В.Е.ОШЕРОВ

ФАКСИМИЛЬНАЯ СВЯЗЬ

ТЕХНИКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ

ЛЕНИНГРАД ГИДРОМЕТЕОИЗДАТ 1990

УДК 621.397.7 : 551.579

Рецензенты: Л. Н. Соловей (Северо-Западное территориальное управление по гидрометеорологии), канд. техн. наук В. И. Петрович (Ленинградское научно-производственное объединение «Красная заря»).

Научный редактор канд. техн. наук В. И. Петрович.

Изложены принципы работы, функциональные и принципиальные электрические схемы новейшей передающей и приемной аналоговой факсимильной аппаратуры и аппаратуры кодированного цифрового факсимиле, выпускаемой нашей промышленностью.

Приведены основная терминология, определения и стандарты, а также дано описание узлов, применяемых в оконечной аппаратуре факсимильных связей.

Рассмотрены вопросы устранения помех факсимильному приему, а также вопросы технической организации факсимильных связей по кабельным, радио и каналам связи через геостационарный спутник. Приведен краткий обзор состояния факсимильных связей за рубежом.

Рассчитана на специалистов, обслуживающих факсимильную аппаратуру, занимающихся организацией и эксплуатацией факсимильных связей. Может быть полезной для учащихся средних учебных заведений.

35282

О $\frac{1805040400-142}{069(02)-90}$ 8-90

ISBN 5—286—00420—2

© В. Е. Ошеров, 1990 г.

Ленинградский
Гидрометеорологический институт
БИБЛИОТЕКА
Л-д 195196 Малоохтинский пр., 98

ПРЕДИСЛОВИЕ

Одним из определяющих условий успешного осуществления происходящей в нашей стране перестройки является интенсификация работы всех отраслей народного хозяйства. Помимо перевооружения средств производства, внедрения современной технологии и результатов научно-технического прогресса, вопросы внедрения более совершенных форм организации труда имеют важное значение для достижения более высокого уровня интенсификации работ.

Нельзя представить себе современный уровень организации труда без оснащения предприятий и учреждений устойчиво работающими средствами связи для оперативного обмена документальными сообщениями.

Одним из важнейших видов электросвязи, предназначенных для передачи на расстояние текстовых документов, схем, чертежей и других графических изображений, является факсимильная связь. При факсимильной связи не требуется затемнения помещения, где установлена аппаратура, так как качество приема можно корректировать, визуально наблюдая ход записи изображения. После записи изображения не требуется какой-либо дополнительной обработки его, поскольку принятый бланк с изображением уже готов к использованию.

В отдельных отраслях народного хозяйства широко развитая сеть факсимильных связей позволяет непрерывно в течение суток обеспечивать по каналам связи свои многочисленные подразделения исходными данными в графическом виде, без которых работа этих подразделений невозможна. В первую очередь это относится к гидрометслужбе, оперативно-прогностические подразделения которой расположены во всех областных центрах, крупных городах страны, аэропортах и т. п.

По кабельным и радиоканалам связи каждое оперативно-прогностическое подразделение получает из Главного центра связи и республиканских территориальных центров небходимые им карты погоды, графики и другие материалы, служащие основным базовым материалом для их оперативно-прогностической деятельности. Гидрометслужба занимает доминирующее положение среди других отраслей народного хозяйства в использовании факсимильной связи в своей работе.

Помимо гидрометслужбы факсимильная связь используется в авиации, морском и речном флоте, на железнодорожном транспорте, а также для внутризаводской и внутриучрежденческой деятельности, для взаимного обмена текущей графической фотоинформацией между агентствами печати, для передачи изображений центральных и ряда областных газет в пункты их децентрализованного печатания и т. д.

Создаваемая в нашей стране новая аналоговая и цифровая факсимильная аппаратура имеет более высокий технический уровень, чем аппаратура, которая производилась раньше. Обслуживать такую аппаратуру может только квалифицированный инженерно-технический персонал. Изданные ранее книги и учебные пособия по освоению и эксплуатации факсимильной аппаратуры не отражают современного состояния данной тематики и не могут обеспечить требуемого уровня и объема знаний, поэтому и возникла необходимость выпуска настоящей монографии.

Книга состоит из 10 глав. В главе 1 приведены терминология, определения и стандарты, относящиеся к факсимильной аппаратуре и факсимильной связи, а в главе 2 описываются электрические схемы, принципы работы узлов и элементов факсимильной аппаратуры, что необходимо для понимания изложенного в других главах материала.

В главах 3—7 приведены схемы и описаны принципы работы аналоговых и цифровых факсимильных приемных и передающих аппаратов.

В главе 8 описываются техническая организация и эксплуатация факсимильных связей по проводным (кабельным) местным, междугородным и международным каналам связи; методы борьбы с различными видами помех, возникающих в проводных каналах связи в процессе факсимильных передач; приводятся технические параметры циркулярных усилителей и других устройств.

В главе 9 рассматриваются вопросы распространения радиоволн различных диапазонов частот; факторы, влияющие на стабильность факсимильных связей при работе по радиоканалам; методы борьбы с помехами, возникающими в процессе факсимильного радиоприема; вопросы технической организации и эксплуатации факсимильных связей через геостационарный спутник связи, а также оперативной и технической эксплуатации факсимильной аппаратуры, организации и проведения профилактических работ.

В главе 10 кратко излагаются вопросы состояния, уровня развития и использования факсимильных связей за рубежом.

Принятая в книге терминология соответствует ГОСТ 23151—78 «Аппараты факсимильные. Термины. Определения». Для использования в практической работе при описании конкретной факсимильной аппаратуры сохранены заводские обозначения элементов и узлов схемы.

Книга предназначена для инженерно-технических работников, занятых непосредственным обслуживанием выпускаемой в нашей стране аналоговой и цифровой передающей и приемной факсимильной аппаратуры и факсимильных связей. Она будет полезна для учащихся средних учебных заведений при изучении соответствующих дисциплин, а также для лиц, интересующихся техникой передачи изображений по каналам связи.

Автор считает своей приятной обязанностью выразить благодарность И. А. Равдину за помощь в подготовке книги.

ГЛАВА 1

ВВЕДЕНИЕ

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Факсимильная связь — это вид электросвязи, обеспечивающей возможность передачи и приема любого неподвижного графического или полутонового изображения по каналам связи. Качество работы факсимильной связи не зависит от того, на каком языке осуществляется обмен графической или другой информацией. Факсимильная связь обладает очень важными технологическими и эксплуатационными особенностями, состоящими в том, что при работе факсимильной аппаратуры не требуется защиты ее от попадания световых лучей. Поэтому в процессе приема имеется возможность при необходимости корректировать качество принимаемого изображения.

Факсимильная связь между пунктами приема и передачи графических и иных изображений осуществляется через тракт связи, состоящий из передающих и приемных факсимильных аппаратов, промежуточной аппаратуры, каналов связи и соединительных линий. В качестве каналов связи используются стандартные каналы тональной частоты с полосой пропускания 300—3400 Гц, организованные путем первичного уплотнения проводных (кабельных) каналов и каналов связи через геостационарные спутники связи. Кроме того, для факсимильной связи широко используются коротковолновые, длинноволновые и сверхдлинноволновые радиоканалы.

Определяющим фактором качества работы факсимильной связи является техническое состояние передающих и приемных аппаратов или их комплексов. Факсимильным аппаратом называется система технических устройств, обеспечивающих передачу и прием в виде фиксированного изображения карт, схем, всех очертаний с возможностью изменения глубины полутонов передаваемого оригинала изображения, символов и текста на нем методом преобразования оптических плотностей оригинала в электрические сигналы и (или) электрических сигналов в оптические плотности факсимильной копии.

В данной главе рассматриваются основные термины, определения, параметры и некоторые стандарты, характеризующие широкоформатные передающие и приемные факсимильные аппараты, которые обеспечивают передачу и прием бланков с изображением при полной ширине строки, не превышающей 480 мм, и максимальной длине бланка 690 мм. В большой степени рассматриваемые здесь термины и параметры применимы также к факсимильной аппаратуре меньших форматов.

В аналоговых передающих факсимильных аппаратах анализирующее устройство предназначено для выделения на передаваемом оригинале элементарной площадки, образования определенной последовательности выделенных элементарных площадок в виде строк развертки, а также для преобразования усредненных яркостей элементарных площадок в электрические импульсы.

Элементарная площадка факсимильного изображения — это часть поверхности оригинала или копии, выделяемая для анализа и синтеза факсимильного изображения.

Анализирующее устройство содержит развертывающее устройство, оптическую систему и преобразователь усредненных яркостей элементарных площадок в электрические импульсы. До последнего времени в качестве такого преобразователя применялся блок фотоэлектронного умножителя. Как будет показано ниже (см. п. 2.1), указанная система анализирующего устройства обладает рядом существенных недостатков, таких, как нестабильность и неравномерность освещения по строке, расфокусировка светового луча, сложность и большие габариты оптико-механической системы, а значит, и аппарата в целом. Необходимость применения блока фотоэлектронного умножителя также приводит к увеличению габаритов аппарата, его массы и потребляемой мощности.

По видам используемых до последнего времени типов развертки передающие факсимильные аппараты подразделяются на аппараты с барабанной разверткой и аппараты с плоскостной разверткой. В настоящее время выпускаются передающие факсимильные аппараты, развертка которых построена на принципе использования приборов с зарядовой связью.

В развертывающем устройстве барабанного типа развертка осуществляется путем разложения изображения на элементарные площадки за счет вращательного движения барабана, на котором закреплен бланк с изображением, и поступательного движения светового пятна, выделяющего элементарную площадку вдоль образующей барабана. При простоте конструктивного выполнения барабанного типа развертки она обладает недостатком, связанным с необходимостью замены бланков. Этот недостаток барабанной развертки не позволяет организовать непрерывную передачу графической информации, поскольку после каждого бланка передача должна прекращаться, а факсимильный аппарат — останавливаться для закрепления следующего бланка. Кроме того, при барабанной развертке нельзя организовать работу факсимильной связи в режиме автоматического (дистанционного) управления приемными факсимильными аппаратами.

В развертывающем устройстве с плоскостной разверткой развертка по строкам производится при помощи качающегося зеркала, а кадровая развертка осуществляется протяжкой бланка с изображением в направлении, перпендикулярном строке. Развертывающим элементом является световое пятно, при помощи которого производится выделение на поверхности изображения элементарной площадки.

Большие успехи в развитии микроэлектроники за последние годы создали базу для разработки более совершенного развертывающего устройства, построенного на принципе использования приборов с зарядовой связью.

Рассмотрим основные определения и понятия, используемые в системе факсимильной связи.

Строка развертки — узкая полоса перемещения развертывающего элемента факсимильного аппарата от одного края оригинала или копии до другого. В широкоформатных факсимильных аппаратах полная длина строки составляет 480 мм, в том числе рабочая длина строки — 456 мм. Наибольшая длина бланка в факсимильном аппарате с барабанной разверткой определяется длиной барабана, а в аппаратах с плоскостной разверткой ограничивается допустимым перекосом принятого изображения (1 мм на 100 мм длины принятого изображения).

Скорость развертки — число развертываемых строк в минуту (стр/мин). В аналоговой широкоформатной факсимильной аппаратуре приняты скорости развертки 60, 90, 120 и 240 стр/мин. При этом скорость развертки должна быть стабильной в пределах от $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ до $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ номинального значения. Именно при таком допуске перекос не превышает 1 мм на 100 мм длины принятого изображения.

Направление развертки — направление перемещения элементарной площадки. В широкоформатных факсимильных аппаратах применяется левая развертка, при которой элементарная площадка во время передачи перемещается слева направо (по строке) и сверху вниз (по кадру).

Шаг развертки — расстояние между осями двух смежных строк развертки на факсимильном изображении. Шаг развертки оказывает влияние на четкость передаваемого по факсимильной связи изображения. С увеличением шага развертки четкость принимаемого изображения ухудшается. В рассматриваемой широкоформатной факсимильной аппаратуре приняты два шага развертки: $\delta_1 = 0{,}265$ мм/стр и $\delta_2 = 0{,}53$ мм/стр.

Модуль взаимодействия факсимильного аппарата M — параметр, нормирующий отношение длины строки L (мм) к шагу развертки d (мм/стр).

Для плоскостной развертки $M = L/\pi d$.

Для барабанной развертки $L = \pi D$, следовательно, $M = D/d$, где D — диаметр барабана (мм).

Для широкоформатных факсимильных аппаратов $M = 576$ при шаге развертки 0,265 мм/стр и $M = 288$ при шаге развертки 0,53 мм/стр.

Спектр частот видеосигнала — величина, определяемая характером передаваемого изображения и скоростью развертки (изменяется от минимальной до максимальной частоты видеосигнала).

Максимальная частота сигнала F_{max} возникает при чередовании черных и белых полос минимальной ширины, которые способен передать аппарат.

Для плоскостной развертки

$$F_{max} = \frac{LN}{2d_{min} \cdot 60},$$

для барабанной развертки

$$F_{max} = \frac{\pi DN}{2d_{min} \cdot 60},$$

где L — длина строки (мм), N — число строк в 1 мин, D — диаметр барабана (мм), d_{min} — минимальная ширина штриха (мм).

При развертке изображения, содержащего по длине строки одну черную и одну белую полосы, частота сигнала равна числу строк, передаваемых в 1 с, т. е.

$$F = N/60.$$

Разрешающая способность аппарата — способность воспроизводить наиболее мелкие детали изображения. Разрешающая способность измеряется числом черных и белых линий одинаковой ширины, воспроизводимых раздельно (т. е. не слитно) на 1 мм.

Нормали девиации — частоты частотно-модулированного (ЧМ) или амплитудно-частотно-модулированного (АЧМ) сигнала, соответствующие черному или белому полям передаваемого изображения. В соответствии с рекомендацией МККТТ (международным консультативным комитетом по телефонии и телеграфии) для факсимильных передач приняты следующие частоты нормалей девиации.

При частотной модуляции поднесущей частоты средняя поднесущая частота равна 1900 Гц, частота сигнала, соответствующая черному полю, — 1500 Гц, частота сигнала, соответствующая белому полю, — 2300 Гц.

При частотной модуляции высокочастотной несущей для факсимильных радиопередач на коротких волнах (3—30 мГц) и средней частоте высокочастотной несущей f_0 частота сигнала, соответствующая черному полю, равна f_0 — 400 Гц; частота сигнала, соответствующая белому полю, равна $f_0 + 400$ Гц.

При частотной модуляции высокочастотной несущей для факсимильных радиопередач на длинных волнах (30—300 кГц) и средней частоте высокочастотной несущей f_0 частота сигнала, соответствующая черному полю, равна f_0 — 150 Гц; частота сигнала, соответствующая белому полю, равна $f_0 + 150$ Гц.

Фазирование — установление одновременного начала движения развертывающих элементов вдоль строки развертки в передающем и приемном факсимильных аппаратах с плоскостной разверткой или установление в процессе развертки изображения одинакового углового положения барабанов передающего и приемного аппаратов с барабанной разверткой. [1]

---

[1] Определение не учитывает задержку сигналов при их передаче.— *Прим. ред.*

Качание развертывающего элемента факсимильного аппарата — искажение изображения, вызываемое отклонением линейной скорости перемещения развертывающего элемента от номинального значения в направлении как строчной, так и кадровой развертки факсимильного изображения. Механические качания в развертывающем устройстве вызываются неравномерностью хода и сбоем осей подшипников в кинематических узлах факсимильной аппаратуры. Они приводят к разбросу, волнистости и разрывам линий воспроизводимого изображения, а также к сжатию и растяжению изображения в направлении, перпендикулярном строкам. Для рассматриваемых типов факсимильных аппаратов значения механических качаний не должны превышать $\pm 0{,}25$ наименьшего значения шага развертки.

Сохранение заданной последовательности принимаемых сигналов осуществляется развертывающим устройством приемного аппарата. В приемных факсимильных аппаратах в основном применяются плоскостные развертывающие устройства со спиралью, винтообразно закрепленной на барабане. При вращении барабана спираль контактирует с пишущей линейкой, образуя таким образом развертывающий элемент, который равномерно перемещается и создает строку развертки. В течение одного полного оборота барабана с спиралью носитель изображения протягивается на шаг развертки (в направлении кадра), после чего происходит запись следующей строки изображения. Далее процесс повторяется непрерывно до полного окончания приема передаваемого по факсимильной связи изображения. Пишущие электроды (спираль и линейка) изготавливаются из нержавеющей стали.

Носитель изображения — электрохимическая бумага (ЭХБ), протягиваемая между пишущими электродами в процессе приема. ЭХБ под действием электрического тока способна изменять степень окраски, т. е. способна изменять оптическую плотность в зависимости от силы тока, который проходит через нее. В растворе, которым пропитана электрохимическая бумага, изменяется концентрация водородных ионов при прохождении тока на участках, контактирующих с пишущими электродами, что вызывает реакцию специальных химических веществ, введенных в состав электрохимической бумаги для получения определенной степени окрашивания.

Влажность электрохимической бумаги (ЭХБ-4), равная 35—40 %, должна сохраняться в течение записи изображений, поэтому в процессе работы бумага находится в герметически закрытых кассетах.

ЭХБ выпускается в рулонах длиной 30 м; поставляется в герметически закрытых полиэтиленовых пакетах; толщина бумаги 0,03—0,05 мм. ЭХБ-4 обладает достаточно большой прочностью: полоска бумаги шириной 10 см выдерживает груз 0,5 кг. Ток записи находится в пределах от 75 до 180 мА. В ограниченных пределах в зависимости от скорости развертки ЭХБ-4 допускает прием полутоновых изображений (5—6 полутонов пятнадцатиполь-

ного клина). Разрешающая способность при приеме на ЭХБ-4 достигает 3,8 лин/мм.

Сигналы автоматического управления. В соответствии с международными соглашениями и рекомендациями ВМО для автоматического (дистанционного) управления приемными факсимильными аппаратами с открытой записью на их вход с каналов связи поступают следующие сигналы автоматического управления, передаваемые передающим факсимильным аппаратом: 1) выбор модуля взаимодействия, 2) выбор скорости развертки изображения, 3) фазирование, 4) остановка приемного факсимильного аппарата.

Пуск приемного факсимильного аппарата осуществляется сразу после получения либо сигнала выбора модуля, либо сигнала фазирования (специальный сигнал пуска не передается).

Максимальная длина бланка, которая может быть передана по факсимильной связи аппаратами рассматриваемой группы, равна 690 мм. При шаге развертки 0,265 мм/стр время передачи такого бланка с изображением в зависимости от скорости развертки должно быть равно:

Скорость развертки, мм/стр	60	90	120	240
Время передачи, мин	43	35	21,5	10,75

При шаге развертки 0,53 мм/стр время передачи сокращается в два раза.

Чаще всего передаваемые по факсимильной связи бланки с изображением бывают значительно короче. Для определения времени t_x, необходимого для передачи бланка длиной менее 690 мм, можно пользоваться формулой

$$t_x = tl/690,$$

где t — время (мин), требуемое для передачи бланка максимальной длины (690 мм) при заданных шаге и скорости развертки; l — длина (мм) бланка, подлежащего передаче.

Следует иметь в виду, что ширина бланка, подлежащего передаче по факсимильной связи, если она меньше максимальной ширины строки, не влияет на время передачи изображения. Это объясняется тем, что анализирующее устройство передающего аппарата просматривает каждую строку на полную ее ширину независимо от того, какой ширины бланк подлежит передаче. В приемных факсимильных аппаратах синтез изображения происходит синхронно и синфазно с передающим аппаратом.

Режим работы. Факсимильные передачи производятся в трех режимах: 1) амплитудной модуляции (АМ), 2) амплитудно-частотной модуляции (АЧМ), 3) частотной модуляции (ЧМ).

При использовании аппаратуры, предназначенной для передачи бланков, имеющих ширину полной строки 480 мм, факсимильные передачи в основном ведутся в режиме АЧМ (или ЧМ).

При амплитудной модуляции поднесущей частоты спектр частот содержит поднесущую частоту и две боковые полосы частот. При двухполосной передаче поднесущая частота выбирается равной средней частоте канала связи. Ширина спектра амплитудно-модулированного сигнала определяется удвоенной максимальной частотой видеосигнала. Для более эффективного использования канала (повышения скорости развертки в рамках полосы частот стандартного канала тональной частоты) применяется асимметричное ограничение боковых полос. При этом поднесущая частота выбирается так, чтобы сохранить в канале связи 20—25-процентный остаток верхней боковой полосы частот амплитудно-модулированного сигнала.

В наиболее широкоформатной факсимильной аппаратуре полная ширина строки развертки равна 480 мм. Факсимильная связь с использованием такой аппаратуры (например, в гидрометслужбе для передачи метеорологических карт и другого графического материала) осуществляется позитивом, т. е. белому полю соответствует минимальная, а черному полю — максимальная амплитуда поднесущей частоты. Это вызвано тем, что при позитивном сигнале средняя мощность амплитудно-модулированного сигнала меньше, чем при негативном сигнале (который применяется в фототелеграфных аппаратах). Выбор позитивного сигнала для факсимильных передач предопределен тем, что обычно бланки карт и другой графической информации, подлежащей передаче по факсимильным связям, содержат несравненно больше белого поля, чем черного. Факсимильные передачи производятся с глубиной модуляции 25 и 12 дБ.

При частотной модуляции амплитуда поднесущей частоты не изменяется, а ее частота в соответствии с характером передаваемого изображения отклоняется от центральной частоты f_0 в пределах нормалей девиации ($\pm \Delta f$). В режиме ЧМ черному полю соответствует частота 1500 Гц, белому полю — 2300 Гц, а центральная поднесущая частота равна 1900 Гц. С целью более эффективного использования канала центральную частоту поднесущей увеличивают, например, до 2300 Гц, тогда черному полю соответствует частота 2000 Гц, а белому — 2600 Гц.

