса микрокоманды (Рг АМК), дешифратора адреса микрокоманды (ДШ); матрицы памяти на 256 слов по 54 разряда каждое; формирователя микроопераций (МКО); регистра УСК, состоящего из регистра кода команды канала Рг ККК, регистра признаков (РгПр), регистра счетчика данных (Р-СчД) и регистра адреса данных (Рг АД); регистра АСК (Рг АСК); регистра адреса ВнУ (Рг // . ВнУ); регистра информационного слова (Рг ИС); регистра байта состояния канала (Рг БСК) и регистра байта состояния ВнУ (Рг БСВ).

В мультитексовом канале применяется принцип микропрограммного управления выполнением операций. Каждая операция выполняется под действием одной микрокоманды. Микрокоманды хранятся в памяти канала и образуют микропрограммы, содержащие команды ввода-вывода и управляющие работой канала. Операция состоит из набора микроопераций. Микрооперация — это элементарное действие, которое выполняется путем подачи одного импульса на управляющую шину. Например, гашение регистра УСК (Гш Рг УСК), гашение триггера "Адрес" (Гш Тр Адр), суммирование единицы с содержанием регистра Счд (" $+1$ " $\rightarrow$ Рг Счд). При выполнении одной операции все импульсы на управляющих шинах действуют одновременно, т.е. несколько микроопераций выполняются одновременно.

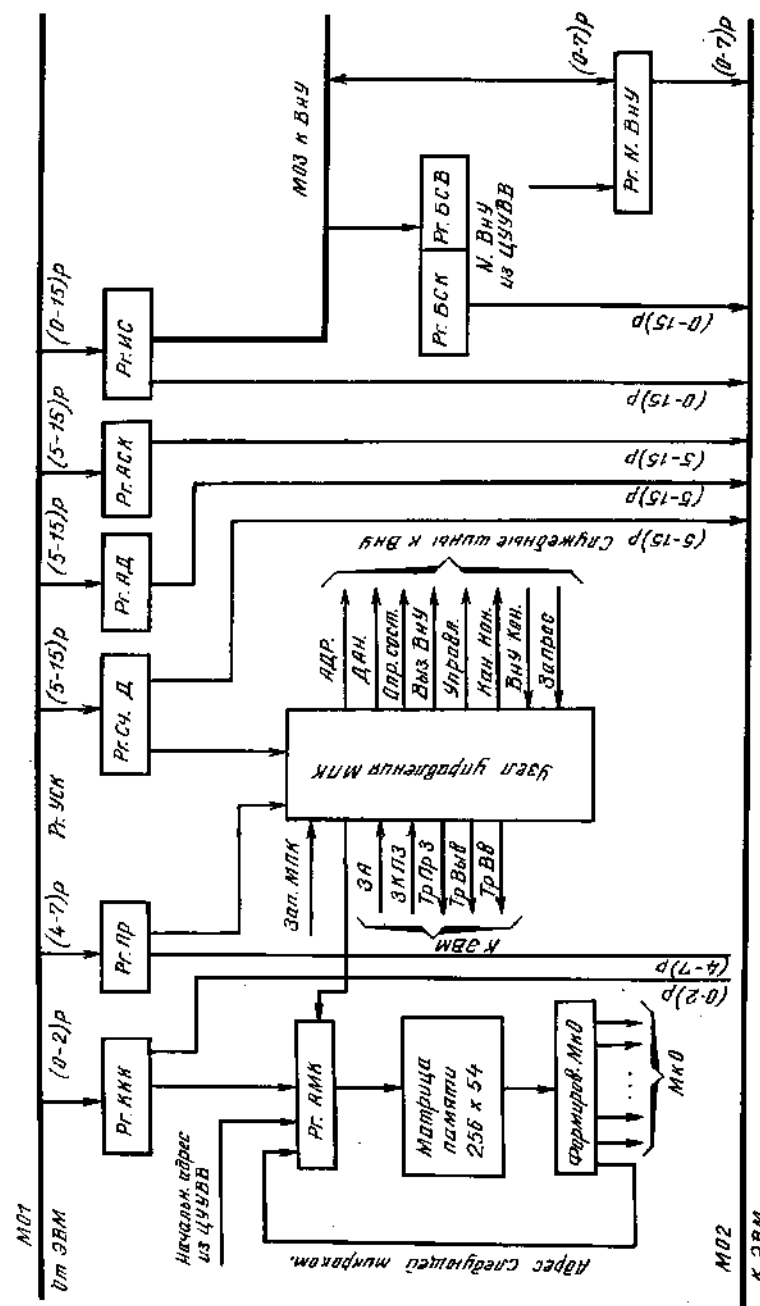


Рис. 9.8. Структурная схема мультиплексного канала

Поэтому микрокомандой будет являться код, содержащий информацию о наборе микроопераций, выполняемых в одной операции.

Работу канала можно рассматривать как последовательное считывание микрокоманд из памяти канала по адресу, содержащемуся в Рг АМК, с расшифровкой микрокоманд в формирователе МКО и выполнении микроопераций. В матрице памяти каждая микрокоманда занимает одно слово. Одна часть поля микрокоманды содержит информацию о выполняемых микрооперациях, вторая часть содержит код адреса следующей микрокоманды, который пересылается в Рг АМК во время выполнения операции. Адреса микрокоманд формируются в Рг АМК в различных случаях по-разному. Когда имеет место безусловный переход от одной микрокоманды к другой, адрес очередной микрокоманды образуется из кода адреса следующей микрокоманды, поступающего из формирователя МКО во время выполнения предыдущей микрокоманды.

Если имеет место условный переход, то адрес очередной микрокоманды образуется в результате сложения одного из разрядов кода адреса следующей микрокоманды с единицей, поступающей из узла управления МПК, в котором производится анализ возникающего в предыдущей операции условия. Адрес самой первой микрокоманды микропрограммы (начальный адрес микропрограммы) может передаваться: из ЦУ УВВ одновременно с запуском канала, из Рг КМК после приема УСК или из узла управления МПК, если переход на микропрограмму вызван условиями, возникающими в канале.

В мультиплексном канале выполняются следующие микропрограммы с начальными адресами: "Начать ввод-вывод" - 000, "Выдача" - 120, "Прием" - 060, "Запрос" - 010, "Прерывание" - 111, "Уточнить состояние" - 040, "Переход в канал" - 140, "Управление" - 260, "Опросить состояние" - 020, "Кончить ввод-вывод" - 100.