Спектр частот частотно-модулированного сигнала не зависит от абсолютной величины немодулированной поднесущей частоты и определяется только индексом модуляции. Индекс частотной модуляции $M_{ЧМ}$ равен отношению девиации частоты к модулирующей частоте и не превышает единицу:

$$M_{ЧМ} = \Delta f / F_{max} < 1.$$

При малых индексах частотной модуляции, применяемых в факсимильных связях, полоса частот частотно-модулированного сигнала близка к удвоенной максимальной частоте видеосигнала, подобно ширине спектра амплитудно-модулированного сигнала. Амплитуда частотно-модулированного сигнала изменяется в соот-

ветствии с характером передаваемого по факсимильной связи изображения.

При амплитудно-частотной модуляции черному полю соответствует максимальная амплитуда и нижняя частота нормалей девиации, а белому полю — минимальная амплитуда и верхняя (более высокая) частота нормали девиации.

Режим амплитудной модуляции в основом используется при внутригородских, внутриучрежденческих, внутризаводских и т. п. факсимильных связях. В этих случаях применяются факсимильные аппараты с малой шириной строки.

Режим частотной модуляции в основном используется при факсимильных связях по радиоканалам. Частотно-модулированный сигнал от передающего факсимильного аппарата по соединительной линии передается на передающий радиоцентр, где установлены радиопередатчики. Этот сигнал поступает на возбудитель радиопередатчика, работающего в режиме одной боковой полосы частот. Там, где в радиопередатчиках еще применяется возбудитель ВЧД-100, ЧМ-сигнал подается по соединительной линии на вход этого возбудителя через приставку ЧМ-видео, которая преобразует ЧМ-сигнал в импульсы постоянного тока, управляющего частотой возбудителя ВЧД-100.

1.2. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ПЕРЕДАЮЩЕЙ И ПРИЕМНОЙ ФАКСИМИЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

К высокоскоростной факсимильной аппаратуре (ГОСТ 25872—83) относятся передающие и приемные факсимильные аппараты, обеспечивающие факсимильную связь со скоростями развертки более 240 стр/мин.

В широкоформатной факсимильной аппаратуре общая длина строки развертки составляет $(477{,}5 \pm 3)$ мм, а полезная — $(465 \pm 5{,}5)$ мм. При барабанном способе развертки ширина передаваемого бланка не должна превышать 480 мм, принимаемого — 485 мм при длине бланка 660—700 мм. В случае изменения метода анализа и развертки (например, при использовании приборов с зарядовой связью) размер бланка практически может быть увеличен до необходимой длины в направлении кадровой развертки.

Скорость развертки выбирается при аналоговой факсимильной связи из ряда 480, 960 стр/мин; при цифровой факсимильной связи — из ряда 480, 960, 1920, 3840 и 7680 стр/мин. Если предусматривается возможность совместной работы с низкоскоростной факсимильной аппаратурой, в высокоскоростной аппаратуре должна быть предусмотрена возможность работы со скоростями развертки 60, 90, 120 и 240 стр/мин. Отклонение скорости развертки не должно превышать $\pm 10^{-7}$ номинального значения, а качания развертывающего элемента не должны превышать $\pm 0{,}13$ мм.

Модуль взаимодействия выбирается из ряда 288, 576 при аналоговой факсимильной связи и из ряда 552, 576, 1152 при цифро-

вой факсимильной связи. Отклонение модуля взаимодействия не должно превышать ±1 % номинального значения.

Число элементов изображения в строке развертки выбирается из ряда 1200, 1500, 1800, 2400, 3600.

В направлении строки разрешающая способность при аналоговой факсимильной связи выбирается из ряда 2,5; 3,1; 3,75; 5,0; 7,5 лин/мм; при цифровой факсимильной связи для числа элементов изображения в общей длине строки развертки 1200, 1500, 1800, 2400, 3600 — соответственно из ряда 1,5; 2,0; 2,5; 3,0; 4,5 лин/мм. Плотность развертки (стр/мм) составляет 1,9 при модуле 288; 3,63 — при модуле 552; 3,8 — при модуле 576; 7,6 — при модуле 1152.

Число градаций полутонов в штриховом режиме работы аппаратуры должно быть равно 2, в полутоновом режиме работы аппаратуры — не менее 8.

Нормальная факсимильная передача и прием изображений обеспечиваются при следующих оптических плотностях: максимальной для белого поля как на передающем, так и на приемном изображении не более 0,15; максимальной для черного поля передаваемого изображения не менее 0,95; минимальной для черного поля на принимаемом изображении не менее 0,45.

Погрешность автоматического фазирования, применяемого в аппаратуре, не должна превышать ±0,5 % полной длины строки развертки.

В аппаратуре применяется автономная синхронизация, однако предусматривается возможность синхронизации также и от внешнего источника. Частота синхросигналов выбирается из ряда $5 \cdot 10^6$; $10 \cdot 10^6$ Гц.

При аналоговой факсимильной связи, осуществляемой по предгрупповым трактам, передача и прием осуществляются методом частотной модуляции с частичным ограничением верхней боковой полосы спектра. Частоты нормалей девиации составляют 20 500 Гц для белого поля и 21 500 Гц для черного; погрешность настройки частот нормалей девиации находится в пределах ±10 Гц. После настройки нормалей девиации отклонение их частот от указанных величин не должно превышать ±32 Гц в течение 15 мин.

На выходе передающего факсимильного аппарата в канал факсимильной связи уровень среднечасовой мощности устанавливается так, чтобы уровень сигнала в точке нулевого относительного уровня системы передачи не превышал —10,1 дБмО при мощности шумов в этой же точке не более —40 дБмО; в приемной аппаратуре при сопротивлении нагрузки (600±90) Ом уровень сигнала должен находиться в пределах от —25 до 0 дБ.

При высокоскоростной аналоговой факсимильной связи по первичным сетевым групповым трактам как факсимильная передача, так и прием осуществляются методом частотной модуляции с частичным ограничением верхней полосы спектра в нижней части полосы пропускания тракта и с частичным ограничением нижней боковой полосы спектра в верхней части полосы пропускания

тракта. Можно также использовать метод амплитудной модуляции с частичным ограничением верхней боковой полосы спектра. В этом случае частоты нормалей девиации при частичном подавлении верхней боковой полосы спектра должны быть 79 500 Гц для белого поля и 80 500 Гц для черного. При частичном подавлении нижней боковой полосы спектра частоты должны быть 87 500 и 88 500 Гц соответственно для черного и белого полей. Погрешность настройки частот нормалей девиации составляет ±10 Гц. После настройки отклонения частот нормалей девиации не должны превышать ±32 Гц в течение 15 мин. На выходе передающей факсимильной аппаратуры уровень среднечасовой мощности выходного факсимильного сигнала устанавливается таким образом, чтобы уровень сигнала в точке нулевого относительного уровня системы передачи не превышал —7 дБмО при мощности шумов в этой же точке не более —33 дБмО. В приемной факсимильной аппаратуре уровень входного сигнала при сопротивлении нагрузки (150 ± 15) Ом должен допускать возможность изменения уровня входного сигнала от —35 до 0 дБ. В пределах частот 83,7—84,6 кГц затухание входного сигнала должно быть не менее 40 дБ.

В качестве основного компрессирующего кода применяется планарный код. Планарное кодирование факсимильного изображения представляет собой способ кодирования, при котором передаваемое изображение подразделяется на полосы, состоящие из одинакового числа строк развертки каждая; полосы подразделяются на участки; в свою очередь участки подразделяются на квадраты, а квадраты — на элементы изображения. Кодирование осуществляется по полосам, участкам и квадратам. Цифровая факсимильная связь с планарным кодированием рассмотрена в п. 6.2.

В качестве дополнительного кода применяется одномерный код МККТТ с целью обеспечения совместной работы с корреспондентами, использующими высокоскоростную факсимильную аппаратуру, работающую с применением этого кода (по рекомендации ТА МККТТ), а также цифровая факсимильная связь с построчным кодированием, при которой изображение, подлежащее передаче, разделяется на l строк развертки. Строка развертки последовательно разделяется на участок сшивки, белые и черные участки.

Автоматическое (дистанционное) управление высокоскоростными приемными факсимильными аппаратами со стороны высокоскоростного передающего факсимильного аппарата осуществляется следующим образом:

1. При аналоговой факсимильной связи по сигналам автоматического управления с высокоскоростного передающего факсимильного аппарата в приемной высокоскоростной факсимильной аппаратуре автоматически осуществляется выбор модуля взаимодействия, выбор скорости развертки, пуск, фазирование и остановка. Выбор модуля взаимодействия осуществляется по сигналу выбора модуля взаимодействия. Сигнал выбора модуля взаимодействия представляет собой чередование сигналов белого и черного полей

в течение 5—10 с со скважностью $2 \pm 0{,}1$ и с частотой (300 ± 3) Гц для модуля взаимодействия 576 и с частотой $(675 \pm 6{,}75)$ Гц для модуля взаимодействия 288.

2. При аналоговой факсимильной связи по сигналам автоматического управления скорость развертки выбирается по сигналу выбора скорости развертки и фазирования, сменяющему сигнал выбора модуля взаимодействия и представляющему собой чередование сигналов в течение $(15 \pm 0{,}75)$ с черного поля на протяжении $(95 \pm 0{,}5)$ % общей длины строки и белого поля на протяжении $(5 \pm 0{,}5)$ % общей длины строки с частотами 8 Гц для скорости развертки 480 стр/мин и 16 Гц для скорости развертки 960 стр/мин. Время передачи сигнала выбора скорости развертки и фазирования составляет $(30 \pm 1{,}5)$ с. Отклонение частоты сигнала выбора скорости развертки и фазирования не должно превышать $\pm 10^{-7}$ номинального значения.

3. При аналоговой факсимильной высокоскоростной передаче сигнала «Пуск» предусматривается начало строчной и кадровой развертки записи информационного сигнала. Пуск производится по сигналу выбора скорости развертки и фазирования после выбора скорости развертки. Фазирование производится в моменты времени, соответствующие передним фронтам белого поля сигнала выбора скорости развертки и фазирования и совпадающие с моментами начала развертки нерабочей части строки. Сигнал автоматической остановки предусматривает прекращение записи строчной и кадровой развертки и производится по сигналу остановки, который сменяет информационные сигналы и представляет собой первоначальное чередование в течение $(5 \pm 0{,}25)$ с сигналов черного и белого полей со скважностью $2 \pm 0{,}1$ и частотой $(450 \pm \pm 4{,}5)$ Гц, и по последующему сигналу черного поля в течение не менее 10 с после остановки передающего высокоскоростного факсимильного аппарата.

4. При использовании цифровой факсимильной связи с планарным кодированием со стороны передающего высокоскоростного факсимильного аппарата осуществляется автоматическое управление приемными высокоскоростными факсимильными аппаратами: выбор скорости передачи, штрихового режима и модуля взаимодействия, пуск и остановка. По сигналу автоматического выбора скорости передачи осуществляется выбор скорости передачи. Сигнал представляет собой чередование нулей (0) и единиц (1) со скважностью $2 \pm 0{,}1$ и частотами 600, 1200, 2400 и 4800 Гц для скоростей передачи соответственно 1200, 2400, 4800 и 9600 бит/с. Указанные сигналы передаются не менее 7 с после пуска передающего высокоскоростного факсимильного аппарата. Допустимое отклонение частоты сигнала выбора скорости передачи не должно превышать $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ номинального значения.

При штриховом режиме работы высокоскоростной факсимильной аппаратуры обеспечивается передача (или прием) двух градаций оптической плотности передаваемого изображения. Штриховой режим выбирается по сигналу выбора штрихового режима,

который сменяет сигнал выбора скорости передачи и представляет собой трижды повторяющиеся двоичные 40-битовые последовательности вида 1100 0000 0011 1111 0000 1100 0000 0010 0000 1101, дополняемые до конца строки нулями. Модуль взаимодействия выбирается по сигналу выбора модуля взаимодействия, который сменяет сигнал выбора режима и представляет собой трижды повторяющиеся двоичные 40-битовые последовательности вида 0110 0000 0011 1111 0000 0110 0000 0010 0000 0111 для модулей взаимодействия 552, 576 и вида 0110 0000 0011 1111 0000 1110 0000 0010 0000 1111 для модуля взаимодействия 1152, дополняемые до конца кодированной строки нулями.

Сигнал автоматического пуска предусматривает начало записи информационных сигналов приемными факсимильными аппаратами не ранее чем через 2 с. Пуск осуществляется по окончании приема сигнала выбора модуля взаимодействия при условии приема сигналов выбора скорости передачи и режима. Окончание записи производится по сигналу остановки, который сменяет информационные сигналы и представляет собой трижды повторяющиеся двоичные 40-битовые последовательности вида 0010 0000 0011 1111 0000 0010 0000 0010 0000 0011, дополняемые до конца нулями. Сигнал остановки поступает не позднее, чем через 0,5 с после остановки передающего факсимильного аппарата.

5. Параметры автоматического управления при факсимильной связи с использованием кода МККТТ соответствуют рекомендации Т.30 МККТТ.

6. При факсимильной связи с построчным кодированием сигналами автоматического управления передающего аппарата в приемном аппарате обеспечивается автоматическое фазирование тактовых импульсов, выбор скорости развертки, пуск и остановка. Тактовые импульсы фазируются по сигналу фазирования тактовых импульсов. Он представляет собой чередование 0 и 1 со скважностью $2 \pm 0{,}1$ и частотами 600, 1200, 2400, 3600 и 4800 Гц для скоростей передачи соответственно 1200, 2400, 4800, 7200 и 9600 бит/с и передается не менее 10 с. Отклонение частоты сигнала фазирования тактовых импульсов не должно превышать $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ номинального значения.

Скорость развертки выбирается по сигналу выбора скорости развертки, который сменяет сигнал фазирования тактовых импульсов и поступает после пуска передатчика с началом строки развертки. Этот сигнал представляет собой для каждой из трех строк развертки двоичные 15-битовые последовательности вида 100000000111111, которые повторяются четыре раза для скорости развертки 480 стр/мин и три раза для скорости развертки 960 стр/мин. Последовательности разделяются между собой нулем и дополняются до конца кодированной строки нулями.

Пуск включает в себя начало строчной развертки, фазирование, начало кадровой развертки и записи. Пуск осуществляется по сигналу пуска, который сменяет сигнал выбора скорости развертки и поступает до начала приема информационных сигналов.

Этот сигнал представляет собой для каждой строки развертки двоичную 15-битовую последовательность, такую же, как в случае сигнала выбора скорости развертки, и до конца строки кодированные чередования 6-битовых белого и 3-битовых черного участков длиной в один элемент изображения каждый, начинающихся с белого.

По сигналу остановки прекращаются запись, строчная и кадровая развертки. Для каждой из последних трех строк развертки сигнал представляет собой двоичные 15-битовые кодовые последовательности, которые повторяются 6 раз, разделяются между собой нулем и дополняются до конца кодированной строки нулями.

Ленинградский
Гидрометеорологический ин-т
БИБЛИОТЕКА

2 Заказ № 162

ГЛАВА 2

УЗЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ ФАКСИМИЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

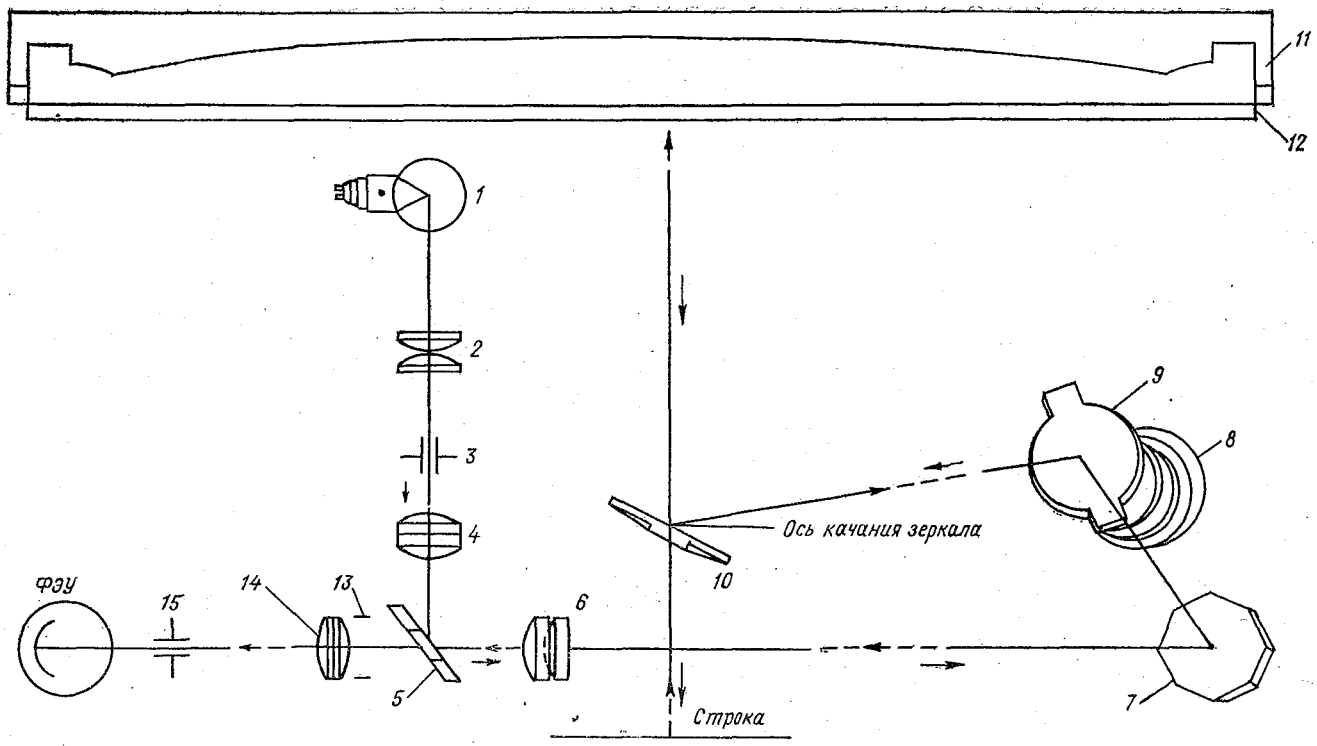
2.1. ПРИБОРЫ С ЗАРЯДНОЙ СВЯЗЬЮ

2.1.1. В оптико-механической системе, применяемой до последнего времени в широкоформатной аналоговой передающей факсимильной аппаратуре с плоскостной разверткой, бланк с изображением, подлежащим передаче, вводится в узел протяжки, который состоит из протяжного и двух прижимных валиков. На поверхность бланка, прижатого к протяжному механизму оптической системы аппарата, фокусируется световое пятно. При помощи качающегося зеркала оптического устройства аппарата световое пятно, сфокусированное на поверхность бланка, перемещается вдоль всей развертываемой строки. Отраженный от центральной части пятна световой поток проектируется на светочувствительный слой фотоэлектронного умножителя (ФЭУ), ток которого пропорционален падающему на ФЭУ световому потоку. Протяжный валик приводится во вращение через редуктор развертки. При вращении протяжного валика прижатый к нему бланк будет перемещаться в направлении, перпендикулярном развертываемой строке. Так, в процессе анализа передаваемого изображения производится последовательное, построчное преобразование отраженного от элементарных участков светового потока в электрические сигналы.

На рис. 2.1 схематически показан принцип работы оптического устройства. В плоскости диафрагмы *3* при помощи объектива — конденсера *2* фокусируется световой поток от осветителя *1*. Пройдя диафрагму *3* световой поток попадает на объектив *4*. Из объектива световой поток выходит в виде параллельного пучка лучей, который падает на плоское зеркало с отверстием в центре *5*. Отразившись от зеркала, световой поток проходит через фокусирующий объектив *6* и затем, отразившись от вспомогательного зеркала *7*, через основной объектив *8*, при помощи которого фокусируется световое пятно на строке передаваемого изображения.

На пути лучей от основного объектива до строки передаваемого бланка размещено качающееся зеркало *10*, при помощи которого луч перемещается вдоль строки передаваемого изображения. Для уменьшения габаритов оптического устройства на пути лучей от основного объектива *8* до строки установлены два вспомогательных зеркала. Качающееся зеркало приводится в движение кулачковым механизмом.

Отраженный от изображения световой поток пропорционален коэффициенту отражения развертываемого участка строки. Отраженный световой поток на участке от развертываемой строки до плоского зеркала с центральным отверстием *5* проходит в обрат-



2.1. Оптическая система аналогового передающего факсимильного аппарата с плоскостной разверткой.

1 — осветитель типа «Фаза»; *2* — объектив-конденсатор; *3* — диафрагма; *4, 8, 14* — объективы; *5* — плоское зеркало с отверстием; *6* — фокусирующий объектив; *7, 9, 11* — зеркала; *10* — качающееся зеркало; *12* — экран; *13* — апертурная диафрагма; *15* — диафрагма.

ном направлении по тому же пути. Пройдя через отверстие плоского зеркала и апертурную диафрагму *15*, отраженный световой поток фокусируется объективом *14* в плоскости расстровой диафрагмы. В плоскости расстровой диафрагмы получается изображение участка строки, из которого диафрагмой вырезается элементарная площадка.

Отраженный световой поток, прошедший через расстровую диафрагму, попадает на катод ФЭУ, ток которого пропорционален световому потоку. Фокус пучка лучей перемещается качающимся зеркалом по дуге окружности. В то же время строка передаваемого изображения расположена в плоскости. Поэтому отраженный световой поток, падающий на фотокатод ФЭУ, при колебаниях качающегося зеркала будет неравномерным по строке. Для устранения неравномерности отраженного светового потока по строке в аппарате применяется маска (экран). При своевременной и правильной регулировке маски (экрана) неравномерность отраженного светового потока по строке можно снизить до допустимого предела (примерно 7 %).

Синхронное и синфазное перемещение фокусирующего объектива обеспечивает фокусировку светового пятна по всей длине строки. Механизм фокусировки состоит из подвижной каретки с укрепленным на ней фокусирующим объективом и фокусирующего кулачка. Каретка движется на шариковых подшипниках по прямолинейным направляющим призматического сечения. На каретке укреплен толкатель, скользящий по профилю фокусирующего кулачка. Развертывающий и фокусирующий кулачки получают вращение от общего вала, на котором расположен развертывающий кулачок, и тем самым обеспечивается синхронность движения качающегося зеркала и фокусирующего объектива.