Все микропрограммы, кроме "Запрос" и "Прерывание", реализуют в канале соответствующие команды канала. Микропрограмма "Запрос" выполняется, если поступает от ВнУ запрос на обслуживание, т.е. по служебной шине "Запрос" от ВнУ в узел управления МПК передается сигнал. Если канал может обслужить данное ВнУ, узел управления вырабатывает код 010 и пересылает его в Рг АМК как начальный адрес. Микропрограмма "Прерывание" выполняется после возникновения следующих условий: закончен обмен информацией с ВнУ; возникла ошибка при передаче информации через канал; возникла ошибка при приеме информации ВнУ; сбой в ВнУ; сбой в канале. Если выполняется одно из перечисленных условий, устройство управления МПК вырабатывает код 111 и пересылает его в Рг АМК.

Ниже приведен пример работы мультиплексного канала при выполнении микропрограммы "Начать ввод-вывод". Начальный адрес микропрограммы и номер ВнУ передается из ЦУ УВВ одновременно с запуском канала, который производится сигналом "Зап.МПК", поступающим в узел управления МПК. Номер ВнУ заносится в Рг № ВнУ, начальный адрес (000) - в Рг АМК; после этого начинается выполнение микропрограммы.

Переходы и условия, вызывающие переходы	Адрес команд	Адрес следующей команды	Микрооперации	Описание операций
1	2	3	4	5
	000	200	Вызов ВнУ; Адр; № ВнУ МОЗ; Гш Рг ЕСК; Гш Рг ЕСВ	Производится выбор ВнУ, для этого // к ВнУ передается в магистраль МОЗ и одновременно по служебной шине "Адрес" передается сигнал
Есть ответ ВнУ	200	110	УП Отв. ВнУ; Гш Тр Адр	Канал ожидает ответа ВнУ
	110	111	УП "ЭХО"	Канал ожидает сигнал ЭХО; если его нет, происходит переход на микропрограмму "Прерывание"
	201	002	Тр. Выв; Гш Рг АСК	Канал выдает сигнал Тр. Выв. для запроса вывода информации из ОЗУ
Есть запрос Адр	002	002	Упр. запр. Адр; Вых № ВнУ	Канал в ожидании поступления сигнала ЗА записывается на выполнении операции. Когда сигнал ЗА поступит, канал выдает в магистраль МОЗ // ВнУ из Рг // ВнУ в качестве адреса ячейки ОЗУ
	003	004	МО1 → Рг АСК	Из ОЗУ по магистрали МО1 принимается АСК
	004	005	Тр Выв; Гш Рг УСК; Гш Рг КМК	Канал выдает сигнал Тр. Выв. для запроса вывода информации из ОЗУ
Есть Запр. Адр.	005	005	УП Запр Адр; Вых АСК	Канал в ожидании поступления сигнала ЗА записывается на выполнении операции. Когда сигнал ЗА поступит, канал выдает АСК в магистраль МО2 из Рг АСК в качестве адреса ячейки ОЗУ
	205	203	"+1" → Рг АСК	Содержимое Рг АСК увеличивается на единицу

1	2	3	4	5
	203	204	MOI→УСК1; MOI→Рг КРК	Из ОЗУ по магистрали MOI принимается первое слово УСК
	204	006	Тр ВнУ; Гш Рг АД	Канал выдает сигнал Тр ВнУ для запроса вывода информации из ОЗУ
Есть Запр. Адр.	006	006	УП Запр Адр; Выд АСК	Канал в ожидании поступления сигнала ЗА закидывается на выполнении операции. Когда сигнал ЗА поступит, канал выдает в магистраль МО2 новое АСК в качестве адреса ячейки ОЗУ
	007	207	MOI→РгАД	Из ОЗУ по магистрали MOI принимается второе слово УСК
	207	000	РгКРК→РгАМК; Вв в АМК	Код команды канала переписывается из РгКРК в РгАМК, адрес новой микрокоманды вводится в матрицу памяти, и начинается новая микропрограмма.

9.5. Сопряжение мультиплексного канала и внешних устройств

Сопряжение мультиплексного канала с внешними устройствами для передачи или приема информации происходит с помощью информационной магистрали обмена МОЗ и 10 служебных шин, по которым передаются служебные сигналы (рис. 9.6). По отношению к служебной шине "Вызов ВнУ" все внешние устройства подключены последовательно; к остальным девяти служебным шинам ВнУ подключаются параллельно. Служебные шины МК имеют следующее назначение:

шина "Адрес" - по ней передается импульсный сигнал из канала во ВнУ в момент времени, когда по магистрали МОЗ передается код номера ВнУ; когда код номера ВнУ по магистрали МОЗ передает ВнУ, по шине "Адрес" передается сигнал из ВнУ в канал;

шина "Данные" - по ней передается импульсный сигнал из канала в ВнУ, когда по магистрали МОЗ каналом выдается байт информации; сигнал передается из ВнУ в канал, когда байт информации выдает ВнУ;

шина "Опросить состояние" - по ней передается импульсный сигнал

из канала во ВнУ, когда канал опрашивает состояние ВнУ, и из ВнУ по магистрали МОЗ передается байт состояния ВнУ (ЕСВ);

шина "Вызов ВнУ" - по ней передается потенциальный сигнал из канала во ВнУ для вызова ВнУ;

шина "Ответ ВнУ" - по ней выдается потенциальный сигнал в канал из того ВнУ, номер которого был передан по магистрали МОЗ;

шина "Запрос" - по ней выдается потенциальный сигнал в канал из того ВнУ, которое запрашивает обращение к нему;

шина "Управление" - по ней выдается импульсный сигнал при выполнении в канале команды "Управление";

шина "ВнУ кончилось" - по ней выдается импульсный сигнал из ВнУ в канал, когда ВнУ приняло или передало информационное слово (два байта);

шина "Канал кончил" - по ней выдается импульсный сигнал из канала во ВнУ при окончании приема или передачи данных каналом;

шина "Сброс" - по ней при нажатии кнопки "Сброс" на пульте оператора выдается импульсный сигнал во все ВнУ, устанавливающий их в начальное состояние.

Для организации обмена между каналом и ВнУ производится три типа сопряжения: сопряжение при приеме и передаче информации, сопряжение при запросе ВнУ, сопряжение при опросе состояния ВнУ.

Сопряжение при приеме и передаче информации происходит следующим образом. Из канала по магистрали МОЗ в каждое ВнУ поступает код адреса ВнУ, с которым будет проводиться обмен информацией (рис. 9.9). Одновременно с кодом номера ВнУ по шине "Адрес" из канала выдается импульс, подтверждающий поступление адреса ВнУ, и по шине "Вызов ВнУ" поступает потенциальный сигнал, который последовательно проходит ВнУ и доходит до того ВнУ, с которым должна быть установлена связь. ВнУ, номер которого совпал с кодом адреса, в случае если оно не занято, прекращает распространение сигнала "Вызов ВнУ" и выдает потенциальный сигнал в шину "Ответ ВнУ", информируя тем самым канал, что вызов получен и связь установлена. Если совпадение кода адреса ВнУ с номером ВнУ не произошло ни в одном ВнУ, то сигнал "Вызов ВнУ" с последнего ВнУ возвращается в канал как сигнал "ЭХО" и сигнализирует о сбое аппаратуры ВнУ или канала. После установления связи между каналом и ВнУ по магистрали МОЗ передается первый байт информации. Одновременно по шине "Данные" передается импульс. Затем, примерно через 1,6 мкс, передается второй байт информации и второй импульс по шине "Данные". Если информация передается в канал, то она заносится в Рг. ИС (рис. 9.8); если информация передается из канала,

то она заносится во входной регистр ВнУ. После приема или передачи информации ВнУ выдает сигнал по шине "ВнУ кончилось" и заносит единицу в 6 разряд регистра байта состояния ВнУ, что свидетельствует о приеме или передаче одного информационного слова. По сигналу "ВнУ кончилось" канал снимает сигнал "Ответ ВнУ". На этом сопряжение при передаче одного информационного слова заканчивается.

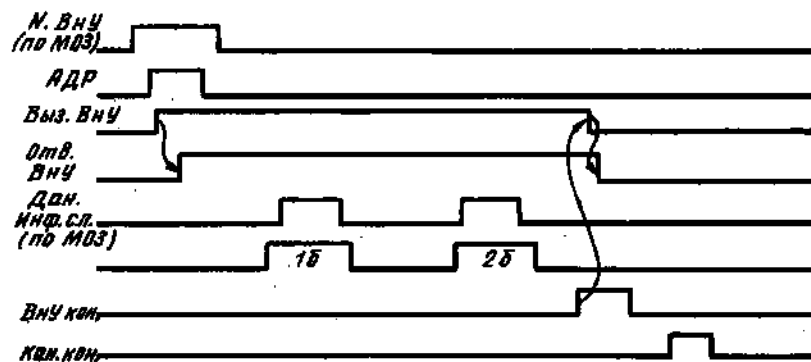


Рис. 9.9. Диаграммы работы устройства сопряжения МПК и ВнУ при приеме и передаче информации

Если должно передаваться из канала только одно информационное слово, то из канала во ВнУ через интервал времени не более 10 мкс после сигнала "ВнУ кончилось" выдается сигнал по шине "Канал кончил". После этого, при необходимости вновь передать информацию, канал снова обращается к этому ВнУ, и передача информации происходит аналогично тому, как описано выше.

Если должно передаваться более одного информационного слова, то после передачи первого слова по шине "Канал кончил" сигнал не выдается. В этом случае ВнУ, закончив обработку полученного слова, по шине "Запрос" выдает в канал потенциальный сигнал и заносит единицу в 4 разряд регистра байта состояния ВнУ. Далее производится сопряжение при запросе ВнУ следующим образом. Канал, отвечая на запрос ВнУ, по шине "Вызов ВнУ" выдает потенциальный сигнал, который, проходя последовательно все ВнУ, доходит до ВнУ, сделавшего запрос (рис. 9.10). Это ВнУ прекращает распространение сигнала "Вызов ВнУ" и выдает потенциальный сигнал в шину "Ответ ВнУ". После этого канал запрашивает номер ВнУ, сделавшего запрос, выдавая сигнал по шине "Адрес", в результате чего код номера ВнУ по магистрали М03 передается в канал.

После опроса адреса канал опрашивает состояние данного ВнУ, для чего по шине "Опрос состояния" выдается импульсный сигнал. По сигналу "Опрос состояния" ВнУ передает в канал по магистрали М03 байт состояния ВнУ. После этого канал выдает сигнал "Канал кончил", по которому ВнУ выдает сигнал "ВнУ кончилось". По сигналу "ВнУ кончилось" канал снимает сигнал "Ответ ВнУ". На этом сопряжение при запросе ВнУ заканчивается. Далее в канале производится анализ принятого байта состояния

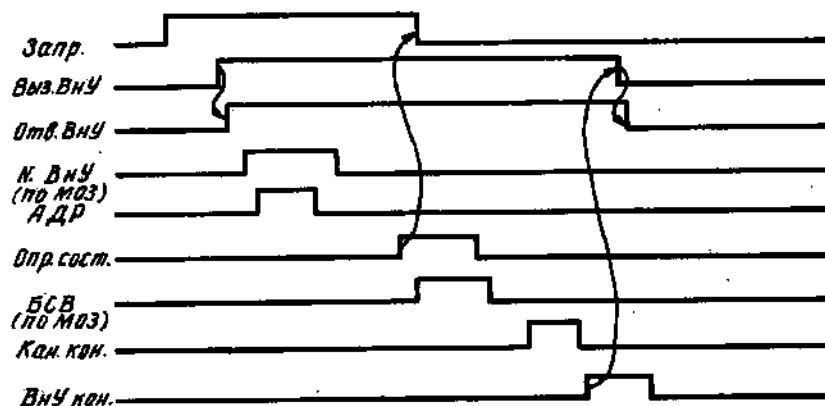


Рис. 9.10. Диаграммы работы устройства сопряжения МПК и ВнУ при запросе ВнУ

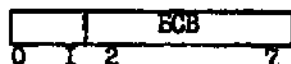
ВнУ. Если в 4 и 6 разрядах БСВ установлены единицы, а в остальных разрядах нули, то это означает, что ВнУ приняло и обработало информационное слово без ошибок и может принять следующее слово. После этого канал производит сопряжение для передачи второго информационного слова, которое производится так же, как при передаче первого слова, и происходит передача всех последующих информационных слов до тех пор, пока не будет передан весь массив данных из оперативной памяти ЗЕМ.

Информация о размерах массива передаваемых данных хранится в Рг СчД канала (рис. 9.8), и эта информация заносится в Рг СчД при приеме УСК. С каждым передаваемым информационным словом содержимое Рг СчД уменьшается на единицу, и при передаче последнего информационного слова содержимое Рг СчД будет равно нулю. После передачи каждого информационного слова канал проверяет содержимое Рг СчД на нуль, и, если условие равенства нулю выполняется, то в конце сопряжения

после передачи последнего информационного слова канал выдает сигнал "Канал кончил". Запрос от ВнУ на прием данных больше не поступает.