Из изложенного выше следует, что за время развертки одной строки качающемуся зеркалу сообщается два колебательных движения: одно в течение развертки строки и второе при возврате зеркала в исходное положение. Одновременно фокусирующему объективу сообщается два движения: одно прямолинейное, второе возвратное.

В больших центрах и узлах связи передача графической информации производится круглосуточно. Если принять, что рабочее время передачи графической информации по факсимильным связям длится примерно 20 ч в сутки, скорость развертки равна 90 стр/мин, а шаг развертки 0,265 мм/стр, то за сутки качающемуся зеркалу сообщается 108 000 колебательных движений и столько же возвратных движений сообщается фокусирующему объективу. При такой нагрузке механизмы, приводящие в движение качающееся зеркало и фокусирующий объектив быстро изнашиваются. Появление микролюфт, превращающихся со временем в люфты, приводит к неравномерному распределению светового потока по строке, к нарушению фокусировки светового пятна по всей длине строки из-за небольшой (0,45 мм) глубины резкости фокусирующего объектива, а также к потемнению краев носителя

(ЭХБ) и расплывчатости принимаемой графической информации. При этом следует иметь в виду, что при факсимильных циркулярных передачах (а факсимильные передачи в основном циркулярные) прием графической информации производится одновременно в сотнях узлах и аппаратных связи страны. Значит, брак будет тиражироваться во всех пунктах факсимильного приема.

Следует добавить, что насыщенность оптического устройства элементами оптики (объективами, зеркалами, диафрагмами, маской и т. п.), наличие механизмов, сообщающих движение качающемуся зеркалу и фокусирующему объективу, и необходимость применения блока ФЭУ в значительной степени увеличивают габариты передающих факсимильных аппаратов с плоскостной разверткой, которые серийно выпускались до последнего времени.

2.1.2. Изобретение приборов с зарядовой связью и быстрое их совершенствование благодаря технологическим успехам в микроэлектронике, главным образом применительно к интегральным схемам на структурах металл-диэлектрик-полупроводник (интегральные МДП-схемы), позволило разработать и внедрить в производство совершенно новый электронный принцип работы развертывающего устройства.

Развертывающее устройство аналогового передающего факсимильного аппарата, построенного с использованием приборов с зарядовой связью (ПЗС), не содержит каких-либо механических систем, кроме системы протяжки бланка с изображением, подлежащим передаче по каналам связи. Такое устройство свободно от недостатков, присущих оптико-механическим разверткам.

Отличительной особенностью приборов с зарядовой связью является направленный перенос зарядов вдоль поверхности полупроводника. Базовой структурой ПЗС является массив расположенных рядом затворов[1], к которым прикладываются тактовые импульсы напряжений, обеспечивающих хранение и перенос сигнальных зарядов и лежащем ниже полупроводнике. Затворы (электроды) отделены от полупроводника тонким диэлектрическим слоем. Каждый из таких приборов образует МДП-структуру.

Электроды сформированы на тонком изолирующем слое двуокиси кремния (SiO_2), покрывающем слаболегированную[2] подложку монокристаллического кремния p-типа. На каждом конце массива электродов расположены две $p^+ - n$-области. Через образуемые ими $p^+ - n$-переходы происходит ввод и вывод зарядов из ПЗС. Таким образом, ПЗС — это совокупность МДП-структур, взаимодействующих между собой. Это взаимодействие обеспечивается за счет очень небольших расстояний между ними и общностью полупроводникового слоя.

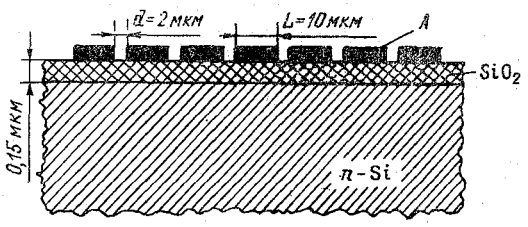
На рис. 2.2 показана структура прибора с зарядовой связью, выполненного на базе МДП-элементов. Изображенные на этом

---

[1] Затвор — металлический электрод в МДП-транзисторах, создающий эффект поля.

[2] Легирование — внедрение примесей в исходную пластину (полупроводник) путем диффузии при высокой температуре.

рисунке затворы имеют длину L, равную 10 мкм, а расстояние между затворами d составляет 2 мкм. В каждой отдельной МДП-структуре можно создавать местный (локальный) приповерхностный заряд неосновных носителей[1] (зарядовый пакет) и перемещать его вдоль поверхности от одной МДП-структуры к другой. Для этого на затворах соответственно должно меняться напряжение.



2.2. Структура прибора с зарядовой связью.

ПЗС состоит из большого числа близкорасположенных и технологически связанных между собой МДП-структур, количество которых может достигать нескольких тысяч. Поэтому ПЗС относится к большим интегральным схемам (БИС). Рабочее напряжение на затворах ПЗС больше порогового напряжения. В связи с этим в полупроводнике под затворами образуется сравнительно глубокие обедненные слои[2]. Чаще всего ПЗС строится на основе кремния n-типа (значит полярность напряжения должна быть отрицательная), поэтому рабочие напряжения тактовых импульсов на затворы должны подаваться отрицательным полюсом. Глубина обедненного слоя находится в прямой зависимости от напряжения на затворе. Так как расстояние между МДП-структурами мало, их обедненные слои сливаются и образуют единый обедненный слой (дно), который имеет определенный рельеф, соответствующий распределению напряжения на затворах.

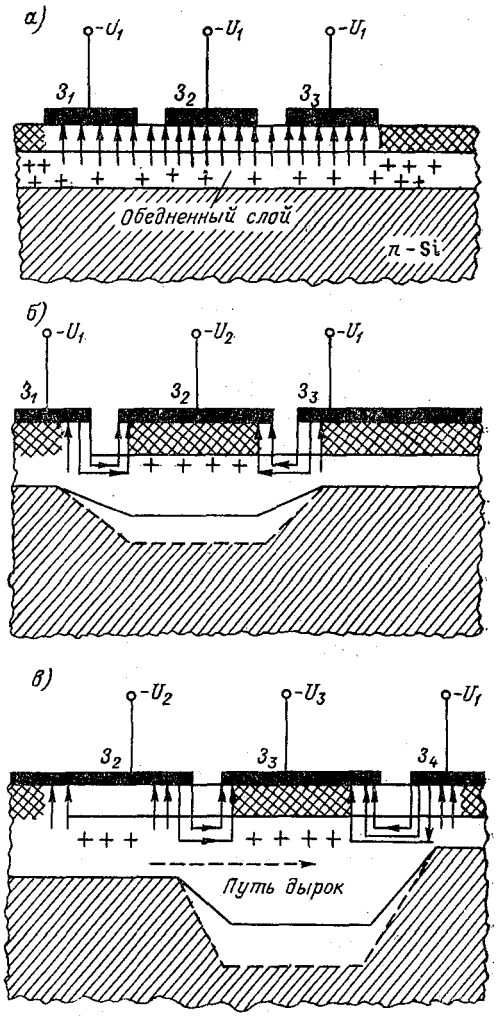
На рис. 2.3 показана структура обедненного слоя и электрического поля в приборах с зарядовой связью в режимах покоя, хранения и записи. В режиме покоя (рис. 2.3 *а*) отрицательные напряжения ($-U_1$) на всех трех затворах одинаковые и обедненный слой вдоль всей поверхности имеет одну и ту же глубину. Если увеличить отрицательное напряжение на одном из затворов, то под ним образуется «углубление» (рис. 2.3 *б*, *в*).

---

[1] Поскольку в примесных полупроводниках концентрации электронов и дырок сильно различаются, принято называть носители преобладающего типа основными, а носители другого типа неосновными. В полупроводниках n-типа основные носители — электроны, а в полупроводниках p-типа — дырки.

[2] Эффектом поля называют изменения концентрации носителей (а значит проводимости) в приповерхностном слое полупроводника под действием электрического поля. Слой с повышенной по сравнению с объемом концентрацией основных носителей называют обогащенным, а слой с пониженной их концентрацией — обедненным.

Геометрическому рельефу обедненных слоев соответствует потенциальный рельеф. Области углубления обедненного слоя соответствует минимум потенциала, называемый потенциальной ямой. Если на затворах $З_1$ и $З_3$ действуют одинаковые напряжения $-U_1$, а на затворе $З_2$ — напряжение $-U_2$, превышающее $-U_1$, то на границах затвора $З_2$ образуются электрические поля, которые препятствуют перемещению положительных зарядов (дырок) из-под этого затвора. Таким образом, если под затвором $З_2$ каким-либо путем создать зарядовый пакет дырок, то он будет сохраняться в этой области длительное время. Дырки из этой области уйти не могут из-за наличия тормозящих полей на ее границах. В области, находящейся под затвором, почти нет электронов, с которыми дырки могли бы рекомбинировать. Такое состояние прибора с зарядовой связью называется режимом хранения, а напряжение $-U_2$ — напряжением хранения.



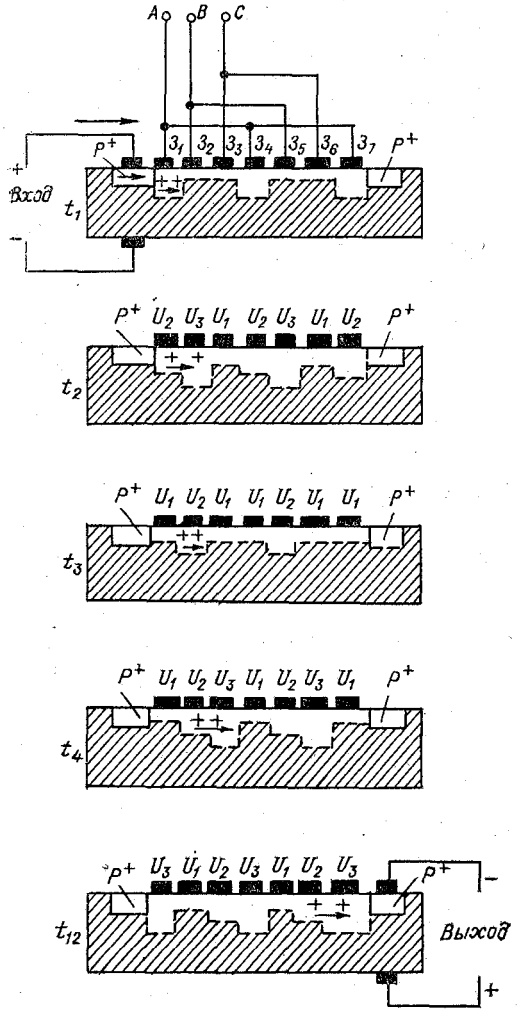
2.3. Структура обедненного слоя и электрического поля в приборах с зарядовой связью в режимах покоя (*а*), хранения (*б*) и записи (*в*).

В рассмотренном случае напряжение $-U_2$ на затворе $З_2$ определяет суммарный положительный заряд под затвором. В связи с этим появление дырочного пакета сопровождается уменьшением заряда «обнаженных» доноров [1] в обедненном слое, т. е. уменьше-

[1] Всякий реальный полупроводник содержит примеси — паразитные или полезные,— которые вводятся специально для получения нужных свойств кристалла. Примеси, обусловливающие электронную проводимость, называют донорными, так как они отдают свободные электроны в кристаллическую решетку.

нием глубины этого слоя. Рельеф обедненного слоя в отсутствие дырок на рис. 2.3 *б* показан штриховой линией. Максимальный заряд дырочного пакета ограничен значением, при котором рельеф обедненного слоя выравнивается. В этом случае тормозящие поля на границах между затворами исчезают и дырочный пакет распределяется вдоль всей поверхности.

Для исследования процесса перемещения зарядового пакета от одного затвора к другому допустим, что на затвор $З_3$ подано напряжение $-U_3$, большее, чем напряжение $-U_2$ на затворе $З_2$ (рис. 2.3 *в*). В этом случае на границе затворов $З_2$ и $З_3$ образуется ускоряющее электрическое поле, способствующее перемещению дырок к затвору $З_3$. Соответственно дырочный пакет, хранившийся под затвором $З_2$, перейдет под затвор $З_3$ и останется здесь, поскольку на границе со следующим затвором $З_4$ действует тормозящее поле. Ввод зарядового пакета под тот или иной затвор называется режимом запи-



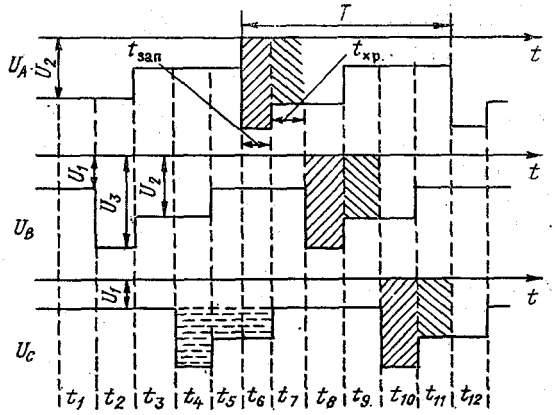
2.4. Схема включения и этапы перемещения зарядового пакета при трехфазном управлении ПЗС.

си информации, а напряжение U_3, обеспечивающее такой ввод,— напряжением записи. Чтобы обеспечить хранение и запись зарядовых пакетов, необходимо в строгой последовательности изменять напряжения на затворах ПЗС.

На рис. 2.4 приведена трехфазная схема управления ПЗС, а также показан вариант ввода и вывода неравновесного дырочного заряда с помощью $p-n$-перехода. Напряжения фаз *A*, *B* и *C* подаются на каждый третий затвор ПЗС. Эти напряжения

сдвинуты на 1/3 периода друг относительно друга. Напряжение $-U_1$ задается в виде постоянного смещения на все затворы ПЗС, а напряжения $-U_2$ и $-U_3$ получаются путем наложения импульсов специальной формы на напряжение смещения $-U_1$.

На рис. 2.5 приведены временные диаграммы питающих ПЗС напряжений при трехфазном управлении. На участке $t_4 - t_6$ кри-



2.5. Временные диафрагмы питающих напряжений ПЗС.

вой U_C горизонтальной штриховкой показан упомянутый импульс специальной формы.

Пользуясь рис. 2.4 и 2.5, рассмотрим процесс транспортировки заряда от входа до выхода ПЗС. Допустим, что напряжения на затворах в промежутке времени t_1 такие, как показаны на рис. 2.5, и в начале этого промежутка времени через входной $p^+ - n$-переход [1] осуществлена инжекция [2] дырок под первый затвор, для чего к указанному переходу необходимо приложить импульс прямого напряжения. Инжектированные дырки сохраняются под первым затвором, так как на нем действует большее отрицательное напряжение, чем на втором затворе.

В промежутке времени t_2 на фазу B подается максимальное напряжение U_3 (напряжение записи), тогда дырки переходят от первого затвора ко второму. В промежутке времени t_3 напряжение

[1] В полупроводниковой технике в основном используются несимметричные переходы, у которых концентрации примесей неодинаковы. При значительной асимметрии, когда концентрация примесей, а значит и основных носителей, различается на 1—2 порядка и более, переходы называют односторонними и обозначают символами $p^+ - n$ или $n^+ - p$, где индекс + соответствует слою со значительно большей концентрацией; символ p^+ — сильнолегированному дырочному полупроводнику; символ n^+ — сильнолегированному электронному полупроводнику.

[2] В приповерхностный слой полупроводника тем или иным способом вводится только один тип носителей — неосновных. Процесс введения неосновных носителей называется инжекцией.

на фазе B уменьшается до значения U_2, что соответствует режиму хранения. При этом одновременно уменьшается напряжение на фазе A от значения U_2 до U_1, что предотвращает возврат дырок под первый затвор.

В промежутке времени t_4, когда напряжение записи U_3 подается на фазу C, осуществляется сдвиг заряда из-под второго затвора к третьему. Затем процесс транспортировки заряда продолжается аналогично описанному.

В рассматриваемом примере седьмой затвор — последний. Так как на выход $p^+ - n$-перехода действует обратное смещение, дырки, переходящие от шестого затвора к седьмому, тут же захватываются полем перехода и дают импульс тока выходной цепи. В процессе транспортировки заряда, поступившего на вход ПЗС, можно через $p^+ - n$-переход вводить в то же время новые дырочные пакеты. Напряжение хранения U_2 находится в пределах 10—15 В, а напряжение записи — в пределах 20—25 В. Напряжение смещения U_1 выбирается близким к пороговому напряжению МДП-элементов[1] и находится в пределах 2—4 В.

Из рис. 2.5 видно, что период T каждой фазы состоит из трех промежутков времени запаздывания ($t_{зап}$) и трех промежутков времени хранения ($t_{хр}$), т. е.

$$T = 3(t_{зап} + t_{хр}).$$

Общее время задержки ($t_{зад}$) между выходным и входным импульсами зависит от числа МДП-элементов N. Так как задержка между двумя смежными элементами равна $^1/_3T$, то

$$t_{зад} = \frac{1}{3}(N-1)T.$$

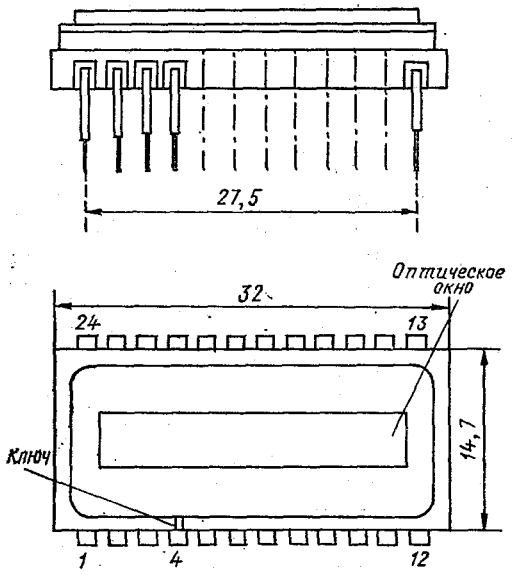
Отсюда следует, что количество МДП-элементов, необходимых для создания требуемой задержки, можно определить из выражения

$$N = \frac{3t_{зад}}{T} + 1.$$

Промежутки времени $t_{зап}$ и $t_{хр}$ по длительности не одинаковы и находятся в зависимости от назначения ПЗС. Рассмотренный выше метод трехфазного управления ПЗС обладает отдельными недостатками. К ним, в частности, относятся необходимость использования трех смежных МДП-элементов для хранения одного дырочного пакета и необходимость применения трехслойной металлизации с целью предупреждения замыканий из-за пересечений разводки каждой фазы к «своим» затворам. Другие варианты управления ПЗС позволяют устранить эти недостатки, например

[1] Элементами интегральных схем называют входящие в их состав транзисторы, диоды, резисторы и другие компоненты. В отличие от выпускаемых промышленностью отдельных полупроводниковых транзисторов, диодов и т. п., которые принято называть дискретными элементами, компоненты интегральных схем не могут быть выделены из их состава в виде отдельных изделий.

вариант с двумя затворами (один обычный алюминиевый, а второй кремниевый, расположенный в толще диэлектрика). В каждой МДП-структуре оба затвора между собой соединены. Такая структура ПЗС более совершенна, так как управление ПЗС двухфазное. Из этого следует, что на один дырочный пакет вместо трех приходится два элемента, а металлизация может быть двухслой-



2.6. Внешний вид прибора типа К1200ЦЛ2 (увеличен вдвое).

ной. Рассматриваемая структура обеспечивает повышение плотности компонентов и степени интеграции, а также большее быстродействие.

В приборах с зарядовой связью заряд дырок можно вводить не только с помощью p — n-перехода, но и путем локального освещения световым потоком, отраженным через оптическую систему факсимильного аппарата от бланка с изображением, подлежащим передаче по факсимильной связи. Под действием отраженного света образуются электронно-дырочные пары. Электроны отталкиваются полем затвора, а дырки накапливаются в потенциальной яме. Под затвором образуется заряд, который пропорционален освещенности. При подаче тактовых импульсов управляющего напряжения на выходе ПЗС будет получена последовательность импульсов, амплитуды которых пропорциональны освещенности.

2.1.3. Рассмотрим другой вариант развертывающего устройства с применением линейной фоточувствительной схемы с зарядовой связью типа К1200ЦЛ2. В приборе К1200ЦЛ2 (рис. 2.6) фото-

чувствительная область выполнена на основе фотодиодов и двух независимых считывающих регистров с числом элементов 2048. Из них 48 элементов (от 2001 до 2048 включительно) покрыты непрозрачным слоем алюминия и предназначены для отсчета уровня «черного» в строке, т. е. уровня сигнала, создаваемого темновыми токами в фотодиодных ячейках. Размеры фоточувствительной ячейки: вдоль строки — 12 мкм, поперек — 10 мкм, шаг — 12 мкм. Фотодиоды разделены диффузионными сильнолегированными n^+-стоп-каналами. Фотодиодная структура предназначена для преобразования падающего на прибор отраженного от развертываемой строки света в заряд. Прибор К1200ЦЛ2 используется также в телевизионной аппаратуре, работающей в диапазоне 0,1—3 МГц, например в аппаратуре технического телевидения, и других устройствах.

Для улучшения линейных характеристик приемника изображений в единой конструкции создана комбинация из фотодиодов с $p-n$-переходом в качестве фоточувствительных элементов и приборов с зарядовой связью. Таким образом, линейная фоточувствительная схема с зарядовой связью типа К1200ЦЛ2 представляет собой на одном кристалле комбинацию области накопления с фотодиодной чувствительной структурой и двух сдвиговых транспортных ПЗС-регистров, каждый из которых отделен от нее разрешающим затвором и имеет собственные входные и выходные устройства. Фоточувствительная область прибора состоит из линейки фотодиодов и расположенных с обеих сторон линейки двух пар электродов, составленных из барьерного и накопительного затворов.