Сопряжение при опросе состояния ВнУ применяется при сбоях ВнУ. В результате этого сопряжения из ВнУ передается только байт состояния ВнУ (ECB).

Формат ECB



- 0,1 разряды - не используются;
- 2 разряд - признак прерывания; устанавливается "I", когда ВнУ запрашивает прерывание ЭВМ;
- 3 разряд - запрос на обслуживание; устанавливается "I", когда ВнУ запрашивает обращения ЭВМ в особых случаях;
- 4 разряд - запрос данных; устанавливается "I", когда ВнУ запрашивает у канала или выдает в канал очередное слово данных;
- 5 разряд - ошибка при приеме информации;
- 6 разряд - ВнУ кончило; устанавливается "I", когда ВнУ приняло или выдало очередное слово данных или байт состояния;
- 7 разряд - особый случай, устанавливается "I", когда требуется вмешательство оператора, например, в АЦПУ кончилась бумага.

9.6. Режимы передачи информации через мультиплексный канал

При передаче информации между ВнУ и ОЗУ через мультиплексный канал возможны два режима работы мультиплексного канала: мультиплексный и монопольный. Режим передачи информации для каждого ВнУ указывается в УСК.

В мультиплексном режиме средства канала распределяются во времени для обслуживания нескольких одновременно работающих ВнУ. В то время, когда одно ВнУ связано с каналом для приема (передачи) информации, другие ВнУ могут выполнять действия, не требующие средств канала, например печать ранее принятой информации. В мультиплексном канале выполнение операций ввода-вывода разделены на короткие интервалы времени - такты. В течение такта производится сопряжение канала и ВнУ для приема ECB и после анализа ECB, в случае продолжения передачи информации, сопряжение канала и ВнУ для приема (передачи) информационного слова. В мультиплексном режиме в каждом такте перед сопряжением при приеме (передаче) информационного слова канал обра-

щается к ОЗУ по номеру ВнУ и АСК и считывает из ОЗУ УСК. После сопряжения канал меняет в УСК счетчик данных (СчД), и видоизмененное УСК в обратном порядке из канала записывается в ОЗУ. Таким образом, за один такт, в течение которого передается во ВнУ информация в одно информационное слово, канал трижды обращается к ОЗУ. При первом обращении считывается УСК, при втором - считывается или записывается информационное слово, при третьем - записывается УСК. После окончания очередного такта средства канала освобождаются, поэтому, если к этому моменту установлен запрос от другого ВнУ, в следующем такте канал переходит к обработке этого запроса. В результате такты по обслуживанию нескольких ВнУ могут чередоваться в той последовательности, в какой поступают запросы от ВнУ. Так достигается в канале одновременное проведение с несколькими ВнУ операций ввода-вывода (рис. 9.II).

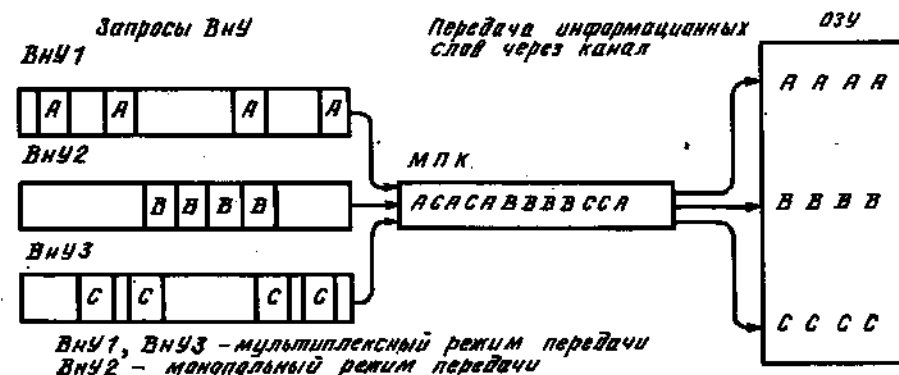


Рис. 9.II. Схема передачи информации через мультиплексный канал

В монопольном режиме средства канала занимаются (монополизуются) одним ВнУ до конца операции ввода-вывода. Поэтому запросы от других ВнУ на время передачи информации не принимаются.

В отличие от мультиплексного режима в монопольном режиме передача информации происходит с большей скоростью. Объясняется это тем, что за время операции ввода-вывода УСК считывается и помещается в канал только один раз перед началом передачи информации и используется до окончания операции ввода-вывода. Поэтому в одном такте монопольного режима (кроме первого такта) будет только одно обращение канала к ОЗУ для приема (передачи) информационного слова. Это ускор-

рует работу каждого такта примерно в три раза. В остальном принципы передачи информации в монопольном режиме будут такими же, как в мультиплексном режиме. В монопольном режиме работают только быстродействующие ВнУ, которые могут обеспечить высокую скорость приема информации, например ВКУ.

9.7. Функциональная схема устройства сопряжения ВнУ и МПК

Устройство сопряжения ВнУ и МПК обеспечивает связь между внешним устройством и мультиплексным каналом при приеме (передаче) информации и передаче БСВ. Упрощенная функциональная схема устройства сопряжения, работающего на прием информации, представлена на рис.9.12, графики работы представлены на рис. 9.9, 9.10.

Запись информационных слов с магистрали МОЗ во входной регистр через входной коммутатор производится при поступлении разрешающих сигналов "Данные 1", "Данные 2". При действии высокого разрешающего уровня с триггера "Работа ВнУ" в узле формирования сигналов "Данные" и "ВнУ кончало" в моменты поступления импульсов по служебной шине "Данные" вырабатываются сигналы "Данные 1", "Данные 2", сопровождающие передачу первого и второго байта информационного слова. После записи во входной регистр поступившее информационное слово обрабатывается внешним устройством, а узел формирования выдает сигнал "ВнУ кончало". Триггер "Работа ВнУ" устанавливается в единичное состояние передним фронтом сигнала "Запрос" или выходным импульсом узла сравнения при совпадении адреса ВнУ, поступившего из канала, и собственного номера ВнУ. В единичном состоянии триггер "Работа ВнУ" разрешает установку триггера "Ответ ВнУ" передним фронтом сигнала "Вызов ВнУ". Триггер "Ответ ВнУ" выдает сигнал "Ответ ВнУ" и нулевым уровнем на инверсном выходе запрещает прохождение сигнала "Вызов ВнУ" через схему 2 И.

Байт состояния формируется в регистре состояния ВнУ. В разряды регистра поступают признаки работы ВнУ. Разрешает выдачу в магистраль МОЗ БСВ сигнал "Опросить состояние", сбрасывающий одновременно триггер "Запрос". Сигнал "Канал кончало" сбрасывает триггер "Работа ВнУ" и разрешает формирование сигнала "ВнУ кончало", если перед этим не принималось информационное слово. Триггер "Ответ ВнУ" сбрасывается задним фронтом сигнала "Вызов ВнУ".

Собственный номер ВнУ постоянно хранится в регистре N.ВнУ. По сигналу "Адрес" номер ВнУ выдается в магистраль МОЗ или в узел срав-

нения адреса в зависимости от уровня на выходе триггера "Работа ВнУ". Когда триггер сброшен, с выхода снимается нулевой уровень, разреша-

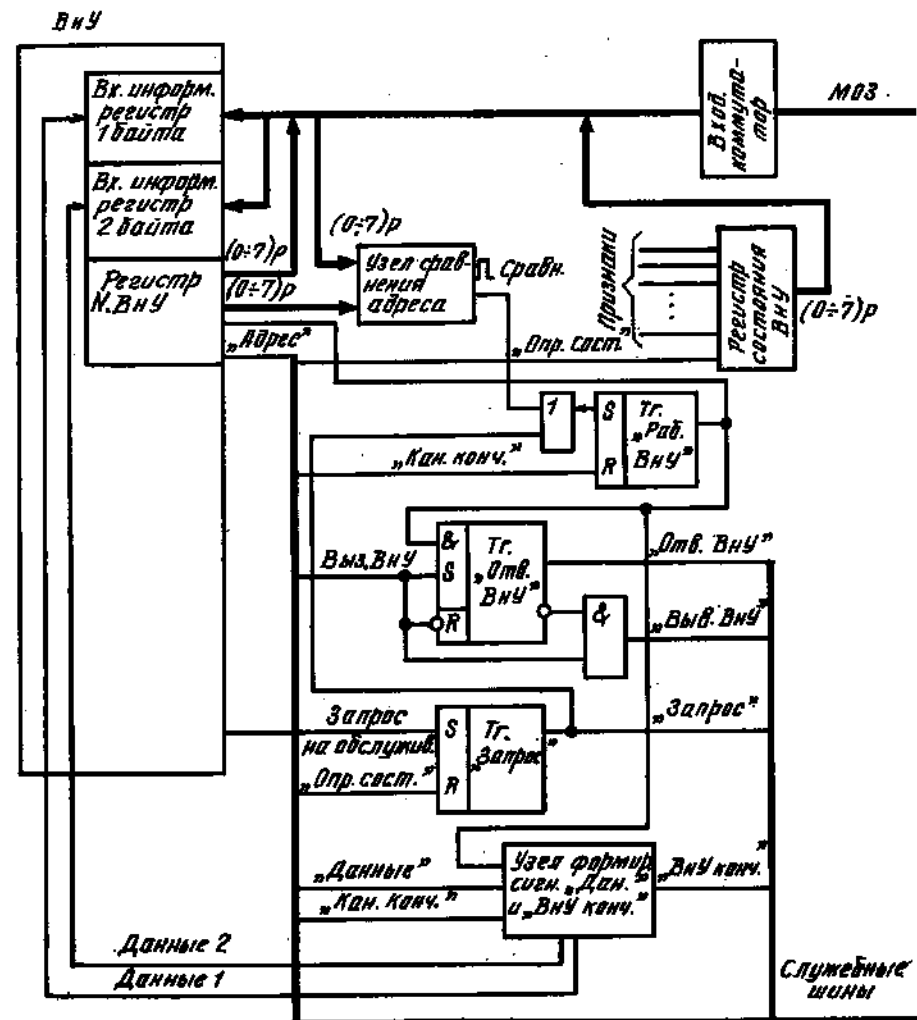


Рис. 9.12. Функциональная схема устройства сопряжения

ний выдачу номера ВнУ в узел сравнения. Когда триггер установлен в единичное состояние, разрешается выдача номера ВнУ в магистраль МОЗ.

9.8. Работа таймера и селекторного канала SKI

Таймер предназначен для точного отсчета временных интервалов, задаваемых ЭВМ через канал СИ. В системе МО имеется управляющая программа "Служба времени", задающая (в ОЗУ) временные интервалы таймеру по запросам других программ и формирующая из временных интервалов текущее и полетное время радиозонда.

Таймер представляет собой двоичный счетчик, работающий в режиме вычитания (рис. 9.13). Работа таймера и канала СК1 происходит следующим образом. ЭВМ при помощи команд ввода-вывода "ВвС" и "Выв.П".

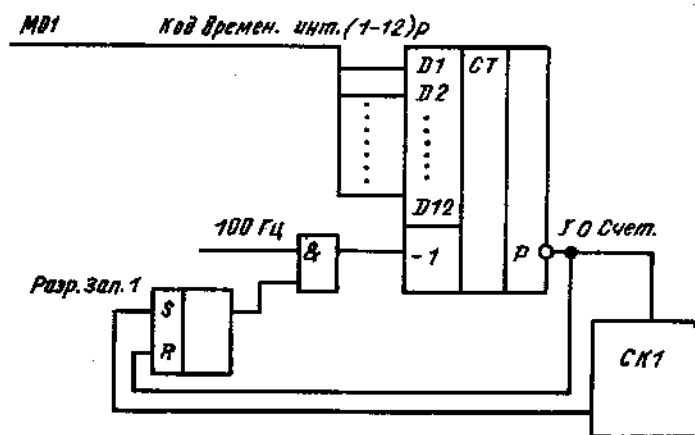


Рис. 9.13. Схема таймера

установленных в программе "Служба времени", запускает канал СК1 на выполнение микропрограммы "Начать ввод-вывод". Во время выполнения микропрограммы по номеру ВнУ (41) из ячейки ОЗУ выбирается и заносится в регистр канала УСК. Затем выполняется микропрограмма "Выдача". В результате выполнения первых микрокоманд микропрограммы "Выдача" по адресу данных, находящемуся в поле УСК, выбирается из ОЗУ и заносится в таймер двоичный код временного интервала. После этого, при выполнении следующей микрокоманды выдается импульс микрооперации "Разр. Зал.1", устанавливающий триггер в единичное состояние, тем самым разрешая отсчет временного интервала. На счетный вход таймера начинают поступать импульсы 100 Гц, которые формируются кварцевым генератором и делителем на 1000. Число, записанное в таймере, начинает уменьшаться. При окончании заданного интервала времени во

всех разрядах счетчика таймера будут нули, а на выходе Р вырабатывается сигнал "Г0счет", запускающий канал на выполнение микропрограммы "Запрос". При выполнении микропрограммы канал СК1 выдает в ЭВМ сигнал "Тр.Пр.1" (требование прерывания), сигнализирующий об окончании временного интервала. ЭВМ отвечает сигналом ЗКП (запрос кода прерывания), по которому канал СК1 заносит в ОЗУ, в ячейку с номером 0024, байт состояния канала (БСК). БСК анализируется, и, если БСК подтверждает работоспособность канала, задается новый временной интервал и таймер вновь начинает отсчитывать заданный интервал времени. Канал снова переходит от микропрограммы "Запрос" к микропрограмме "Выдача". И это повторяется на протяжении всего времени работы комплекса.