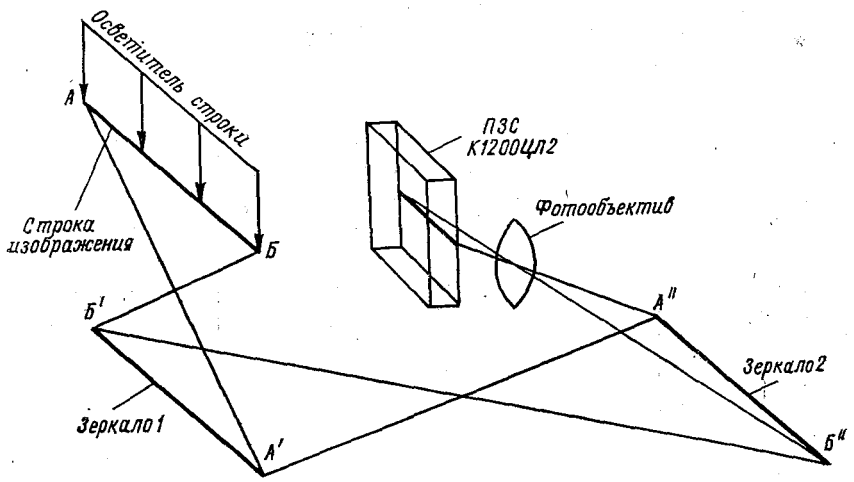
Последовательное считывание зарядовых пакетов в приборе осуществляется за счет использования трехфазных транспортных ПЗС-регистров с поверхностным каналом. Зарядовые пакеты из фоточувствительных ячеек поступают под электроды 2-й или 3-й фазы либо одновременно под электроды обеих фаз.

Прибор К1200ЦЛ2 смонтирован в металлокерамическом корпусе с оптическим окном и имеет 24 вывода.

На рис. 2.7 показан ход лучей в оптическом устройстве передающего факсимильного аппарата с развертывающим устройством на ПЗС указанного выше типа.

В новом передающем факсимильном аппарате типа ФЗД21 «Фиалка Д» в развертывающем устройстве применены два прибора с зарядовой связью К1200ЦЛ2 и соответственно два объектива. Это вызвано тем, что один ПЗС указанного типа не в состоянии охватить разверткой всю длину широкоформатного передающего факсимильного аппарата, равную 480 мм. При этом микропроцессор аппарата исключает часть элементов у обоих ПЗС (примерно 5—6 %) с таким расчетом, чтобы «сшитая» микропроцессором оставшаяся часть элементов обоих ПЗС была бы достаточной, чтобы обеспечить развертку на всю необходимую ширину строки. Кроме того, 64 элемента ПЗС из-за их большого темнового тока, исключенные микропроцессором аппарата, в действую-

щий объем ПЗС не входят. Развертывающее устройство, использующее один прибор с зарядовой связью (см. рис. 2.7) может обеспечить развертку с шириной строки порядка 300—340 мм, что достаточно для широко применяемых во всем мире факсимильных аппаратов общего пользования с шириной строки в указанных пределах.



2.7. Ход лучей в оптическом устройстве передающего факсимильного аппарата с развертывающим устройством, построенным на ПЗС типа К1200ЦЛ2.

2.2. ДВОИЧНАЯ СИСТЕМА СЧИСЛЕНИЯ. ТРИГГЕРЫ. СЧЕТЧИКИ ИМПУЛЬСОВ

В различной электронной аппаратуре, использующей элементы вычислительной техники, применяются счетчики импульсов. Они применяются также и в факсимильной аппаратуре.

2.2.1. Применять для счета импульсов десятичную систему счисления крайне неудобно, так как это привело бы к значительному усложнению и удорожанию аппаратуры. Поэтому во всех системах вычислительной техники применяется более простая двоичная система счисления, в которой всего лишь две цифры: 0 и 1. Двоичная система счисления удобна тем, что цифры 0 и 1 можно представить в виде двух состояний какого-нибудь устройства. Например, 0 может соответствовать отсутствию тока в цепи или более низкому уровню электрического тока, а 1 — наличию тока в цепи или более высокому уровню электрического тока. Именно простота двоичной системы счисления обусловила широкое использование ее в вычислительной технике. Чаще всего возможности, предоставляемые двоичной системой счисления, реализуются электронными устройствами, обладающими двумя состояниями. Одному состоянию соответствует 0, второму состоянию соответствует 1. Таким электронным устройством является симметричный триггер. Перед

рассмотрением схемы и принципа работы симметричного триггера поясним, как производится счет в двоичной системе.

В десятичной системе счет ведется, начиная с низшего разряда: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 и 9. После цифры 9 следующее число записывается двумя цифрами: в низшем разряде ставим 0, а в высшем разряде (разряде десятков) ставим 1, получая таким образом число 10. Затем цифры в разряде единиц вновь изменяются от 1 до 9 и меняется цифра в разряде десятков числа и т. д.

Таблица 2.1

Число в десятичной системе счисления	Число в двоичной системе счисления	Число в десятичной системе счисления	Число в двоичной системе счисления
0	0	8	1000
1	1	9	1001
2	10	10	1010
3	11	11	1011
4	100	12	1100
5	101	13	1101
6	110	14	1110
7	111	15	1111

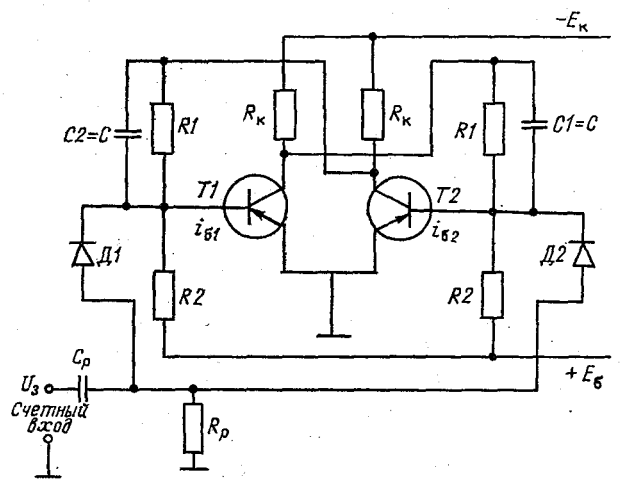
В двоичной системе поступают, вообще говоря, таким же образом. Единица записывается в низшем разряде единиц, но так как в двоичной системе, кроме 0 и 1, других цифр нет, то двойка записывается как единица второго разряда — разряда двоек. Поэтому двойка в двоичной системе записывается как 10. Число 3 записывается единицей в низшем разряде (разряде единиц) и единицей во втором разряде (разряде двоек), т. е. числом 11. Число 4 записывается как единица в третьем разряде (разряде четверок) числом 100 и т. д. В табл. 2.1 для сравнения приведены записи одних и тех же чисел в десятичной и двоичной системах счисления.

Из сравнения записи одних и тех же чисел в десятичной и двоичной системах счисления видно, что запись в двоичной системе более громоздкая, однако арифметические действия с двоичными числами более упрощенные. Рассмотрим сложение двух двоичных чисел 1001 и 101, т. е. чисел 9 и 5 в десятичной системе счисления. При сложении в двоичной системе необходимо руководствоваться тремя правилами: 0 и 0 дают в сумме 0, 0 и 1 дают в сумме 1, 1 и 1 дают в сумме 10. Руководствуясь указанными правилами, получим: $1001 \oplus 101 = 1110$; число 1110 в двоичной системе соответствует 14 в десятичной системе. Таблица умножения в двоичной системе счисления имеет вид: $0 \times 0 = 0$, $0 \times 1 = 0$, $1 \times 1 = 1$. Например, в двоичной системе счисления необходимо умножить число 111×101, что соответствует 7×5 в десятичной системе:

$$
\begin{array}{r}
\times\ 111 \\
101 \\
\hline
111 \\
000 \\
111 \\
\hline
100011
\end{array}
$$

Полученное в двоичной системе число 100011 соответствует 35 в десятичной системе.

2.2.2. Основным счетным элементом в ЭВМ и в другой электронной аппаратуре, где частично применяются методы вычисли-



2.8. Схема счетного запуска триггера.

тельной техники, является триггер. По схеме триггер представляет собой два усилителя постоянного тока, охваченные глубокой обратной связью. Сигнал с выхода каждого из них подается на вход другого. Такой триггер имеет два входа и называется симметричным. Основные свойства триггера состоят в том, что если один транзистор пропускает ток, то другой транзистор в это время закрыт. Таким образом, триггер имеет два устойчивых состояния. Одно из этих состояний называют состоянием нуля (0), а другое — состоянием единицы (1). Если соединить оба входа триггера между собой (в таком случае получим уже счетный вход) и подать от внешнего источника сразу на базы обоих транзисторов импульс, то независимо от первоначального состояния триггер неизбежно должен переброситься в другое состояние.

На рис. 2.8 приведена схема счетного запуска триггера. Счетный запуск осуществляется однополярными импульсами (которые подаются от внешнего по отношению к триггеру источника) на объединенный (счетный) вход схемы. Длительность запускающего триггер импульса равна 0,5—1 мкс. Счетный вход, как правило,

через два диода соединяется с базами или коллекторами транзисторов. Допустим, что транзистор *T1* в исходном состоянии открыт, а транзистор *T2* закрыт.

При подаче входного положительного импульса с амплитудой $U_з$ транзистор *T1* через небольшой промежуток времени закроется. Поскольку амплитуда запускающего импульса обычно значительно больше напряжения на базе запертого транзистора *T2*, то конденсатор $C1=C$, включенный между генератором запускающих триггер импульсов и коллектором запирающегося транзистора *T1*, начнет заряжаться. Изменение напряжения на коллекторе транзистора *T1* и заряд конденсатора *C1* будут определяться постоянной времени $C_1R_к$ (обычно внутреннее сопротивление генератора $R_г$ значительно меньше, чем сопротивление резистора $R_к$). В то же время транзистор *T2* будет оставаться запертым вследствие того, что напряжение на его базе будет положительным и примерно таким, как и напряжение входного сигнала $U_з$.

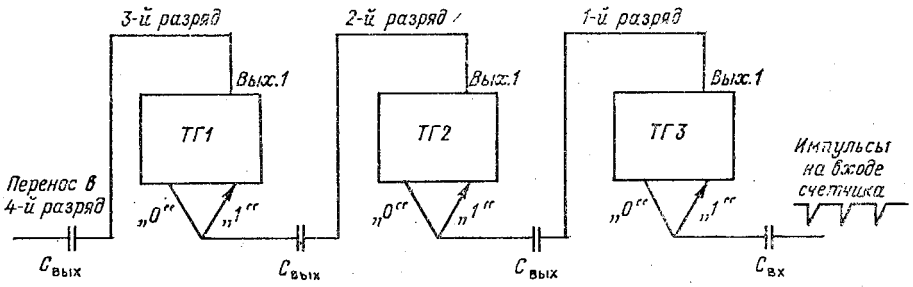
Итак, во время действия входного импульса оба транзистора оказываются запертыми. С окончанием запускающего импульса триггер опрокинется в состояние, обратное исходному. Такое состояние является следствием действия ускоряющих конденсаторов *C*, которые кроме ряда функций выполняют и роль запоминающих элементов. С окончанием действия входного импульса в базовых цепях транзисторов *T1* и *T2* появляются токи $i_{б1}$ и $i_{б2}$. Поскольку емкость конденсатора $C2=C$ в исходном состоянии была полностью заряжена, а емкость $C1=C$ за время действия входного импульса не успела зарядиться, то в первый момент ток базы $i_{б1}$ определяется сопротивлениями резисторов $R_к$ и *R1*, а ток $i_{б2}$ — сопротивлением резистора $R_к$ (определяющего ток заряда конденсатора *C1*). Так как ток базы $i_{б2}$ значительно больше тока базы $i_{б1}$, то процесс опрокидывания триггера будет развиваться в нужном направлении: транзистор *T2* откроется, а транзистор *T1* будет заперт.

Из изложенного следует, что приведенная схема счетного запуска триггера (рис. 2.8) критична к длительности входного импульса. Если импульс слишком короткий, транзистор *T1* не успеет запереться; при слишком длинном импульсе конденсатор *C1* успеет значительно зарядиться и начальное значение тока $i_{б2}$ получится небольшим. То же будет наблюдаться при очень большом входном сигнале, когда его уровень $U_з \approx E_к$. Для устойчивой работы схемы счетного запуска триггера длительность входных импульсов выбирается незначительно превышающей время запирания открытого транзистора при амплитуде входного импульса $U_з$ примерно равной 0,5 $E_к$.

Помимо триггеров, рассмотренных выше, применяются интегральные RS-, RST-триггеры (см. п. 2.3.2).

Изучив схему и принцип работы триггера со счетным входом, рассмотрим принцип действия двоичного счетчика (рис. 2.9). Триггер из состояния «0» перебрасывается в состояние «1» и наоборот, что соответствует операции сложения в двоичной системе счисле-

ния. Известно, что в двоичной системе, если к 0 прибавить 1, то в результате будет 1; если к 1 прибавить 1, то в этом разряде получается 0, а 1 переносится в старший разряд числа. Перенос 1 в старший разряд осуществляется подачей сигнала с выхода «1» триггера через конденсатор небольшой емкости $C_{вых}$ (примерно 50—60 пкФ) к триггеру следующего разряда.



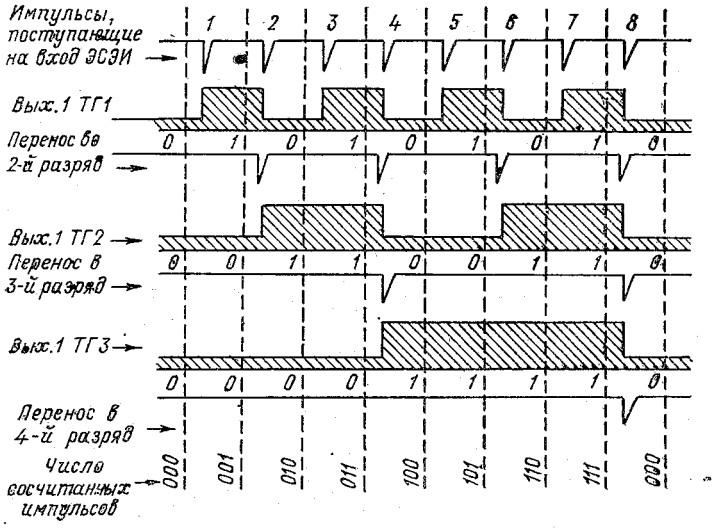
2.9. Функциональная схема трехразрядного счетчика электрических импульсов (СЭИ).

На рисунке опечатка: вместо *ТГ1* следует читать *ТГ3*, вместо *ТГ3* — *ТГ1*.

При перебросе триггера из состояния «1» в состояние «0» (а это значит при сложении 1 и 1) потенциал на коллекторе транзистора *Т1* резко уменьшится, и на выходе триггера (после разделительного конденсатора $C_{вых}$) вырабатывается отрицательный импульс, который перебросит следующий триггер. Указанным способом можно последовательно включить ряд триггеров и образовать электронный счетчик — счетчик импульсов, работающий по системе двоичного счисления.

На рис. 2.9 графически поясняется работа электронного счетчика, состоящего из трех триггеров. Допустим, что в начале счета все триггеры находятся в состоянии «0» (т. е. на выходах «1» всех триггеров будут низкие потенциалы). Входные импульсы, количество которых должен сосчитать счетчик, поступают последовательно через разделительный конденсатор $C_{вх}$ на счетный вход триггера *ТГ1* (т. е. на первый разряд счетчика). На временной диаграмме (рис. 2.10) показана форма сигналов на выходах триггеров во всех трех разрядах электронного счетчика и моменты появления импульсов переноса из младшего разряда в старший. После первого входного импульса триггер *ТГ1* будет переброшен в состояние «1» (высокий потенциал на выходе «1» триггера). Для удобства чтения числа на счетчике потенциал с выхода «1» каждого триггера можно подавать также на неоновую или осветительную лампочку (индикатор), которая загорается в состоянии «1» триггера и гаснет в состоянии «0». После первого импульса на счетчике будет установлено число 001 (триггеры *ТГ3* и *ТГ2* находятся в состоянии «0», а триггер *ТГ1* — в состоянии «1»).

Когда на счетный вход триггера *ТГ1* приходит второй импульс, триггер *ТГ1* перебрасывается в другое состояние, т. е. в состояние «0» (потенциал на выходе «1» уменьшится). В то же время на выходе разделительного конденсатора $C_{вых}$ появится отрицательный импульс переноса во второй разряд, который поступит на счетный вход триггера *ТГ2* (второй разряд счетчика), и триггер



2.10. Временная диаграмма работы трехразрядного электронного счетчика электрических импульсов (ЭСЭИ).

ТГ2 установится в состояние «1». В результате после прихода второго входного импульса на счетчике будет установлено число 010 (т. е. число 2 в двоичной системе счисления).

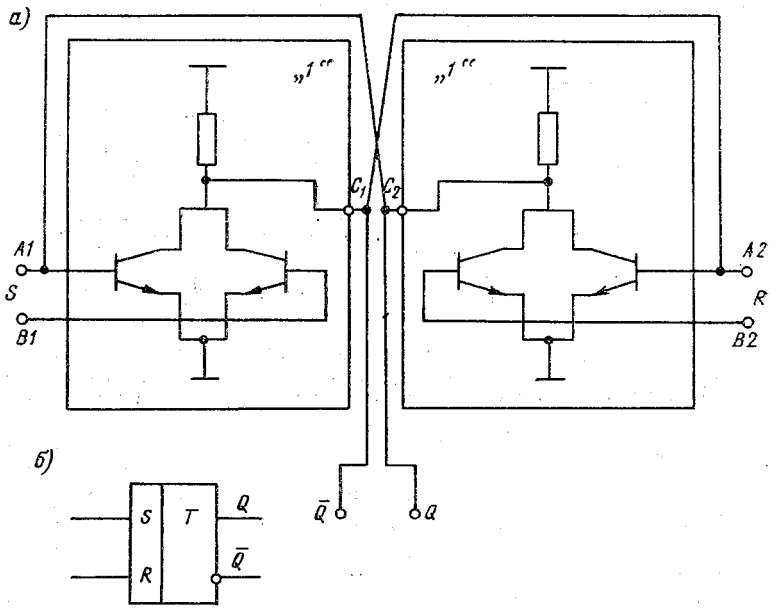
После поступления третьего импульса триггер *ТГ1* снова установится в состояние «1», триггер *ТГ2* останется в прежнем состоянии «1», а триггер *ТГ3* — в состоянии «0». На счетчике будет отмечено число 011 (т. е. число 3 в двоичной системе).

Четвертый входной импульс перебросит триггер *ТГ1* в состояние «0». В то же время появится отрицательный импульс переноса во второй разряд, и триггер *ТГ2* тоже перебросится в состояние «0». На выходе триггера *ТГ2* появится импульс переноса в третий разряд, который перебросит триггер *ТГ3* в состояние «1», и на счетчике установится число 100 (т. е. число 4 в двоичной системе).

Как видно из рис. 2.10, на счетчике после каждого входного импульса будет устанавливаться число, равное количеству импульсов, поступивших на вход счетчика. Восьмой импульс сбросит все триггеры счетчика в состояние «0». Для увеличения количества разрядов счетчика число триггеров, последовательно включенных в цепочку, соответственно увеличивают, что создает возможность

вести счет до больших значений. Например, четырехразрядный счетчик считает до 15, пятиразрядный — до 31, десятиразрядный до 1023 и т. д.

В факсимильной аппаратуре счетчики импульсов применяются в трактах синхронизации и автоматического (дистанционного) управления приемными факсимильными аппаратами.



2.11. Логическая структура RS-триггера, составленного из двух элементов ИЛИ-НЕ (*а*), и его обозначение (*б*).

2.2.3. В факсимильной аппаратуре последних выпусков используются интегральные триггеры (RS-триггеры, RST-триггеры, JK-триггеры и др.). Основой интегральных триггеров являются схемы ключей, охваченных положительной обратной связью.

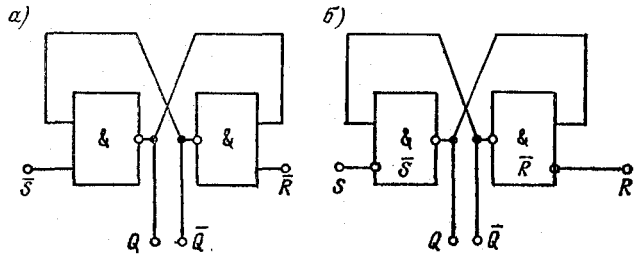
RS-триггер состоит из двух пар транзисторов (рис. 2.11). В каждой паре один из транзисторов управляющий, а другой входит в петлю обратной связи. В RS-триггере каждая пара транзисторов является двухвходовой схемой, выполняющей функцию ИЛИ-НЕ. Логическая формула такого триггера

$$Q^{n+1} = S + \overline{R}Q^n,$$

где n и $n+1$ — значение Q до и после поступления управляющих сигналов (в n и $(n+1)$-тактах). Уровни напряжений на обоих выходах триггера различны и одновременно меняются на противоположные. В связи с этим один из выходов обозначен Q, а другой — $\bar{Q}$. Выход Q является главным выходом, обозначенным на символе триггера. Состояние триггера в целом характеризуется

значениями Q: когда триггер находится в состоянии «1», то и $Q = 1$, когда триггер находится в состоянии «0», то и $Q = 0$. Сигналы на S и R входах триггера обеспечивают однозначное состояние триггера. При этом под сигналами подразумеваются значения 1.

Если $S = 1$ и $R = 1$, то независимо от того, каким было до этого состояние триггера, при указанном наборе входных сигналов



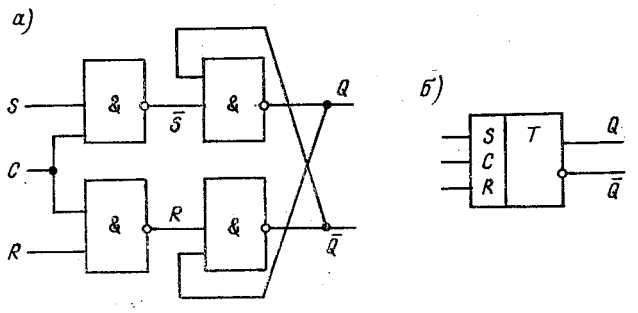
2.12. RS-триггер, выполненный из двух элементов И-НЕ.
а — схема преобразования из схемы рис. 2.14 *а* методом инверсии входных и выходных величин; *б* — та же схема с внутренними входными инверторами.

уровни на обоих выходах, как это видно из рис. 2.14 *а*, будут одинаковыми, т. е. $Q = \bar{Q} = 0$. Следовательно, при наборе $S = 1$ и $R = 1$ по прекращении сигналов на входах S и R триггер оказывается в неопределенном состоянии, так как на обоих парах входов в первый момент действуют нулевые сигналы. Влияние внутренних флуктуаций может привести триггер в любое из двух устойчивых состояний, при которых $Q = 1$ или $Q = 0$. По этой причине набор $S = 1$ и $R = 1$ в указанной схеме триггера недопустим, т. е. он не должен встречаться, если триггер будет использоваться в узлах электронной аппаратуры. RS-триггеры исполняются не только на схемах ИЛИ-НЕ, но и на схемах И-НЕ. Такой переход от одной схемы к другой производится путем замены всех входных и выходных величин на их отрицания.

На рис. 2.12 приведена структура RS-триггера на схеме И-НЕ. Логическая формула остается такой же, как и на предыдущей схеме, но по сравнению с ней положение главного выхода Q изменилось и при этом на входы подаются инвертированные значения величин S и R. RS-триггер является асинхронным. У триггеров этого класса изменение состояния происходит тогда, когда меняется уровень на соответствующем входе.

RST-триггеры являются синхронными. Их состояние может меняться только при поступлении специальных тактовых импульсов. В промежутках между тактовыми импульсами изменения уровней на входах S и R не вызывают изменения состояния триггера. Буква T в обозначении RST-триггера указывает на использование тактовых импульсов. Однако на схемах тактовый вход обозначают буквой C.

На рис. 2.13 показана структура и символическое изображение RST-триггера. В основе структуры лежит RS-триггер, выполненный на схеме И-НЕ. Причем входы RST-триггера управляются с помощью еще двух схем И-НЕ, инвертирующих уровни S и R при наличии тактового импульса C. Когда тактовый импульс от-

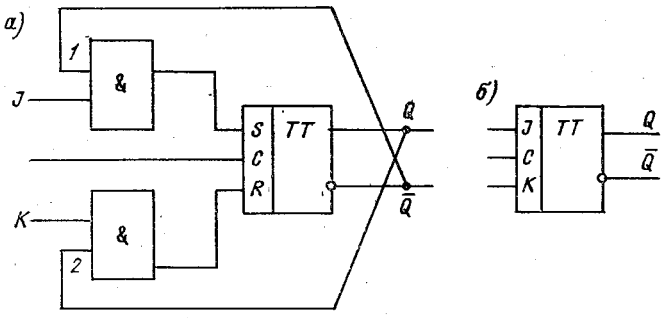


2.13. Структурная схема RST-триггера (*а*) и его обозначение (*б*).

сутствует ($C = 0$), схемы И-НЕ прекращают свое действие; в этом случае состояние RST-триггера не меняется. Логическая формула RST-триггера, характеризующего влияние тактового импульса C, имеет вид:

$$Q^{n+1} = C(S + \bar{R}Q^n).$$

Наиболее универсальным является JK-триггер (рис. 2.14). В JK-триггерах входы J и K задают желательное состояние, но

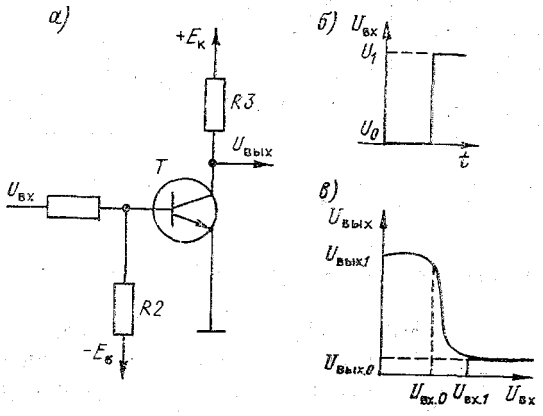


2.14. Структурная схема JK-триггера (*а*) и его обозначение (*б*).

в отличие от RS-триггеров набор $J = 1$ и $K = 1$ допустим. JK-триггеры по принципу действия — синхронные, что означает, что их выходные уровни устанавливаются только с поступлением тактовых импульсов C. Логическая формула такого триггера $Q^{n+1} = J\bar{Q}^n$.

2.3. ЛОГИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ: ИНВЕРТОР, ДИЗЪЮНКТОР, КОНЪЮНКТОР

2.3.1. В факсимильной аппаратуре, выпускаемой нашей промышленностью, широко используются логические элементы. Логическими элементами принято называть электронные схемы, выполняющие простейшие логические операции. Логические функции и логические операции над ними — предмет алгебры логики, в ос-

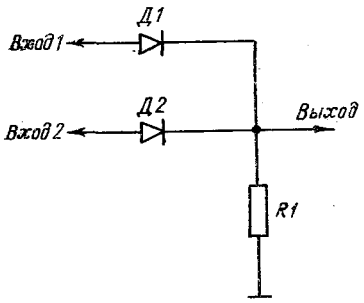


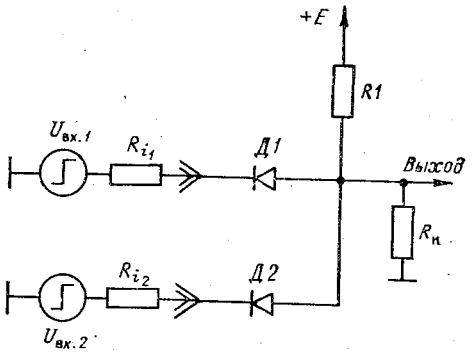
2.15. Схема инвертора на транзисторе (*а*), форма входного сигнала (*б*) и передаточная характеристика инвертора (*в*).

нове которой лежат логические величины. Обозначим их буквами A, B, C и т. д. Логическая величина характеризует два взаимоисключающих значения, например «есть и нет», «включено и выключено», «белое и небелое» и т. п. Когда одно из значений логической величины обозначено через A, то второе значение логической величины обозначается через $\bar{A}$ (т. е. не A). В операциях с логическими величинами используется двоичный код, при этом $A = 1$, а $\bar{A} = 0$ (или наоборот). Если понятие «не A» обозначить буквой B, то связь между значениями B и A будет иметь вид $B = \bar{A}$. Указанную простейшую функцию называют отрицанием, инверсией или функцией НЕ, а схема, создающая возможность выполнения такой функции, называется инвертором или схемой НЕ.

Инвертор — это элемент, изменяющий логическое содержание сигнала на обратное, т. е. при входном сигнале «0» на выходе должен быть сигнал «1» (и наоборот). На рис. 2.15 *а* приведена схема инвертора. Делитель (на входе инвертора), состоящий из двух резисторов *R1* и *R2*, совместно с входным сигналом, форма которого показана на рис. 2.15 *б*, и источником смещения $E_б$ должен задавать два различных состояния транзистора. При поступлении сигнала U_0 на вход инвертора транзистор должен быть закрыт обратным смещением от источника $-E_б$ и на выходе инвертора будет сигнал, близкий к $+E_к$. При поступлении сигнала

U_1 на вход инвертора транзистор должен быть открыт, и на выходе инвертора будет сигнал $U_{к.\,насыщ}$, который отличается от потенциала нуля на 0,3—0,5 В (это будет сигнал нуля на выходе). Характеристика работы инвертора (которая называется передаточной характеристикой) показана на рис. 2.15 *в*. Чем меньше время, за которое происходит переключение транзистора из одного состояния в другое, тем лучше.





2.16. Схема дизъюнктора на диодах (на два входа).

2.17. Схема конъюнктора на два входа.

2.3.2. Логическое сложение, дизъюнкция или функция ИЛИ является функцией двух переменных: $C = A + B$. Эта функция определяется так: $C = 1$, если $A = 1$ или $B = 1$, а также если $A = 1$ и $B = 1$. Дизъюнктор (ИЛИ) — это элемент, который в соответствии с логической связью дизъюнкции должен выдавать на выходе сигнал «1» тогда, когда на входах присутствует хотя бы один сигнал «1», а сигнал «0», когда все входные сигналы имеют значение 0 (следует иметь в виду, что сигналы «1» и сигналы «0» — это логические понятия сигналов, а не физические. Это означает, что сигнал «0» может отличаться от нуля с точки зрения электрического потенциала).

Схема дизъюнктора на два входа на диодах и резисторе приведена на рис. 2.16. Характеристика полупроводниковых диодов такова, что если приложить к ним одинаковые прямое и обратное напряжения, то прямой ток будет во много раз больше обратного (т. е. $R_{пр} \ll R_{обр}$). Допустим, что на входы дизъюнктора поступает сигнал «1» (логической единицы) напряжением U_1, а сигнал «0» (логического нуля) напряжением U_0. При передаче на вход дизъюнктора двух «0» на выходе также будет «0», потому что дизъюнктор не содержит внутренних источников тока. В том случае, если на вход дизъюнктора подан только один сигнал, то сигнал на его выходе будет немного меньше, чем U_1, из-за влияния прямого сопротивления диодов. Если же на вход дизъюнктора поданы одно-

временно два сигнала, то напряжение на его выходе будет того же порядка, как и U_1. Указанные два сигнала незначительно отличаются друг от друга, потому что оба являются сигналами логической единицы. Входные сигналы могут иметь некоторый разброс по уровню, поэтому и выходной сигнал дизъюнктора будет изменяться. По указанной причине любой сигнал на выходе больше уровня U_1 принимается за сигнал «1», а сигналы меньше уровня U_0 — за сигнал «0».

2.3.3. Конъюнктор (И) — это элемент, который вырабатывает сигналы «1» в том и только в том случае, когда сигналы «1» поданы одновременно на все входы. Схема конъюнктора на два входа приведена на рис. 2.17. Конъюнктор состоит из резистора *R1* и диодов *Д1* и *Д2*. Логическое умножение, конъюнкция или функция И имеет вид $C = AB$. Эта функция определяется так: $C = 1$, только если одновременно и $A = 1$ и $B = 1$. На входы конъюнктора поступают сигналы $U_{вх.1}$ и $U_{вх.2}$ от источника этих сигналов, имеющих внутреннее сопротивление соответственно R_{i_1} и R_{i_2}. Сопротивление внешней нагрузки — $R_н$.

Допустим, что уровень входного сигнала больше, чем напряжение *E*. Допустим также, что на входы конъюнктора поступают такие же сигналы, как на рис. 2.15 *б*. Диоды *Д1* и *Д2* оказываются открытыми, и выходной сигнал определяется падением напряжения на резисторе *R1*.

Поскольку сопротивление этого резистора гораздо больше прямого сопротивления диодов, то на выходе конъюнктора потенциал будет нулевой. В случае если один входной сигнал равен U_1, а второй U_0, то на выходе конъюнктора сигнал будет низким вследствие того, что один диод по-прежнему проводит, а второй включен в обратном направлении.

Так как сопротивление *R1* должно быть значительно меньше, чем обратное сопротивление диода *Д1*, то его обратным сопротивлением пренебрегают. На выходе конъюнктора сигнал незначительно отличается от нуля.

Теперь допустим, что оба входных сигнала будут равны U_1, тогда оба диода будут включены в обратном направлении. Так как сопротивление резистора *R1* меньше, чем сопротивление нагрузки $R_н$, и значительно меньше, чем обратное сопротивление диода $R_{обр}$, то обратным сопротивлением диодов можно пренебречь по сравнению с $R_н$. Таким образом, выходной сигнал стремится к *E*. Как отмечалось, при рассмотрении работы схемы дизъюнктора следует считать, что и в схеме конъюнктора всякий сигнал менее U_0 принимается за сигнал «0», а сигнал более U_1 — за сигнал «1».

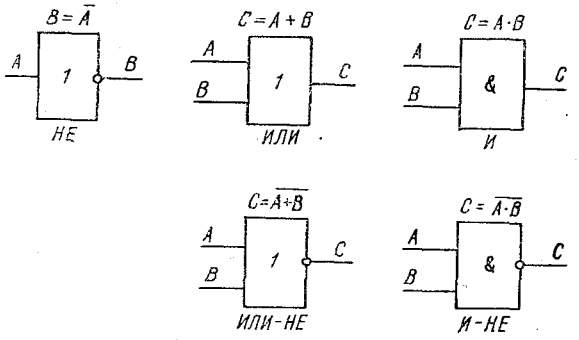
Конъюнкторы, дизъюнкторы и инверторы — это основные логические элементы, из которых можно построить любое логическое устройство. Сочетание функции ИЛИ с инверсией приводит к комбинированной функции ИЛИ-НЕ

$$C = \overline{A + B}.$$

Сочетание функции И с инверсией приводит к комбинированной функции И-НЕ

$$C = \overline{A \cdot B}.$$

Комбинированные функции ИЛИ-НЕ и И-НЕ являются самыми распространенными функциями, поскольку на их основе можно выполнить любую другую логическую функцию. При этом число переменных (аргументов) можно увеличить до четырех и более,



2.18. Условные обозначения интегральных логических элементов.

одновременно увеличивая число вводов и соответствующих схем.

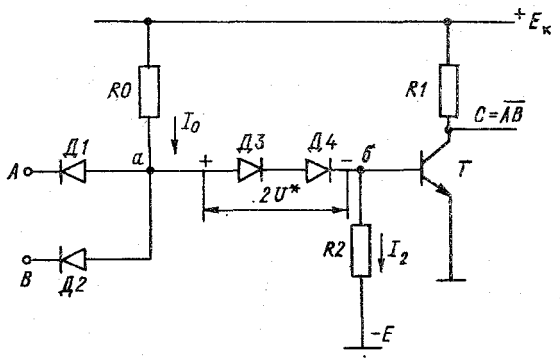
В схемах, использующих логические функции, т. е. в логических элементах, логические нули и единицы обычно представлены разными значениями напряжения: напряжением или уровнем нуля U_0 и напряжением или уровнем единицы U_1. Схемы И, реализующие операции логического умножения, называются схемами совпадения; схемы ИЛИ, реализующие операцию логического сложения, называются собирающими схемами; схемы НЕ, реализующие операцию логического отрицания, называются схемами отрицания ($\bar{A}$ — НЕ A).

На рис. 2.18 приведены обозначения логических элементов, построенных на базе микросхем. Функция инверсии характеризуется кружком на выходной стороне прямоугольника.

2.3.4. Разработан и практически используется в различной электронной аппаратуре ряд различных интегральных логических элементов: различные варианты транзисторной логики с непосредственными связями, транзисторная логика с эмиттерными связями, диодно-транзисторная логика, транзисторно-транзисторная логика.

Схема и принцип работы интегрального логического элемента — схемы диодно-транзисторной логики (ДТЛ). Схема логического элемента ДТЛ приведена на рис. 2.19. В этой схеме логическая функция осуществляется при помощи диодов *Д1* и *Д2*.

Транзистор T выполняет функцию инверсии. В указанной схеме диоды *Д3* и *Д4* обеспечивают постоянное напряжение между точками *а* и *б*. Логические функции эти диоды не выполняют, поэтому их называют диодами смещения. С целью обеспечения независимости работы диодов *Д3* и *Д4* от состояния транзистора (от наличия или отсутствия тока базы) в схеме имеется цепь смещения, состоящая из резистора *R2* и $-E$, через которую протекает ток



2.19. Интегральный логический элемент ДТЛ.

I_2. Поэтому диоды *Д3* и *Д4* всегда работают в прямом направлении и обеспечивают смещение, равное $2U^*$.

Допустим, что в исходном состоянии напряжения на логических входах A и B равны нулю, т. е. $U_A = U_B = U_0 = 0$. При таких условиях диоды *Д1* и *Д2* открыты и через них протекает ток I_0. Тогда напряжение в точке *а* равно прямому напряжению на диоде U_A, а ток

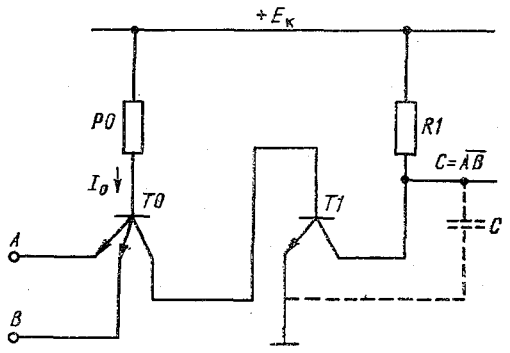
$$I_0 = \frac{E_к - U^*}{R_0}.$$

Потенциал базы транзистора T будет меньше на величину $2U^*$, чем в точке *а*, т. е. $U_б = -U^*$.

Таким образом, эмиттерный переход транзистора T будет находиться под обратным смещением, и, значит, транзистор будет заперт. При запертом транзисторе T выходное напряжение максимально и равно напряжению питания $E_к$, что соответствует уровню логической «1» (так как $U_1 = E_к$).

Теперь допустим, что на вход A поступает напряжение U_1. Так как на втором входе напряжение осталось равным нулю, то диод *Д2* по-прежнему открыт и напряжение в точке *а* осталось равным U^*. Таким образом, диод *Д1* оказывается под большим обратным напряжением, в результате чего он запирается и проходящий через него ток приближается к нулю. Поскольку других изменений в работе схемы не происходит, то на выходе уровень по-прежнему равен $E_к$.

Аналогичным образом все произойдет, если на вход *B* подать напряжение U_1. Если на оба логические входа подать напряжение U_1, то запираются диоды *Д1* и *Д2*, а ток I_0 будет протекать через диоды смещения в базу транзистора. В этом случае транзистор отпирается, потенциал базы становится равным U^*, а потенциал коллектора при условии насыщения равным $U_{ост}$. Это значение будет уровнем логического нуля.



2.20. Интегральный логический элемент ТТЛ.

Из сказанного следует, что уровень выходного напряжения изменяется в пределах от U_1 до U_0 только при поступлении уровня U_1 на все входы. А это означает, что схема ДТЛ в положительной логике выполняет функцию И-НЕ. В отрицательной логике эта схема выполняет функцию ИЛИ-НЕ.

Схема и принцип работы транзисторно-транзисторной логики (ТТЛ). Схема логического элемента ТТЛ приведена на рис. 2.20. Схема ТТЛ выполняет логическую функцию И-НЕ. Схема ТТЛ отличается от схемы ДТЛ, во-первых, тем, что вместо двух диодов смещения, необходимых для работы схемы ДТЛ, в схеме ТТЛ имеется один коллекторный переход многоэмиттерного транзистора. В результате чего при нулевом уровне на входах напряжение на базе транзистора *T1* будет положительным и близким к нулю, что не влияет на выходной уровень U_1, поскольку транзистор *T1* практически заперт, однако несколько снижает помехоустойчивость схемы. Во-вторых, эмиттеры многоэмиттерного транзистора, в отличие от изолированных диодов, могут взаимодействовать между собой. Взаимодействие осуществляется в виде горизонтального транзисторного эффекта, вследствие чего в эмиттере, на который подано запирающее напряжение U_1, может протекать паразитный обратный ток, обусловленный инжекцией электронов из соседнего открытого эмиттера. Этот паразитный ток, протекая через резистор *R0*, приведет к снижению уровня U_1 в предшествующем интегральном логическом элементе. В настоя-

щее время схема транзисторно-транзисторной логики является одним из самых распространенных типов интегральных логических элементов.

2.4. КАМЕРТОННЫЙ ГЕНЕРАТОР

Синхронизация развертки, т. е. обеспечение одинаковой скорости развертки, является одним из основных условий совместной работы приемного и передающего факсимильных аппаратов. Даже весьма малое расхождение скоростей развертки приводит к удлинению или укорочению строки развертки при записи на приемном аппарате и перекосу изображения в направлении протяжки электрохимической бумаги.

Для примера укажем, что в факсимильной аппаратуре, применяемой для приема карт погоды (в этом случае используются самые большие бланки с изображением, передаваемые по факсимильной связи), допустимый перекос составляет 1 мм на каждые 100 мм длины принимаемого изображения. Отсюда допустимое относительное расхождение в скоростях развертки между приемным и передающим факсимильными аппаратами не должно превышать

$$\frac{\Delta V_x}{V_x} = 0{,}01\,\frac{\delta}{L},$$

где V_x — линейная скорость развертки, ΔV_x — расхождение скоростей развертки, δ — шаг развертки; L — длина строки.[1]

Учитывая, что модуль взаимодействия $M = L/\pi\delta$, допустимое относительное расхождение в скоростях развертки можно выразить следующим выражением:

$$\frac{\Delta V_x}{V_x} \leqslant 0{,}01\,\frac{\delta}{L} = \frac{1}{100\pi M}.$$

В факсимильной аппаратуре с полной длиной строки 480 мм (применяемой для приема карт погоды) используются модули взаимодействия 576 и 288. Тогда, при $M = 576$

$$\frac{\Delta V_x}{V_x} \leqslant \frac{1}{100\pi M} = \frac{10^{-2}}{3{,}14 \cdot 576} \approx 5{,}5 \cdot 10^{-6}.$$

Если учесть, что между линейной скоростью развертки V_x, числом строк N, передаваемых в единицу времени, и частотой источника стабилизирующих сигналов f существует линейная зависимость, то требования к системе синхронизации можно выразить в виде

$$\frac{\Delta V_x}{V_x} = \frac{\Delta N}{N} = \frac{\Delta f}{f} \leqslant 5{,}5 \cdot 10^{-6}.$$

---

[1] Вывод формулы см., например, в книге В. С. Гурова, Г. А. Емельянова, Н. Н. Етрухина «Передача дискретной информации».— М.: Связь, 1969.— *Прим. ред.*

Из этого выражения следует, что относительное расхождение в скоростях развертки или частотах при автономной синхронизации не должно превышать $5{,}5 \cdot 10^{-6}$.

Расхождение в скоростях развертки приемного и передающего факсимильных аппаратов, вызванное расхождением синхронизирующих частот, ограничивает в факсимильных аппаратах с плоскостной разверткой длину передаваемого бланка из-за накапливающегося вдоль длины бланка перекоса.