9.9. Работа преобразователя метеочастоты и селекторного канала СК2

Преобразователь метеочастоты (ПМЧ) предназначен для преобразования длительности измеряемого импульса и периода метеочастоты в двоичный код. Передача информации из ПМЧ в ЭВМ осуществляется через канал СКЗ. Структурная схема и графики работы ПМЧ представлены на рис. 9.14, 9.15.

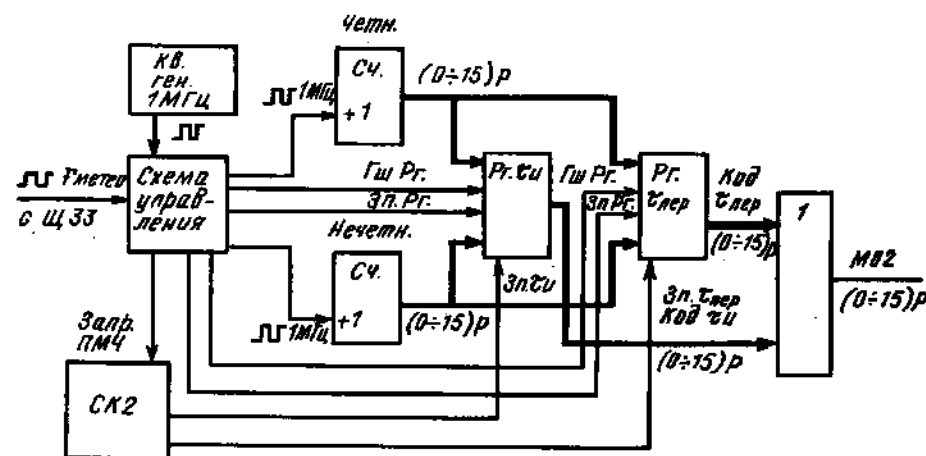


Рис. 9.14. Структурная схема преобразователя метеочастоты

ПМЧ состоит из генератора счетных импульсов I МГц, счетчиков импульсов четного периода и нечетного периода, регистра кода длительности импульса (Рг. $T_{\text{и}}$), регистра кода длительности периода (Рг. $T_{\text{пер}}$)

и сборки схем поразрядного объединения выходных шин регистров $R_{г. \tau_{и}}$ и $R_{г. \tau_{пер}}$ по "ИЛИ".

Процесс преобразования происходит следующим образом (рис.9.15). При поступлении в схему управления переднего фронта первого измеряемого импульса сигнала "F метео" на вход счетчика нечетного периода

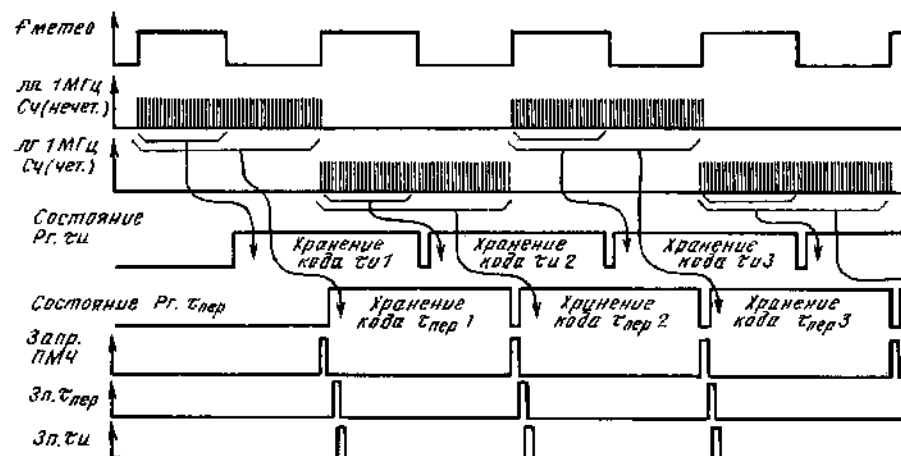


Рис. 9.15. Диаграммы работы преобразователя метеочастоты

начинают поступать и подсчитываться импульсы заполнения 1 МГц. По заднему фронту измеряемого импульса вырабатывается сначала импульс "Гл.Рг. $\tau_{и}$ ", производящий гашение регистра $\tau_{и}$, а затем импульс "Зп.Рг. $\tau_{и}$ ", разрешающий запись содержимого счетчика в регистре. Однако заполнение счетчика нечетного периода продолжается. При поступлении переднего фронта следующего измеряемого импульса схема управления вырабатывает импульс гашения "Гл.Рг. $\tau_{пер}$ " и импульс записи "Зп.Рг. $\tau_{пер}$ " и содержимое счетчика переписывается в $R_{г. \tau_{пер}}$. После этого прекращается поступление заполняющих импульсов, и счетчик нечетного периода сбрасывается. В то же время по переднему фронту второго измеряемого импульса начинает работать счетчик четного периода, подсчитывая длительность импульса и длительность периода. По заднему фронту второго измеряемого импульса сбросится регистр $\tau_{и}$, и в него перешлется код длительности четного импульса, а по переднему фронту третьего измеряемого импульса сбросится регистр $\tau_{пер}$, и в него переписывается код длительности четного периода. Так производится измерение периода и длительности каждого поступающего импульса. Этот процесс идет непрерывно, пока поступает сигнал "F метео".

Передача метеоинформации в ЭМ через канал СК2 производится по инициативе ЭМ под управлением программы обработки метеоинформации. Программа предварительно подготавливает УСК, АСК и заносит их в соответствующие ячейки ОЗУ (рис. 9.16). После этого программа обработки метеоинформации начинает операцию ввода-вывода с помощью команд "ВвС" и "Выв.П". Канал СК2 запускается на выполнение команды канала "Начать ввод-вывод". При выполнении микропрограммы "Начать ввод-вывод" из ОЗУ по номеру ВнУ (61) выбирается АСК, а затем по АСК выбирается УСК. Выбранное АСК и УСК хранятся в соответствующих регистрах канала до конца выполнения операции ввода-вывода.