Во всех приемных и передающих факсимильных аналоговых аппаратах с длиной строки 480 мм применяется автономная синхронизация, при которой стабилизация скоростей развертки как в приемной, так и в передающей факсимильной аппаратуре производится собственными высокостабильными источниками синхронизирующей частоты. Эти источники воздействуют на двигатели, обеспечивающие движение элементов кинематических систем аппаратов. В современных факсимильных аппаратах в основном используются гистерезисные синхронные электродвигатели, у которых скорость вращения якоря зависит только от частоты питающего электродвигатель напряжения.

В качестве источника напряжения стабильной частоты наибольшее применение находят камертонные и кварцевые генераторы. Важнейшим элементом камертонного генератора является механическая колебательная система, содержащая камертон. Стабильность частоты колебаний камертонного генератора определяется главным образом стабильностью частоты собственных колебаний камертона, которая определяется выражением

$$f_0 = 81\,800 \frac{d + 0{,}5}{L + 3{,}8},$$

где d — толщина ножки камертона в плоскости колебаний (мм), L — длина ножки от конца до узловой точки (мм).

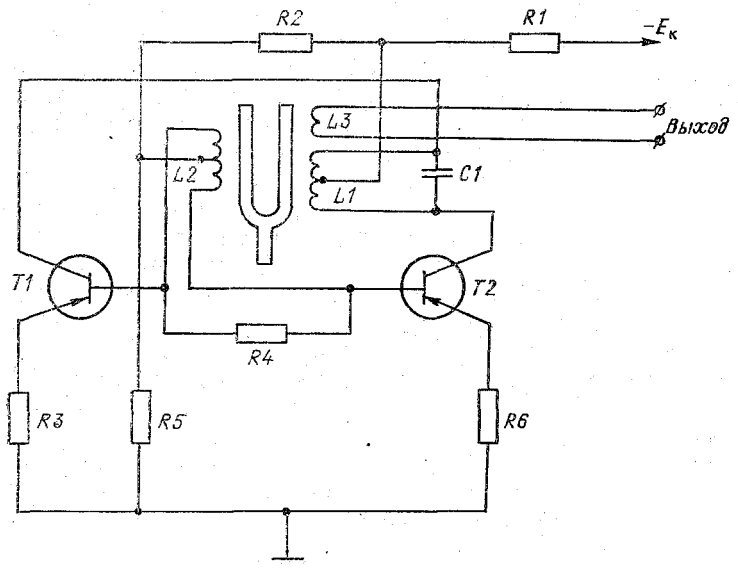
На частоту колебаний камертона влияет температура и атмосферное давление. Влияние температуры на частоту колебаний камертона учитывается температурным коэффициентом частоты (ТКЧ), характеризующим относительный уход частоты при изменении температуры на 1 °С.

Значительно меньше влияет температура на частоту колебаний биметаллических камертонов, представляющих собой две сваренные пластины из разных металлов, температурные коэффициенты частоты которых имеют противоположные знаки. Чаще всего биметаллические камертоны изготавливают из эленвара и стали. При подборе масс пластинок из эленвара (ТКЧ равен $+1{,}6 \cdot 10^{-6}$) и стали (ТКЧ равен $-1{,}5 \cdot 10^{-5}$) уход частоты за счет эленвара компенсируется противоположным уходом частоты за счет стали. Таким образом можно изготовить камертон с низким температурным коэффициентом частоты (порядка $(1 \div 3) \cdot 10^{-6}$).

Чтобы ослабить влияние изменения атмосферного давления и, следовательно, сопротивления воздуха на частоту колебаний камертонов, их помещают в герметически закрытые кожухи, давле-

ние внутри которых остается практически постоянным. Для обеспечения стабильности генерируемой частоты питание камертонного генератора осуществляется стабилизированным напряжением.

Камертонный генератор (рис. 2.21), используемый в факсимильной аппаратуре (например, ФАК-ДМ, ФАК-П, Ф4ПН «Иней П», Ф4ДН «Иней Д»), представляет собой двухтактный



2.21. Схема камертонного генератора.

усилитель напряжения с положительной обратной связью. Генератор, выполненный на транзисторах *T1* и *T2*, вырабатывает незатухающие колебания на частоте камертона.

Система возбуждения генератора состоит из двух катушек, установленных на Ш-образных сердечниках, между которыми расположен постоянный магнит. Камертонная вилка помещается между стержнями сердечников. Таким образом, электромагнитная система камертона включена в цепь положительной обратной связи.

Колебательный контур, состоящий из катушки обратной связи *L1* и конденсатора *C1*, включен в цепи коллекторов транзисторов *T1* и *T2*. Катушка возбуждения *L2* включена в цепи баз этих же транзисторов.

Процесс возбуждения камертона упрощенно может быть представлен следующим образом. В момент включения питания через катушку обратной связи *L1*, включенную в цепи коллекторов транзисторов *T1* и *T2*, пройдет ток. Силовые линии магнитного поля сердечника катушки замкнутся через верхнюю (по схеме) ножку камертона. Напряженность магнитного поля в зазоре между сер-

дечником и верхней ножкой камертона изменится, в результате чего она выйдет из состояния равновесия и начнет колебаться, увлекая за собой нижнюю (по схеме) ножку. В результате колебаний нижней ножки камертона воздушный зазор между ней и электромагнитом, образованным катушкой возбуждения *L2*, будет изменяться, и поэтому в обмотке катушки возбуждения *L2* будет наводиться электродвижущая сила с частотой, равной частоте колебаний камертона. Наведенная в катушке возбуждения *L2* электродвижущая сила поступает в цепи баз транзисторов *T1* и *T2*.

Усиленные в транзисторах колебания поступают снова в катушку обратной связи *L1*, включенную в цепи коллекторов транзисторов *T1* и *T2*, вследствие чего камертон получит дополнительный импульс, но усиленный транзисторами. Процесс нарастания амплитуды колебаний будет продолжаться до тех пор, пока сигнал не достигнет уровня ограничения по амплитуде.

Выходное напряжение сигнала с камертонного генератора снимается с катушки съема напряжения *L3*, расположенной на одном сердечнике с катушкой обратной связи *L1*. При помощи магнитного регулятора, расположенного на крышке кожуха, можно в небольших пределах регулировать частоту колебаний камертонного генератора. Нестабильность частоты (при нормальной температуре и при изменении напряжения, питающего факсимильный аппарат, на ± 10 % номинального значения) камертонных генераторов, применяемых в факсимильной аппаратуре, порядка $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ относительных единиц. Диапазон регулировки частоты колебаний камертонного генератора не менее $\pm 0{,}003$ % ее номинального значения.

2.5. СТАБИЛИЗАЦИЯ ЧАСТОТЫ СИНХРОНИЗАЦИИ В ФАКСИМИЛЬНОЙ АППАРАТУРЕ ПРИ ПОМОЩИ КВАРЦА. КВАРЦЕВЫЙ ГЕНЕРАТОР

Использование различных методов повышения стабильности частоты, выдаваемой камертонным генератором (в том числе таких, как изготовление биметаллических камертонов из двух сваренных между собой пластинок различных металлов с ТКЧ противоположных знаков, помещение камертона в герметически закрытый кожух для ослабления влияния изменений атмосферного давления на частоту колебаний камертонного генератора, а также питание камертонного генератора стабилизированным напряжением), не в полной мере обеспечивает требуемую степень стабильности. В течение первого часа работы факсимильного аппарата, в котором источником синхрочастоты является камертонный генератор, уход частоты от первоначального значения, т. е. от значения в момент включения аппарата, составляет около 16 Гц, а за каждый последующий час уход синхрочастоты, выдаваемой камертонным генератором, равен 8 Гц.

Так как в приемном и передающем факсимильных аппаратах используются независимо друг от друга собственные автономные

источники синхронизации, то расхождение в скоростях развертки приемного и передающего аппаратов, вызванное расхождением синхрочастот, ограничивает в факсимильных аппаратах с плоскостной разверткой длину (в направлении кадровой развертки) передаваемого бланка из-за накапливающегося вдоль длины бланка перекоса изображения. Для существенного повышения стабильности синхрочастоты в аналоговых приемных и передающих факсимильных аппаратах, выпускаемых в настоящее время нашей промышленностью, в качестве источника такой частоты используются кварцевые генераторы.

Пластины кварца, применяемые в кварцевых генераторах, изготавливаются из кристаллического кварца, одного из наиболее твердых минералов. Он отличается химической стойкостью и выдерживает высокие температуры. По внешнему виду кристаллы кварца представляют собой шестигранные призмы, которые с обеих сторон замыкаются шестигранными пирамидами. При обработке кварца пирамиды срезаются и пластины выпиливаются из шестигранной призмы. Линии, соединяющие противоположные углы шестигранника, называются электрическими осями, а линии, соединяющие середины противоположных сторон, называются механическими осями. Существует ряд способов вырезания кварцевых пластин из призмы.

Пьезоэлектрические свойства кварцевых пластин упрощенно заключаются в следующем: при действии сжимающих сил, параллельных электрической оси, на гранях, перпендикулярных ей, появляются электрические заряды, пропорциональные приложенным силам. То же самое возникает при действии растягивающих сил, однако при этом заряды меняются на обратные. Подобные явления имеют место при действии сил, параллельных механической оси, причем электрические заряды появляются на тех же гранях.

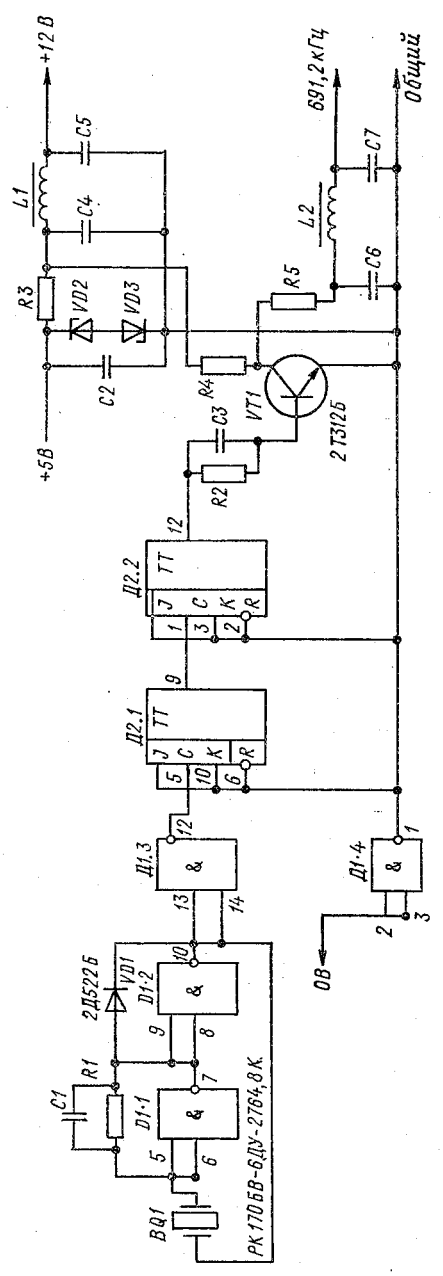
Явления обратного пьезоэлектрического эффекта упрощенно заключаются в следующем: приложенная к граням, перпендикулярным к электрической оси, разность потенциалов вызывает пропорциональные ей механические деформации кварцевой пластины в направлениях электрических и механических осей. Кварцевая пластина удлиняется или укорачивается в зависимости от знака разности потенциалов. Если эту пластину поместить между двумя металлическими обкладками кварцедержателя и приложить к ним переменное напряжение, то благодаря обратному пьезоэффекту пластина будет попеременно удлиняться и укорачиваться с частотой приложенного к обкладкам кварцедержателя переменного напряжения.

Так как кварцевая пластина является упругим телом, то возникающие в ней механические колебания имеют собственную частоту. При соответствующем подборе частоты приложенного к кварцевой пластине напряжения наступает механический резонанс. На резонансной частоте амплитуда механических колебаний резко увеличивается. Механические колебания кварцевой пластины вследствие прямого пьезоэлектрического эффекта сопровождаются

появлением на ее гранях периодически изменяющихся зарядов, которые достигают максимальной интенсивности при частоте механического резонанса. Благодаря этим зарядам имеется возможность связать механические колебания кварцевой пластины с электрическими колебаниями в цепях схемы кварцевого генератора.

Камертонный генератор в факсимильных аппаратах прежних выпусков (ФТАК-2П; ФАК-П и др.) вырабатывал исходную (номинальную) частоту 1200 Гц. Для работы факсимильного аппарата требуется набор синхрочастот (для синхронного вращения барабана со спиралью на всех скоростях развертки, а также для обеспечения всеми частотами, необходимыми для осуществления процесса фазирования приемного факсимильного аппарата). Эти производные частоты с такой же степенью стабильности, как и стабильность номинальной частоты камертонного генератора, получаются путем деления и умножения исходной частоты генератора. Тот же метод используется при применении в факсимильной аналоговой аппаратуре кварцевых генераторов.

На рис. 2.22 приведена принципиальная электрическая схема кварцевого генератора, используемого в аналоговом приемном факсимильном аппарате последнего выпуска — ФЗП21



2.22. Принципиальная электрическая схема кварцевого генератора.

«Фиалка П». Кварцевый генератор состоит из мультивибратора, делителя частоты и формирователя частоты синхронизации. Мультивибратор собран на микросхеме D1, состоящей из четырех элементов: *D1.1*, *D1.2*, *D1.3* и *D1.4* (микросхема 134ЛБ1А). Мультивибратор работает в автоколебательном режиме с частотой 2764,8 кГц. Частота генерации определяется частотой кварцевого резонатора *BQ1* (типа РК170БВ-6ДУ-2764,8 К), включенного в цепь обратной связи мультивибратора. С выхода мультивибратора колебания с частотой 2764,8 кГц поступают в делитель на 4, собранный на микросхеме D2, которая состоит из элементов *D2.1* и *D2.2* (микросхема 134ТВ14).

На выходе делителя в результате деления частоты 2764,8 кГц на 4 формируется частота 691,2 кГц, которая поступает на усилитель напряжения *VT1*, собранный на транзисторе типа 2Т312Б. С выхода усилителя напряжения сигнал с частотой 691,2 кГц поступает далее в схему тракта синхронизации факсимильного аппарата — на формирователь напряжения частоты синхронизации, который обеспечивает преобразование уровня сигналов микросхем ТТЛ в уровень сигналов микросхем МОП.

Стабильность частоты кварцевого генератора без термостатирования $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ относительных единиц.

2.6. ГИСТЕРЕЗИСНЫЕ ДВИГАТЕЛИ

Как в приемной, так и в передающей аналоговой факсимильной аппаратуре в качестве источников движения механических систем аппаратов используются гистерезисные синхронные электродвигатели. Скорость вращения ротора гистерезисного двигателя зависит от частоты питающего двигатель напряжения. Эта весьма важная особенность гистерезисных двигателей используется в работе факсимильных аналоговых аппаратов. Так как для факсимильной аппаратуры необходимы двигатели небольшой мощности, то использование гистерезисных синхронных двигателей имеет ряд преимуществ по сравнению с синхронными реактивными двигателями. У гистерезисных двигателей меньше масса и габариты, больше коэффициент полезного действия, меньше уровень акустических шумов во время работы и больше пусковой момент.

Рассмотрим устройство и принцип работы гистерезисных двигателей, применяемых в факсимильной аппаратуре отечественного производства. Статор гистерезисных двигателей набирается из пластин трансформаторной стали толщиной 0,35 мм. После склейки пластины прессуются под большим давлением и обрабатываются. В статоре гистерезисного двигателя типа ГСД-321-10 сделаны 32 паза, в которые укладываются обмотки статора. Ротор гистерезисного двигателя обмоток не имеет.

Ротор выполнен следующим образом: на дюралевый или силуминовый патрубок, сидящий на стальном валу ротора, набираются вперемежку кольца из викалоя и меди. Набранные кольца жестко фиксируются на патрубке прижимной гайкой, после чего образо-

вавшаяся цилиндрическая поверхность ротора обрабатывается и шлифуется. Активный материал ротора — викалой — представляет собой магнитотвердый материал, т. е. материал с большим остаточным магнетизмом, имеющий широкую петлю гистерезиса.

В пазах статора укладываются две обмотки (две фазы). Одна обмотка присоединяется к выходу усилителя мощности питания гистерезисного синхронного двигателя непосредственно, а вторая обмотка, имеющая большее число витков, — к выходу этого усилителя через емкость (поэтому такие машины называются конденсаторными). На время запуска двигателя для увеличения пускового момента параллельно постоянно включенной рабочей емкости подключается дополнительная пусковая емкость. Включение в цепь одной из обмоток (фаз) емкости приводит к тому, что ток в этой обмотке опережает ток во второй обмотке примерно на 90°, т. е. на четверть периода.

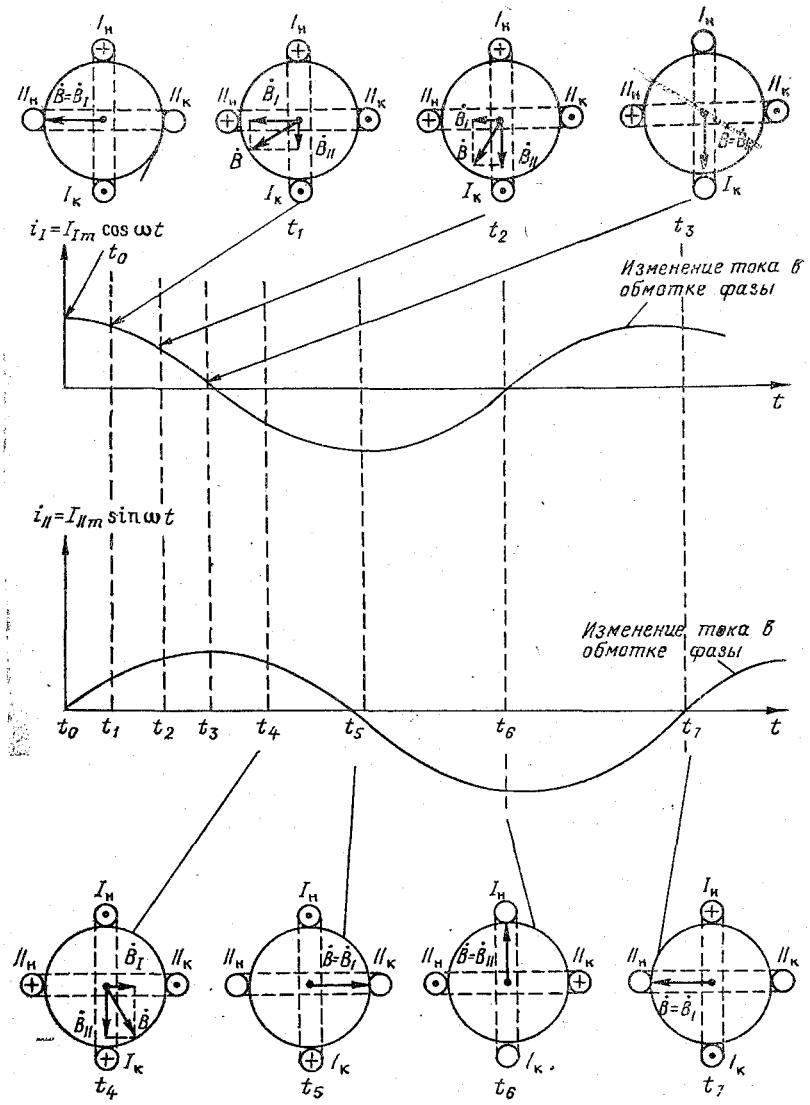
Рассмотрим принцип образования вращающегося магнитного поля в статоре двигателя (рис. 2.23). Первая и вторая (*I* и *II*) обмотки статора расположены под углом 90° друг к другу. Для наглядности допустим, что обе обмотки имеют одинаковое количество витков и по ним протекают одинаковые токи i_{I} и i_{II}, сдвинутые по фазе на 90°, т. е. на четверть периода, а также что величина магнитной индукции поля, создаваемого каждой обмоткой, пропорциональна току, протекающему по обмотке. Поле обмотки *I* изображено на рисунке в виде вектора $\mathbf{B}_{\mathrm{I}}$, поле обмотки *II* — в виде вектора $\mathbf{B}_{\mathrm{II}}$, а результирующее поле — в виде вектора **B**.

В момент времени t_0 в обмотке *I* максимален, а в обмотке *II* равен нулю. Поэтому положение вектора суммарной магнитной индукции **B** будет определяться магнитной индукцией поля обмотки *I*. В момент времени t_1 ток в обмотке *I* уменьшается, а в обмотке *II* возрастает. Следовательно, вектор магнитной индукции **B** будет меньше, чем в момент времени t_0, и одновременно образуется вектор магнитной индукции обмотки *II*. Вектор результирующего поля **B** поворачивается на угол 30° от исходного положения. В момент времени t_2 ток в обмотке *I* становится еще меньше и в то же время ток в обмотке *II* возрастает. Поэтому вектор $\mathbf{B}_{\mathrm{I}}$ уменьшается, а вектор $\mathbf{B}_{\mathrm{II}}$ увеличивается. Вектор результирующего поля **B** поворачивается еще на 30°. В момент времени t_3 положение вектора результирующего поля **B** определяется лишь полем обмотки *II*, так как ток в обмотке *I* равен нулю, а ток в обмотке *II* достиг максимального значения. Теперь вектор результирующего поля по отношению к исходному положению повернут на 90°.

Из рис. 2.23 видно, что за один период изменения тока вектор суммарной магнитной индукции **B** опишет окружность. Вращение вектора суммарной магнитной индукции **B** вокруг своей оси является результатом сложения полей обмоток в разные моменты времени: t_0, t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7 и т. д.

Таким образом, две обмотки, расположенные в статоре под углом 90°, по которым протекают сдвинутые по фазе на четверть

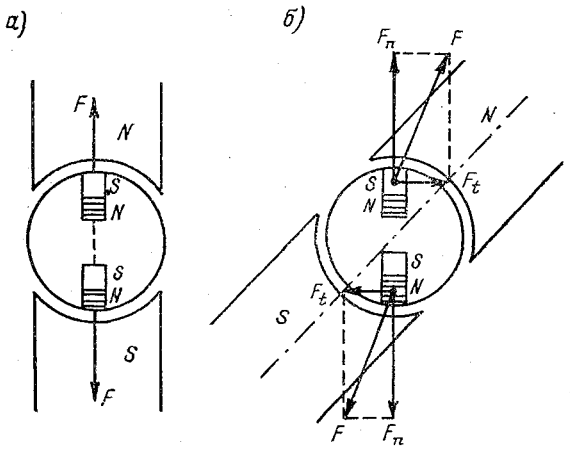
периода токи, создают круговое вращение магнитного поля. Вращающий момент гистерезисного двигателя состоит из двух состав-



2.23. Принцип образования вращающегося магнитного поля в гистерезисном двигателе.

ляющих: момента, возникающего в результате взаимодействия вращающегося магнитного поля с вихревыми токами ротора, и гистерезисного момента, появляющегося за счет гистерезиса при

перемагничивании активного материала ротора. Образование первой составляющей происходит следующим образом. Вращающееся магнитное поле, создаваемое токами фаз обмоток статора, пересекает ротор и наводит в нем вихревые токи. В результате взаимодействия токов ротора с вращающимся магнитным полем статора создается вращающий момент. Этот момент равен нулю при синхронизме (когда магнитное поле статора и ротор вращаются с оди-



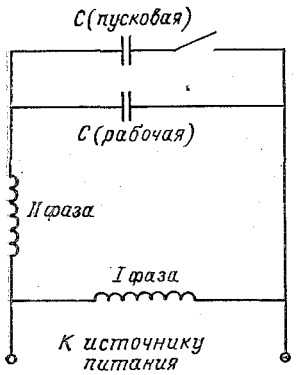
2.24. Принцип образования гистерезисного момента в гистерезисном синхронном двигателе.

наковой скоростью) и максимален при пуске двигателя вследствие большого активного сопротивления массивного ротора. Гистерезисный момент создается за счет того, что активный материал ротора имеет широкую петлю гистерезиса, т. е. обладает большим остаточным магнетизмом.

При асинхронной скорости вращения ротора и магнитного поля статора (т. е. при запуске двигателя) ротор, находясь в магнитном поле, все время перемагничивается. При этом поле ротора, выполненного из магнитотвердого материала, несколько отстает от оси вращения магнитного поля. В результате взаимодействия поля ротора с опережающим его вращающимся полем статора возникает вращающий гистерезисный момент, который увлекает ротор в сторону вращения магнитного поля.

Для пояснения принципа образования гистерезисного момента на рис. 2.24 вращающееся магнитное поле представлено в виде магнитного поля двух полюсов магнита. Помещенный в это поле ротор намагничивается. Его элементарные магнитики (на рисунке для упрощения показаны только два из них) будут ориентированы в направлении магнитных силовых линий. При неподвижном положении полюсов магнита (рис. 2.24 *а*) возникнут только радиальные силы притяжения ротора к полюсам магнита, однако вра-

щающего момента эти силы не создадут. При вращении полюсов магнита относительно ротора элементарные магнитики будут также поворачиваться вслед за полем полюсов магнита. Однако вследствие того, что у магнитотвердых материалов молекулярное трение велико, элементарные магнитики ротора при вращении полюсов магнита будут несколько отставать от полюсов магнита, и поэтому общее поле ротора по отношению к полю полюсов магнита будет повернуто на некоторый угол θ.



2.25. Электрическая схема включения гистерезисного двигателя.

Таким образом, при вращении полюсов магнита в роторе появляется поле, отстающее на некоторый угол от поля, создаваемого полюсами магнита. Вследствие этого, кроме радиальных составляющих F_n силы взаимодействия между элементарными магнитиками ротора и полюсами магнита, существовавших при неподвижном состоянии полюсов магнита, появятся еще и тангенциальные составляющие F_t, которые создают вращающий гистерезисный момент (рис. 2.24 *б*). Величина этого момента зависит от ширины гистерезисной петли активного материала ротора и магнитной индукции в воздушном зазоре между ротором и статором двигателя.

В синхронном режиме магнитное поле статора и ротор двигателя вращаются с одинаковой скоростью. При этом ротор не перемагничивается и его магнитное поле постоянно вследствие остаточного магнетизма активного материала ротора. Намагничивание ротора осуществляется за счет поля статора и сохраняется при работе из-за большого остаточного магнетизма. В синхронном режиме двигатель работает как обычный синхронный двигатель с постоянными магнитами.

На рис. 2.25 приведена электрическая схема включения гистерезисного двигателя.

Недостатком гистерезисных синхронных двигателей, влияющим на качество работы факсимильной аппаратуры, являются колебания (качания) ротора двигателя во время работы, так как отсутствуют успокаивающие элементы (например, такие, как короткозамкнутая обмотка «беличье колесо» у реактивных двигателей, которая способствует уменьшению колебаний ротора). Качания ротора происходят в пределах поля полюсов. Число оборотов ротора гистерезисного двигателя в 1 мин

$$n = 60f/2p,$$

где f — частота питающего двигатель переменного напряжения (Гц), $2p$ — число пар полюсов.

Так, в ранее выпускавшихся приемных факсимильных аппаратах ФТАК-2П, ФАК-П, ФАК-Д и др. для питания гистерезисного

двигателя ГСД-321-10 к его обмоткам в зависимости от скорости развертки 60, 90 или 120 стр/мин с учетом коэффициента редукции механического редуктора подводилось напряжение частотой соответственно 200, 300 или 400 Гц. Гистерезисный двигатель ГСД-321-10 имеет 10 неявно выраженных полюсов, т. е. 5 пар полюсов.

При скорости развертки 60 стр/мин число оборотов ротора двигателя

$$n = \frac{60 \cdot 200}{5} = 2400 \text{ об/мин};$$

при скорости развертки 90 стр/мин

$$n = \frac{90 \cdot 300}{5} = 5400 \text{ об/мин};$$

при скорости развертки 120 стр/мин

$$n = \frac{120 \cdot 400}{5} = 9600 \text{ об/мин}.$$

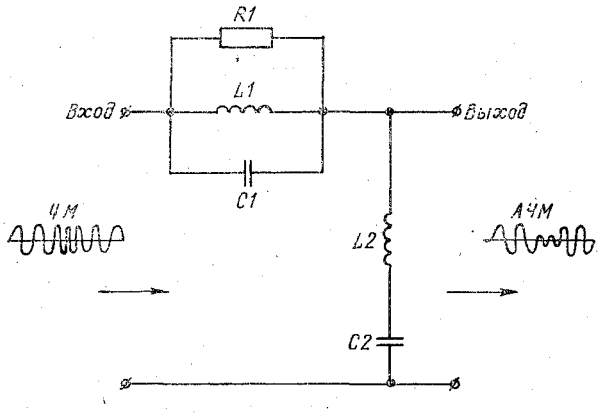
В выпускаемом ранее передающем факсимильном аппарате ФАК-ДМ, имевшем другой редуктор, для питания обмоток гистерезисного двигателя ГСД-321-10 в зависимости от скорости развертки 60, 90 или 120 стр/мин подводилось напряжение частотой соответственно 300, 450 или 600 Гц. При скоростях развертки 60, 90 и 120 стр/мин число оборотов ротора двигателя составляет соответственно 3600, 81 000 и 14 400 об/мин.

В передающем факсимильном аппарате типа Ф4ПД «Иней Д» и в приемном факсимильном аппарате Ф4ПН «Иней П» в качестве источников движения механических систем также используются синхронные гистерезисные двигатели типа ГСД-321-10. Соответственно скоростям развертки 60, 90, 120 и 240 стр/мин на обмотки статора двигателя подаются частоты 150, 225, 300 и 600 Гц.

В новом приемном факсимильном аппарате типа ФЗП21 «Фиалка П» в качестве источника движения механической системы применяется гистерезисный двигатель другого типа Г32УХЛ4, который через механический редуктор 1 : 25 сообщает движение барабану со спиралью записи. Так производится развертка по строкам. Для обеспечения развертки на четырех скоростях: 60, 90, 120 и 240 стр/мин на статор гистерезисного двигателя указанного типа соответственно выбранным скоростям развертки подаются напряжения синхрочастот 100, 150, 200 и 400 Гц. Гистерезисный электродвигатель типа Г32УХЛ4 имеет три обмотки в пазах статора. Эти обмотки расположены друг относительно друга (по окружности) под углом 120° и на них подаются напряжения синхрочастоты, сдвинутые по фазе на 120°, что приводит к уменьшению колебаний ротора, вследствие чего уменьшаются качания развертывающего элемента факсимильного аппарата.

2.7. ДИСКРИМИНАТОРЫ

В частотно-преобразовательном тракте факсимильных аналоговых аппаратов используются дискриминаторы. Дискриминатор (частотный демодулятор) предназначен для преобразования частотно-модулированных (ЧМ) колебаний в колебания амплитудно-частотно-модулированные (АЧМ). Дискриминаторы применяются в частотно-преобразовательном тракте приемных факсимильных



2.26. Принципиальная электрическая схема дискриминатора.

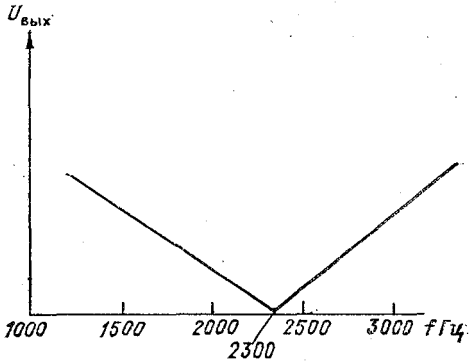
аппаратов при работе в режиме частотной модуляции (главным образом, когда факсимильный прием производится по радиоканалу связи). При факсимильном приеме по радиоканалам амплитудно-частотно-модулированный сигнал с выхода дискриминатора поступает на вход приемника записи факсимильного аппарата. Таким образом, в результате преобразования дискриминатором ЧМ-сигнала на вход приемника записи поступает сигнал такой же формы, как и при работе по физическим линиям или по каналам тональной частоты, т. е. АЧМ-сигнал.

В передающих аналоговых факсимильных аппаратах дискриминатор включается на выход частотного модулятора для преобразования ЧМ-сигнала, выдаваемого частотным модулятором аппарата, в АЧМ-сигнал, используемый в основном для факсимильных передач по кабельным каналам связи.

Дискриминатор (рис. 2.26) состоит из двух резонансных контуров: параллельного резонансного контура *L1*, *C1*, включенного в продольное плечо дискриминатора, и последовательного резонансного контура *L2*, *C2*, включенного в поперечное плечо дискриминатора. Оба резонансных контура настроены на одну и ту же частоту.

При позитивной работе резонансные контуры настроены на частоту нормали белого поля, т. е. на значение поднесущей частоты, соответствующей белому полю изображения. Принцип работы

дискриминатора состоит в следующем. Поступивший на вход дискриминатора частотно-модулированный сигнал попадает на параллельный резонансный контур *L1*, *C1*, *K1* дискриминатора. Этот контур для токов резонансной частоты обладает максимальным полным сопротивлением. Поэтому токи всех частот, отличающиеся от резонансной частоты, пройдут к нагрузке дискриминатора с небольшим затуханием. В то же время ток с частотой, на



2.27. Амплитудно-частотная характеристика дискриминатора (для резонансных контуров, настроенных на частоту 2300 Гц).

которую настроен резонансный контур, будет максимально затухать.

Включенный на выходе дискриминатора в его поперечное плечо последовательный резонансный контур, настроен на ту же частоту, что и параллельный резонансный контур. Для токов резонансной частоты и близких к ней частот сопротивление последовательного резонансного контура минимально и поэтому он играет роль шунта. Таким образом, незначительная часть сигнала резонансной частоты, которая все же пройдет через параллельный контур дискриминатора в сторону его нагрузки, будет шунтироваться последовательным резонансным контуром. Так как оба контура настроены на частоту, соответствующую частоте белого поля, то дискриминатор будет вносить максимальное затухание на частоте, соответствующей нормали белого поля.

Характеристика дискриминатора в диапазоне частот девиации представляет собой линейно падающую зависимость выходного напряжения от частоты (рис. 2.27). Отношение напряжения, получаемого на выходе дискриминатора при подаче на его вход напряжения с частотой, соответствующей черному полю, к напряжению, получаемому на выходе дискриминатора при подаче на его вход напряжения с частотой, соответствующей белому полю, определяет контрастность (перепад) принимаемого изображения. В широкоформатных приемных факсимальных аппаратах контрастность составляет примерно 25 дБ.

В факсимильной аппаратуре, как в приемной, так и в передающей, для изменения диапазона частот девиации поднесущих частот резонансные частоты контуров скачкообразно переключают.

Изменение резонансных частот контуров дискриминатора производится путем изменения числа витков катушек самоиндукции включенных в контуры. С этой целью катушки контуров дискриминатора делают с отводами. Так, например, в передающем факсимильном аппарате типа ФАК-ДМ путем переключения числа витков контура дискриминатора настраиваются на резонансные частоты 2300 Гц (витки катушки включены полностью) и 2600 Гц (число витков в катушках дискриминатора уменьшено).

В ряде случаев для изменения диапазона девиации поднесущих частот в аппаратах применяют не один, а два дискриминатора, которые переключаются в зависимости от необходимости.

ГЛАВА 3

АНАЛОГОВЫЙ ПЕРЕДАЮЩИЙ ФАКСИМИЛЬНЫЙ АППАРАТ ТИПА Ф4ДН «ИНЕЙ Д»

3.1. ВВЕДЕНИЕ

В отличие от ранее выпускавшихся факсимильных передающих аппаратов ФАК-Д и ФАК-ДМ, имеющих три скорости развертки (60, 90 и 120 стр/мин), аппарат Ф4ДН «Иней Д» имеет еще одну скорость развертки — 240 стр/мин. Аппарат имеет плоскостную развертку кулачкового типа и предназначен для передачи по некоммутируемым проводным (кабельным) каналам тональной частоты, каналам связи через искусственные спутники, а также по радиоканалам любого графического и текстового материала, черно-белых, полутоновых и цветных изображений для черно-белого воспроизведения на приеме.

Аппарат Ф4ДН обеспечивает совместную работу с приемными факсимильными аппаратами, имеющими модули взаимодействия 576 и 288 при ширине принимаемого изображения до 456 мм.

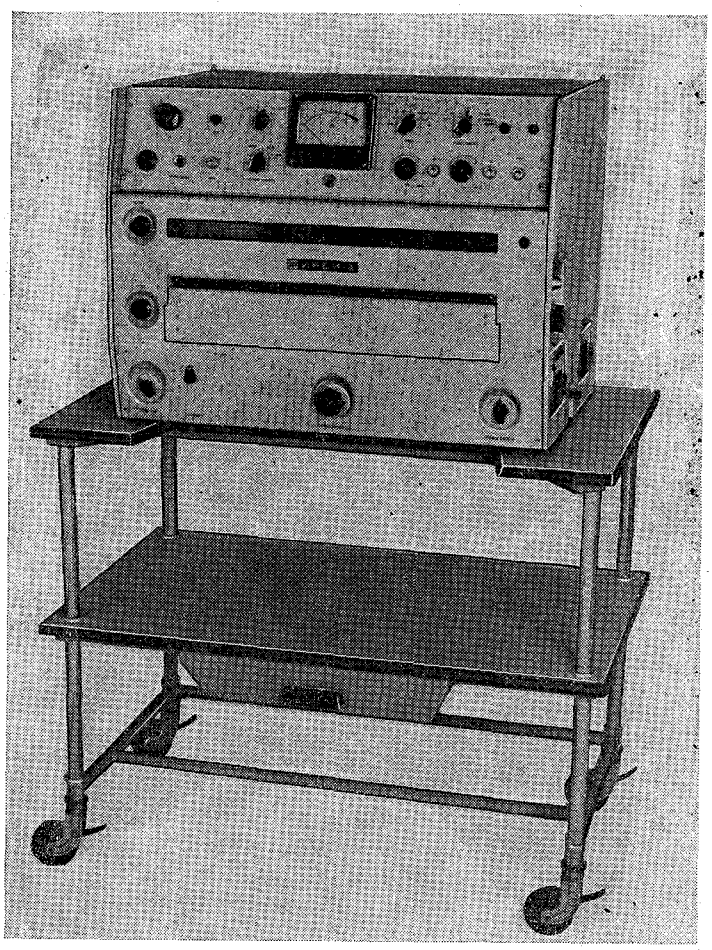
Нормальная эксплуатация аппарата Ф4ДН обеспечивается в помещении при температуре окружающего воздуха от 278 до 323 К (от 5 до 50 °С); относительной влажности окружающего воздуха до 98 % при температуре 308 К (35 °С); атмосферном давлении 100±4 кПа (750 ± 30 мм рт. ст.). Конструкция аппарата настольная (рис. 3.1); электрическая схема выполнена на полупроводниковых приборах, за исключением фотоэлектронного умножителя (ФУ) *Л1* и балансного усилителя *Л2*.

В аппарате Ф4ДН «Иней Д» предусмотрена подача в канал связи сигналов автоматического дистанционного управления приемным факсимильным аппаратом.

3.2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Максимальная ширина передаваемого бланка составляет 480 мм (полная длина строки). Полезная длина анализирующей строки составляет 456 мм.
2. Скорость развертки: 60, 90, 120 и 240 стр/мин.
3. Шаг развертки: 0,265 и 0,53 мм/стр.
4. Время, затрачиваемое для передачи полного бланка длиной 690 мм в зависимости от скорости развертки и шага развертки, приведено в табл. 3.1.
5. Разрешающая способность в направлении развертки не менее 4 лин/мм.
6. Модуль взаимодействия равен 576 при шаге развертки 0,265 мм/стр и 288 при шаге развертки 0,53 мм/стр.
7. Аппарат обеспечивает передачу методами ЧМ и АЧМ для скоростей развертки 60, 90 и 120 стр/мин и методом АЧМ для

скорости 240 стр/мин. При работе в режимах ЧМ и АЧМ со скоростями развертки 60, 90 и 120 стр/мин работа производится с нормалями девиации 1500—2300 Гц. Работа в режиме АЧМ на ско-



3.1. Внешний вид передающего факсимильного аналогового аппарата типа Ф4ДН «Иней Д».

ростях 120 и 240 стр/мин производится с нормалями девиации 2300—3000 Гц.

8. Визуальный контроль правильности настройки нормалей девиации, соответствующих черным и белым полям передаваемого изображения, обеспечивается встроенным в аппарат осциллографическим индикатором.

9. На выходе аппарата обеспечиваются уровни передачи: от +17,4 до —23 дБ в режиме ЧМ и от +17,4 до —13 дБ в режиме АЧМ.

Предусмотрена плавная регулировка и контроль выходных уровней. Измерительный прибор в аппарате используется в качестве измерителя уровня с пределами измерения от +20 до —23 дБ с погрешностью измерений ± (1,0 ÷ 2,0) дБ. Плавная регулировка

Таблица 3.1

Скорость развертки, стр/мин	Шаг развертки, мм/стр	Время передачи, мин
60	0,265	44
	0,53	22
90	0,265	30
	0,53	15
120	0,265	22
	0,53	11
240	0,265	11
	0,53	5,5

обеспечивается двумя ступенями в пределах: —23—0 дБ и 0—17,4 дБ.

10. На выходе аппарата в полосе видеосигнала для максимальной скорости 240 стр/мин обеспечивается отношение сигнал/шум не менее 50 при выходном уровне 0 дБ.

11. Тракт передачи аппарата обеспечивает контрастность выходного сигнала не менее 25 дБ.

12. Аппарат обеспечивает передачу сигналов дистанционного (автоматического) управления приемным аппаратом для автоматического включения, шага развертки, запуска двигателя развертки на соответствующей скорости и его фазирования, а также остановки двигателя развертки. Сигналы дистанционного управления соответствуют рекомендациям МККТТ и ВМО.

13. Синхронизация аппарата — автономная. Предусмотрена возможность подключения источника внешней синхронизации с частотой 1200 Гц. Стабильность частоты синхронизации при изменении напряжения питания аппаратуры в пределах ±10 % от номинального значения при постоянной температуре не ниже $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ относительных единиц.

14. Выходное сопротивление аппарата 600±90 Ом.

15. Питание аппарата осуществляется от сети переменного тока частотой 50±1 Гц, напряжением 127 или 220 В (+10, —15 %). Предусмотрена возможность работы аппарата при питании от сети переменного тока частота 400 Гц и напряжением 115 В.

16. Потребляемая мощность не более 215 В·А.

17. Габаритные размеры 700 × 500 × 500 мм.

18. Масса аппарата — не более 100 кг.

3.3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ АППАРАТА

На рис. 3.2 (вкл.) приведена электрическая функциональная схема аналогового передающего факсимильного аппарата типа Ф4ДН «Иней Д». Принцип работы основных блоков и устройств аппарата и их взаимодействие излагаются ниже.

1. Анализирующее устройство состоит из осветителя *Л4*, оптической системы, фотоэлектронного умножителя *Л1*, балансного усилителя *Л2* и развертывающего устройства. Схема и принцип работы развертывающего устройства изложены в п. 2.1.

2. Группа преобразования частот предназначена для преобразования электрического тока фотоэлектронного умножителя в частотно-модулированные и амплитудно-частотно-модулированные сигналы, а также для усиления этих сигналов. В состав группы преобразования частот входят: частотный модулятор, состоящий из опорного генератора, управляемого генератора и смесителя, фильтра Д — 4,0 кГц, фильтра 12 кГц, дискриминаторов 1,5—2,3, 2,3—3,0, 9,0—9,8 кГц, линейного усилителя АЧМ-сигналов и линейного усилителя ЧМ-сигналов.

В основу работы частотного модулятора заложен принцип использования биений колебаний высокой частоты. Под воздействием фототелеграфного сигнала, образующегося на нагрузке фотоэлектронного умножителя, частоты управляемого генератора изменяются на величину двойной девиации частоты и суммируются с частотой опорного генератора. Частота опорного генератора выбрана такой, чтобы выделяемая разностная частота при минимальном и максимальном значениях сигнала изображения принимала значения, равные значениям нормалей девиации.