ОЗУ		ОЗУ	
АДР		АДР	
0025	:	0025	БСК
:	:	:	:
0061	АСК	0061	АД+5
:	:	:	:
АСК	УСК (ккк. пр. сч д)	АД	код $\tau_{пер1}$
АСК+1	УСК (АД)	АД+1	код $\tau_{и1}$
:	:	АД+2	код $\tau_{пер2}$
:	:	АД+3	код $\tau_{и2}$
:	:	АД+4	код $\tau_{пер3}$
:	:	АД+5	код $\tau_{и3}$
:	:	:	:

(До операции в-в)

(После операции в-в)

Рис. 9.16. Фрагменты оперативной памяти во время работы программы обработки метеоинформации

УСК содержит код команды канала "Прием", поэтому сразу за микропрограммой "Начать ввод-вывод" будет выполняться микропрограмма "Прием". Эта микропрограмма состоит из одной микрокоманды, в результате выполнения которой разрешается прием каналом сигнала "Запр ПМК" вырабатываемого схемой управления при поступлении переднего фронта каждого измеряемого импульса сигнала "F метео". Первый импульс сигнала "Запр.ПМК" после выполнения микропрограммы "Прием" запускает канал на выполнение микропрограммы "Запрос". Микропрограмма работает таким образом, чтобы по импульсам микроопераций "Зп $\tau_{пер}$ " и "Зп $\tau_{и}$ " производить последовательную выдачу кодов $\tau_{пер}$ и $\tau_{и}$ на

магистраль МО2 и записывать их в ОЗУ. Часть микропрограммы "Запрос" приведена в примере ниже. Самый первый код $\bar{T}$ пер заносится в ячейку ОЗУ с адресом АД, переданным в УСК. Все последующие коды $\bar{T}_i$ и $\bar{T}$ пер будут заноситься в ячейки ОЗУ с адресами, образующимися путем увеличения содержимого Рг. АД на "+1" перед передачей кода. После выдачи каждых двух кодов $\bar{T}$ пер и $\bar{T}_i$ производится анализ содержимого регистра счетчика данных (Рг. СчД). Если содержимое Рг. СчД не равно нулю, то микрооперацией "0" $\rightarrow$ Тр. Сл. К2 канал СК2 подготавливается к приему следующего сигнала "Запр. ПМК", вновь запускающего микропрограмму "Запрос". В результате будут выданы еще два кода $\bar{T}$ пер и $\bar{T}_i$, а содержимое Рг. СчД уменьшится на две единицы. Микропрограмма "Запрос" будет повторяться до тех пор, пока содержимое счетчика данных не станет равно нулю. Количество повторений передачи кодов $\bar{T}_i$ и $\bar{T}$ пер определяется первоначальным значением счетчика данных, устанавливаемого в УСК программой обработки метеоинформации в зависимости от этапа обработки сигнала "F метео".

Когда содержимое Рг. СчД станет равно нулю, канал переходит к выполнению микропрограммы "Кончить ввод-вывод". При выполнении этой микропрограммы по номеру ВнУ (61) в ячейку ОЗУ записывается содержимое Рг. АД и выдается запрос на прерывание (сигнал Тр. Пр2). Во время обработки прерывания ЭВМ выдает сигнал ЗКП (запрос кода прерывания), по которому записывается в подготовленную программой обработки прерывания ячейку ОЗУ с номером 0025 байт состояния канала. На этом операция ввода-вывода по передаче кодов $\bar{T}_i$ и $\bar{T}$ пер одного метеопараметра заканчивается. Когда в сигналах "F метео" начнет поступать частота следующего метеопараметра, операция ввода-вывода начинается сначала, т.е. с выполнения команд "ВвС, Выв. П." в ЭВМ и команды "Начать ввод-вывод" в канале СК2. На рис. 9.16 показано содержимое ОЗУ, относящееся к приему метеоинформации, до и после операции ввода-вывода.

Микропрограмма "Запрос" канала СК2

Переходы и условия вызывающие переход	Адрес команд	Адрес следующей команды	Микрооперация	Описание операции
1	2	3	4	5
	110	011	Тр. Вв	Канал выдает сигнал "Тр. Вв" для запроса ввода информации в ОЗУ
Есть запр. Адр.	011	011	УП Запр. Адр; Выв. АД	Канал в ожидании поступления сигнала ЗА записывается на выполнении опера-

Продолжение таблицы

1	2	3	4	5
				ции. Когда сигнал ЗА
				поступит, канал выдает в магистраль МО2 содержимое РгАД
	→ 211	113	" +1 " → РгАД; " -1 " → РгСчД	Адрес данных увеличивается на единицу, счетчик данных уменьшается на единицу
		113	030	ЗП $\bar{T}$ пер
				Канал выдает в метеопреобразователь сигнал "ЗП $\bar{T}$ пер", и код $\bar{T}$ пер по магистрали МО2 передает в ОЗУ
Есть Запр. Адр.		030	031	Тр. Вв
	→ 031	031	УП Запр. Адр. Выв. АД	Канал выдает сигнал "Тр. Вв"
	→ 231	032	" +1 " → РгАД; " -1 " → РгСчД	После поступления из ЭВМ сигнала запроса адреса выдается адрес ячейки ОЗУ
				Адрес данных увеличивается на единицу, счетчик данных уменьшается на единицу
СчД = 0		032	013	УП СчД
		013	014	ЗП $\bar{T}$ и
				Анализируется счетчик данных
		014	000	"0" → Тр. СлК2
				Канал выдает в метеопреобразователь сигнал "ЗП $\bar{T}$ и", и код $\bar{T}$ и по магистрали МО2 передается в ОЗУ
				Триггер "Работа канала" обнуляется, и канал подготавливается к новому запуску микропрограммы "Запрос" сигналом "Запр. ПМК".
На микропрограмму "Кончить ввод-вывод"				

9.10. Работа программы обработки метеоинформации

Метеопараметры радиозонда передаются в сигнале "F метео", и величины метеопараметров определяются периодами следования метеопульсов, изменяющихся в следующих пределах:

Q температуры = 1500 + 6000 мкс;

Q влажности = 1500 + 3000 мкс;

Q опорная = 1500 + 3000 мкс.

Для передачи температурной, влажностной и опорной частоты в одной последовательности метеопульсов сигнала "F метео" используются временные интервалы (по 5-6 с), в каждом из которых передается один параметр. Чередование временных интервалов температуры, влажности, опорной частоты соответствует порядку: ОП-Т-В-Т-ОП. Для вы-

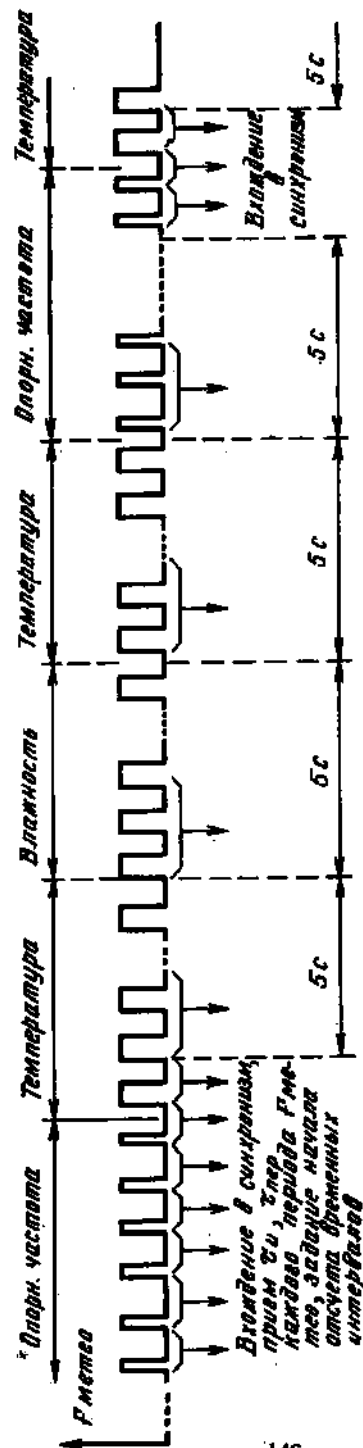


Рис. 9.17. Схема приема метеосинформации

деления опорной частоты метеосигналом опорной частоты имеют длительность вдвое меньше, чем импульсы частоты температурной и влажностной, что соответствует значениям:

$$\tau_{оп} = 200 \text{ мкс}, \quad \tau_{тв} = 400 \text{ мкс}.$$

Процесс работы программы обработки метеосинформации (рис.9.17.) состоит из двух этапов: вхождение в синхронизм и прием обрабатываемых кодов $\tau_{пер}$ и $\tau_{и}$.

На этапе вхождения в синхронизм осуществляется поиск момента перехода от приема опорной частоты к температурной частоте. При этом в каждом периоде сигнала " $F_{метео}$ " программа обработки метеосинформации организует операцию ввода-вывода по приему кодов $\tau_{и}$, $\tau_{пер}$ и сравнивает принятый код $\tau_{и}$ с кодом $\tau_{и}$ предыдущего периода. Как только возникает несовпадение длительностей импульсов, отличающееся увеличением в два раза, программа обработки метеосинформации переходит к приему кодов $\tau_{пер}$ и $\tau_{и}$ нескольких периодов температурной частоты, организовав новую операцию ввода-вывода. Одновременно формируется запрос к программе "Служба времени" на отсчет временного интервала длительностью 5 с. Принятые коды $\tau_{и}$ на данном этапе не используются, а коды $\tau_{пер}$ пересчитываются в величину температуры. После этого программа обработки метеосинформации снимается и снова ей передается управление от программы "Служба времени", когда истечет заданный интервал времени.

При новом включении программы обработки информации принимаются и обрабатываются коды $\tau_{и}$, $\tau_{пер}$ влажностной частоты и задается следующий временной интервал. Таким образом, в дальнейшем снимаются и обрабатываются коды $\tau_{и}$, $\tau_{пер}$, температурной и опорной частоты текущего цикла передачи метеопараметров, а затем повторится этап вхождения в синхронизм, и работа по приему метеосинформации в следующем цикле продолжится, как описано выше.

Оглавление

Введение	3
1. Общие сведения	4
1.1. Назначение	4
1.2. Технические данные	4
1.3. Устройство и работа комплекса АБК-I	5
1.4. Конструкция	14
2. Передающая система	14
2.1. Назначение и состав	14
2.2. Передатчик большой мощности (передатчик 2)	15
2.3. Передатчик малой мощности (передатчик I)	19
2.4. Механизм перестройки частоты передатчика	20
2.5. Схема управления реверсом исполнительного двигателя механизма перестройки	21
2.6. Структурная схема передающей системы	23
2.7. Система автоматической подстройки частоты передатчиков (АПЧП)	25
3. Антенно-фидерная система (АФС)	29
3.1. Назначение и состав, принцип работы	29
3.2. Субблоки и узлы АФС	32
4. Приемная система	42
4.1. Назначение и состав	42
4.2. Структурная схема приемной системы	42
4.3. Функциональная схема управления частотой гетеродина СВЧ системы АПЧП	48
4.4. Функциональная схема демодулятора ЧМ блока III -33	53
4.5. Функциональная группа формирователей модулирующих сигналов ИСРЗ блока III -33	56
5. Система определения координат (СОК)	61
5.1. Назначение и состав	61
5.2. Цифровая следящая система измерения дальности	61

5.3. Функциональная схема преобразователя код-временной интервал	67
5.4. Осциллографический индикатор	71
5.5. Устройство считывания угловых координат	74
6. Система управления антенной	79
6.1. Назначение и состав	79
6.2. Функциональная схема преобразователя и тиристорного усилителя мощности	82
7. Система отображения информации	87
7.1. Назначение и состав	87
7.2. Работа СОВ при отображении информации на экране ВКУ	87
7.3. Работа СОВ при регистрации информации на бумажной ленте АЦПУ	100
7.4. Работа СОВ при передаче информации на телетайп	102
8. Система автоматического контроля (САК)	102
8.1. Назначение и состав	102
8.2. Режим функционального контроля	108
8.3. Работа САК в режиме управления	111
9. Система обработки и управления (СОВ)	112
9.1. Назначение и состав	112
9.2. Система математического обеспечения	113
9.3. БЭМ А I5-A	116
9.4. Аппаратура системы обработки и управления ЦТ-60	121
9.5. Сопряжение мультиплексного канала и внешних устройств	132
9.6. Режимы передачи информации через мультиплексный канал	136
9.7. Функциональная схема устройства сопряжения ВКУ и МПК	138
9.8. Работа таймера и селекторного канала СК1	140
9.9. Работа преобразователя метеочастоты и селекторного канала СК2	141
9.10. Работа программы обработки метеоинформации	145