Генерируемая управляемым генератором частота при управляющем сигнале, соответствующем черному полю, приближенно равна 98 500 или 97 700 кГц в зависимости от выбранных нормалей девиации. Когда управляющий сигнал соответствует белому полю, частота уменьшается на 800 или 700 Гц. Генерируемая опорным генератором частота близка к 100 кГц. Электрические схемы опорного и управляемого генераторов почти одинаковые, в результате чего достигается временная стабильность частоты выходного сигнала модулятора. Это обусловлено тем, что хотя временная нестабильность каждого генератора значительна, она носит одинаковый характер, поэтому частота выходного сигнала, равная разности их частот, обладает высокой стабильностью.

С опорного и управляемого генераторов сигналы поступают на смеситель, выполненный по схеме балансного модулятора. Смеситель предназначен для получения разности частот опорного и управляемого генераторов. На выходе смесителя сигнал представляет собой производные частот сигналов, поступающих на его входы от опорного и управляемого генераторов, и содержит в качестве основных гармонические составляющие с частотой, равной разности частот управляемого и опорного генераторов, а также их суммы.

С выхода смесителя сигнал поступает на фильтр Д-4,0 кГц, если факсимильная передача производится с нормалями девиации 1500—2300 или 2300—3000 Гц. Если используются для передачи нормали 9000—9800 Гц, то сигнал поступает на фильтр 12 кГц. Фильтры Д—4,0 кГц и 12 кГц предназначены для подавления составляющей выходного сигнала смесителя с частотой, равной сумме частот генераторов, а также для выделения спектра частот ЧМ-сигнала, находящегося в полосе канала, и для подавления колебаний обоих генераторов, суммы их частот и колебаний в смесителе.

С фильтров Д—4,0 кГц и 12 кГц сигнал поступает на соответствующие дискриминаторы согласно выбранных нормалей девиации. Дискриминаторы предназначены для преобразования ЧМ-сигналов в АЧМ-сигналы. Перепад уровней сигналов между белыми и черными полями изображения на выходе дискриминаторов не менее 25 дБ. С выхода соответствующего дискриминатора сигнал поступает на вход линейного усилителя АЧМ.

Сигнал на вход линейного усилителя ЧМ поступает непосредственно с выхода фильтра Д—4,0 кГц или фильтра 12 кГц. Фильтр Д—4,0 кГц представляет собой фильтр нижних частот, предназначенный для выделения полезного спектра, и включает в себя фазовый корректор. Неравномерность амплитудно-частотной характеристики фильтра в диапазоне 0,3—3,4 кГц не превышает ±0,4 дБ, а отклонение фазовой характеристики от линейности не превышает ±3°30″.

Сигнал с выхода фильтра Д—4,0 кГц поступает на дискриминаторы 1,5—2,3 и 2,3—3,0 кГц, а также на линейный усилитель ЧМ-сигнала. С выхода фильтра 12 кГц сигнал поступает на дискриминатор 9—9,8 кГц. Так как затухание дискриминаторов на нижних частотных нормалях различно, то для выравнивания затухания последовательно с дискриминаторами включены удлинители.

Дискриминатор 1,5—2,3 кГц предназначен для преобразования ЧМ-сигнала в АЧМ-сигнал при передаче со скоростями развертки 60 и 90 стр/мин. Отклонение коэффициента передачи от линейной зависимости не превышает 5 %, отклонение фазового угла не превышает 5°. Перепад уровней на выходе дискриминатора на частотах 1,5—2,3 кГц равен примерно 30 дБ; нагрузочное сопротивление равно 1 кОм.

Дискриминатор 2,3—3,0 кГц предназначен для преобразования ЧМ-сигнала в АЧМ-сигнал при передаче со скоростями развертки 120 и 240 стр/мин. Отклонение коэффициента передачи дискриминатора от расчетной характеристики не превышает ±0,87 дБ. Перепад уровней на выходе дискриминатора на частотах 2,3—3,0 кГц равен примерно 26 дБ; нагрузочное сопротивление дискриминатора равно 1 кОм.

АЧМ-сигналы с дискриминаторов, а ЧМ-сигналы с фильтра Д—4,0 кГц поступают на входы линейных усилителей соответственно АЧМ-сигнала и ЧМ-сигнала. Схемы обоих линейных усилителей одинаковые. Сигнал поступает на входной эмиттерный

повторитель, затем усиливается и через развязывающий эмиттерный повторитель поступает на регуляторы уровня (находятся на пульте управления). С регулятора сигнал поступает на каскад предварительного усиления и далее через согласующий эмиттерный повторитель на двухтактный выходной каскад.

Выходной каскад собран по трансформаторной схеме и работает в режиме класса А. С целью уменьшения линейных искажений введены цепи обратной отрицательной связи. Помимо цепей, состоящих из резисторов и конденсаторов, обратная отрицательная связь осуществляется также с обмотки трансформатора. С контактов *6—8* трансформатора напряжение прикладывается к эмиттеру транзистора каскада предварительного усиления. Максимальный выходной уровень на выходе линейного усилителя 17,4 дБ.

3.4. ТРАКТ СИНХРОНИЗАЦИИ

Назначение тракта синхронизации состоит в выработке напряжений питания электродвигателя с необходимыми частотами высокой стабильности. Источником высокостабильных колебаний является камертонный генератор 1200 Гц (см. п. 2.4). Тракт синхронизации аппарата состоит из камертонного генератора (ГК-1200), делителя частоты, усилителя мощности синхросигналов, а также электромагнитных реле, пусковых и рабочих емкостей двигателя. С выхода камертонного генератора (или от внешнего источника синхронизации) через контакты тумблера *В2* в блоке усилителя мощности сигнал поступает на вход делителя частоты. Питание камертонного генератора осуществляется от стабилизированного источника —12,6 В. Напряжение синусоидальной формы на выходе камертонного генератора с частотой 1200 Гц на нагрузке 2 кОм лежит в пределах 0,9—2,5 В. Наибольшая временная нестабильность частоты не более $\pm 3 \cdot 10^{-6}$ относительных единиц.

Блок усилителя мощности состоит из делителя частоты и усилителя мощности. Делитель частоты путем делений и умножений преобразовывает исходную синусоидальную частоту 1200 Гц камертонного генератора в частоты прямоугольной формы 600, 300, 150 и 225 Гц. Частоты 600, 300 и 150 Гц получаются путем последовательного деления на две частоты камертонного генератора 1200 Гц, а частота 225 Гц — путем умножения частоты 1200 Гц камертонного генератора на 3 и последующего деления на 16. Делитель частоты состоит из входного эмиттерного повторителя, усилителя, двух умножителей частоты.

Умножение частоты происходит путем выделения третьей гармоники, на которую настроены контура в эмиттерах транзисторов умножителей частоты. Последовательно включенные два умножителя создают возможность получить синусоидальный сигнал частотой 3600 Гц. Когда переключатель скорости развертки *В1* установлен в положение 60, 120 или 240 стр/мин, на делитель частоты поступает частота 1200 Гц камертонного генератора. После усиления

сигнал преобразуется триггером Шмитта в сигнал прямоугольной формы. Триггер Шмитта выполнен на микросхеме.

Прямоугольный сигнал, преобразованый триггером Шмитта, поступает на ряд последовательно соединенных симметричных триггеров, выполненных на микросхемах, с которых снимаются частоты 600, 300 и 150 Гц. Если переключатель *B1* установлен в положение «90 стр/мин», то на базу транзистора усилителя поступает сигнал частотой 3600 Гц. После последовательного деления на 2 четырьмя триггерами на выходе последнего триггера получается сигнал частотой 225 Гц.

С выхода делителя частоты сигнал прямоугольной формы поступает на вход усилителя мощности. Название усилителя мощности состоит в обеспечении питания гистерезисного электродвигателя (ГСД-321-10) аппарата напряжением переменного тока с частотами, соответствующими скоростям развертки, т. е. частотами 150, 300, 600 или 225 Гц. Усилитель мощности двухкаскадный; он включает предоконечный и выходной каскады, выполненные по двухтактной схеме с общими эмиттерами. Со вторичной обмотки выходного трансформатора оконечного каскада усилителя мощности через контакты переключателя *B1* напряжение подается на гистерезисный двигатель ГСД-321-10, который является нагрузкой усилителя мощности. Одновременно с переключением величины напряжения, снимаемого с выходного трансформатора усилителя мощности, переключателем *B1* («стр/мин») осуществляется переключение пусковых и рабочих конденсаторов электродвигателя.

3.5. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГРУППА АВТОМАТИКИ

Група автоматики выполняет следующие основные функции: выдача в канал связи сигналов дистанционного автоматического управления приемным факсимильным аппаратом, отключение электромагнита шага развертки, отключение пусковых емкостей гистерезисного двигателя ГСД-321-10 и включение осветителя. В состав функциональной группы автоматики входят: генератор частот управления, датчик фазовых импульсов, электронные реле времени, электромагнитные реле и электромагнит шага развертки. Сигналы дистанционного автоматического управления приемным факсимильным аппаратом вырабатываются в генераторе частот управления, подаются на вход частотного модулятора и после преобразования, пройдя тракт передачи, попадают в канал связи.

Генератор управляющих частот предназначен для генерирования сигналов прямоугольной симметричной формы с частотами 300, 450 и 675 Гц. Сигналы дистанционного автоматического управления, выдаваемые передающим факсимильным аппаратом в канал связи, позволяют на приемном факсимильном аппарате автоматически обеспечить:

— выбор и включение модуля взаимодействия;

— запуск двигателя развертки со скоростью развертки, заданной передающим факсимильным аппаратом;

— фазирование;
— остановку двигателя развертки.

Для осуществления автоматического управления приемным факсимильным аппаратом применяют следующие сигналы управления, выдаваемые в канал передающим факсимильным аппаратом.

Сигнал выбора модуля взаимодействия — пятисекундное чередование сигналов «белого» и «черного» с частотой 300 Гц для модуля 576 и частотой 675 Гц для модуля 288. Форма сигналов должна быть близкой к прямоугольной.

Сигналы автоматического выбора скорости развертки и фазирования — тридцатисекундное чередование «белого» и «черного» частот 1, 1,5, 2 и 4 Гц соответственно для скоростей развертки 60, 90, 120 и 240 стр/мин. Форма сигнала может быть асимметричной (5 % длительности строки «белое» и 95 % «черное») или симметричной (50 % «белое» и 50 % «черное»).

Сигнал остановки двигателя — пятисекундное чередование сигналов «белое» и «черное» с частотой 450 Гц, после чего десятисекундная выдача сигналов «черного».

Указанные сигналы поступают в канал связи и распределяются во времени при помощи логической схемы устройства автоматики, состоящей из двух электронных реле времени и семи электромеханических реле. Генератор частот управления состоит из LC-автогенератора, симметричного триггера и триггера Шмитта. LC-автогенератор генерирует сигналы синусоидальной формы с частотами 600, 900 и 1350 Гц. Эти сигналы поступают на триггер Шмитта, который преобразует их в прямоугольную форму. С триггера Шмитта через дифференциальную цепочку, состоящую из емкости и резистора, сигнал поступает на симметричный триггер. С коллектора транзистора симметричного триггера через делитель напряжения, состоящий из двух резисторов и диода, на выход генератора управляющих частот поступают симметричные прямоугольные импульсы с частотами 300, 450, 675 Гц. Прямоугольные симметричные импульсы указанных частот через резистор поступают на сетку правой половины лампы балансного усилителя.

Контактная группа является датчиком импульсов фазы. Импульсы фазы поступают на делитель напряжений, образованный тремя резисторами. С этого делителя импульсы фазы также поступают на сетку правой половины лампы балансного усилителя *Л2*. Дифференцированные импульсы фазы через конденсатор и резистор с эмиттера транзистора поступают на разъем. Регулировка уровня сигнала частот управления и уровня сигнала фазы осуществляется потенциометрами.

3.6. БЛОК ПИТАНИЯ АППАРАТА

Назначение блока питания аппарата состоит в обеспечении электропитанием всех блоков и устройств факсимильного аппарата. Блок питания состоит из силового трансформатора, стабили-

зированных источников питания: —12,6 В и 0,8 А, —12,6 В и 1,2 А, —12,6 и 3А, —27 В и 0,6 А, и нестабилизированного источника питания 20 В и 0,01 А. Напряжение переменного тока электросети к блоку питания аппарата подводится через контакты разъема и тумблер «Сеть», размещенный на пульте управления аппаратом. Источник стабилизированного напряжения —12,6 В и 3А питает усилитель мощности двигателя развертки ГСД-321-10.

Со вторичной обмотки силового трансформатора напряжение переменного тока подается на мостиковый выпрямитель, сглаживается конденсатором и далее напряжение постоянного тока —12,6 В и 3 А поступает на стабилизатор напряжения компенсационного типа и сглаживается дополнительно фильтрующим конденсатором на выходе источника питания. В стабилизаторе регулирующим элементом являются три параллельно включенные транзистора, а параллельно включенные два транзистора усиливают ток управления. Схема сравнения, выполненная на одном транзисторе, совмещена с усилителем постоянного тока. Опорное напряжение снимается со стабилитрона. При изменении напряжения на выходе стабилизатора изменяется напряжение на коллекторе одного из двух параллельно соединенных транзисторов и одновременно изменяется напряжение на базе второго транзистора, параллельно соединенного с первым.

Указанное изменение напряжения через усилительные транзисторы передается на регулирующий элемент, состоящий, как указано выше, из трех параллельно включенных транзисторов таким образом, что изменение внутреннего сопротивления регулирующего элемента изменяет величину проходящего через него тока, что в результате препятствует изменению напряжения на выходе стабилизатора.

Источник напряжения —27 В и 0,6 А питает электромагниты и электромагнитные реле. С отдельной вторичной обмотки силового трансформатора напряжение переменного тока поступает на мостиковый выпрямитель, состоящий из четырех диодов и стабилизатора. Стабилизатор собран по схеме последовательного типа и стабилизирует напряжение на выходе при изменении напряжения в сети электропитания.

Стабилизированные источники питания —12,6 В и 1,2 А, —12 В и 0,8 А предназначены для питания преобразователей фотоэлектронного умножителя, осветителя и основных электронных устройств. Стабилизаторы в обоих источниках напряжения выполнены по одинаковой схеме. Тип стабилизаторов компенсационный, схема стабилизации последовательная. В стабилизаторах предусмотрена защита от перегрузок. Принцип работы стабилизаторов такой же, как и у стабилизатора источника напряжения —12 В и 3 А.

Источник напряжения 20 В и 0,01 А создает положительное смещение на эмиттерах транзисторов автогенераторов управляемого и опорного генераторов функциональной группы преобразования частот. Источник напряжения 20 В и 0,01 А состоит из выпрямительного диода и RC-фильтра. Напряжение на диод и RC-

фильтр поступает от отдельной вторичной обмотки силового трансформатора. Источник —60 В используется для контроля напряжения сети питания аппарата. Указанное напряжение снимается также от отдельной вторичной обмотки силового трансформатора, выпрямляется диодом, сглаживается с помощью конденсатора и через два резистора поступает на измерительный прибор аппарата.

3.7. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ОСВЕТИТЕЛЯ И ФОТОЭЛЕКТРОННОГО УМНОЖИТЕЛЯ

Преобразователь состоит из преобразователя напряжения питания фотоэлектронного умножителя, преобразователя напряжения питания осветителя, умножителя напряжения и LC-фильтра. Питание обоих преобразователей осуществляется от источника стабилизированного напряжения —12,6 В, которое поступает из блока питания. Преобразователь предназначен для питания фотоэлектронного умножителя (*Л1*) и осветителя (*Л4*).

Напряжение от источника питания —12,6 В поступает на преобразователь фотоэлектронного умножителя через потенциометр регулировки «Белое», при помощи которого осуществляется регулировка тока фотоэлектронного умножителя путем изменения напряжения на нем, которое, в свою очередь, изменяется с изменением напряжения питания преобразователя. С преобразователя напряжение поступает в схему выпрямления с умножением и с выхода этой схемы поступает на ФЭУ.

Преобразователь напряжения осветителя выполнен по такой же схеме, как и преобразователь ФЭУ. Напряжение —12,6 В через LC-фильтр на коллекторы транзисторов преобразователя осветителя поступает с контактов переключателя. Стабилизированное напряжение на осветителе составляет 6 В, а на фотоэлектронном умножителе 1700 В.

3.8. ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ НАПРЯЖЕНИЯ И УСИЛИТЕЛЬ ОСЦИЛЛОГРАФА

Схема усилителя осциллографа состоит из двух одинаковых двухкаскадных усилителей, RC-фильтров и умножителя частоты.

На первый каскад (предварительного усиления), собранный по схеме фазоинвертора, поступает входной сигнал. С коллектора и эмиттера транзистора каскада предварительного усиления сигнал поступает на оконечный каскад. На вход II усилителя поступают сигналы с камертонных генераторов с частотами 1,5, 2,3 или 3,0 кГц и частоты 9 и 9,8 кГц, выдаваемые умножителем частоты. С выхода II усилителя сигнал поступает на верхние отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки.

На вход I усилителя поступают сигналы частот девиации с линейного усилителя *ЧМ*. С выхода линейного усилителя *ЧМ*-сигнал поступает на нижние отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки. На отклоняющих пластинах амплитуда выходного напря-

жения достигает 26 В. Преобразование частот 3 и 3,27 кГц в частоты 9 и 9,8 кГц осуществляется двухкаскадным умножителем частоты путем умножения на 3. Каждый каскад умножителя состоит из одинаковых резонансных усилителей, а согласующим каскадом является эмиттерный повторитель.

Преобразователь напряжения выдает напряжение для питания электронно-лучевой трубки, усилителя осциллографа, а также лампы *Л2* балансного усилителя. Преобразователь напряжения выполнен на двух транзисторах и питается стабилизированным напряжением —12,6 В. В коллекторы транзисторов преобразователя включена первичная обмотка трансформатора *Тр2*. Со вторичной обмотки этого трансформатора напряжение 6,3 В подается для питания нити накала осциллографической трубки.

К коллекторам преобразователя подключена первичная обмотка трансформатора *Тр1*. Со вторичной обмотки этого трансформатора напряжение подается на схему выпрямления с удвоением напряжения. Это постоянное напряжение порядка 480—500 В подается для питания анодов и модулятора осциллографической трубки. С другой вторичной обмотки трансформатора *Тр1* снимается напряжение для питания усилителя осциллографа. Снимаемое с трансформатора напряжение выпрямляется мостиковой схемой, состоящей из четырех диодов. С отдельной вторичной обмотки трансформатора *Тр1* напряжение поступает на схему выпрямителя с удвоением напряжения. Удвоенное напряжение поступает на три последовательно включенных стабилитрона. Полученное стабилизированное напряжение 150 В используется для питания лампы балансного усилителя.

3.9. УПРАВЛЕНИЕ АППАРАТОМ

При помощи тумблера с гравировкой «Сеть» на схему аппарата включается напряжение переменного тока электросети, при этом загорается лампа на передней панели. Переключатель с гравировкой «Прибор» устанавливается в положение «Сеть». Стрелка прибора должна находиться в пределах красного сектора шкалы прибора. Переключатель с гравировкой «Режим работы» установить в положение «Настройка».

Подлежащий передаче бланк с изображением заправить в аппарат. Для этого необходимо открыть щель заправки бланка путем нажатия на шторку лицевой панели и зафиксировать шторку в горизонтальном положении. Рычаг привода прижимных валиков установить в положение «Открыть». Переключатель с гравировкой «Подача мм/стр» установить в положение «0». Бланк с изображением, обращенным вверх, вставить в щель и протянуть через нее. Рычаг прижимных валиков установить в положение «Закрыто». При помощи ручки с гравировкой «Ручная развертка» установить световое пятно на белом поле изображения, следя за правильностью установки пятна через смотровую щель.

Настройка частот нормалей «белого» и черного» в зависимости от выбранного режима работы и скорости развертки необходимо производить согласно табл. 3.2.

Настройка частоты нормали «белого» производится после установки светового пятна на белое поле изображения. Переключатель *В8* устанавливается в положение «Белое» и поворотом ручки «Белое» на экране электронно-лучевой трубки добиваются

Таблица 3.2

Режим работы	Скорость развертки, стр/мин	Положение переключателя дискриминаторов	Нормаль „черного", Гц	Нормаль „белого", Гц
ЧМ	60, 90, 120	„1,5—2,3"	1500	2300
АЧМ	60, 90	„1,5—2,3"	1500	2300
	120, 240	„2,3—3,0"	2300	3000
	240	„9,0—9,8"	9000	9800

появления фигуры Лиссажу в виде круга или эллипса. Настройка частоты нормали «Черное» производится после установки светового пятна на черное поле изображения. Переключатель *В8* устанавливается в положение «Черное» и поворотом ручки «Черное» на экране электронно-лучевой трубки добиваются появления фигуры Лиссажу в виде круга или эллипса. Если необходимо перейти в режим работы с частотами нормалей девиации 9,0—9,8 кГц или из режима работы с частотами нормалей девиации 9,0—9,8 кГц в режим работы с частотами 1,5—2,3 или 2,3—3,0 кГц, необходимо переключатель *В8* установить в положение «*f*» и потенциометром «*f*» добиться на экране электронно-лучевой трубки фигуры в виде круга или эллипса.

Уровень передачи устанавливается тумблерами *В1* или *В3*. В зависимости от режима работы необходимо установить тумблер в положение «0» или «20 дБ». Переключатель с гравировкой «Режим работы» устанавливается в положение «Уровень черного». Переключатель с гравировкой «Прибор» устанавливается в положение, которое определяется режимом работы (ЧМ или АЧМ) и уровнем выходного сигнала (0 или 20 дБ).

Ручкой потенциометра *R25* или *R39* устанавливается необходимый выходной уровень по прибору *ИП*, предварительно нажав кнопку *Кн1*. Далее переключатель «Режим работы» устанавливается в положение согласно выбранному режиму (ЧМ, АЧМ или ЧМ-АЧМ). Скорость развертки в соответствии с выбранной скоростью устанавливается переключателем *В1* с гравировкой «Стр/мин». Этот переключатель установлен в блоке усилителя мощности, а ручка его выведена на переднюю панель аппарата. Вращением ручки с гравировкой «Ручная протяжка» установить бланк с изображением в исходное положение. Переключатель с гравировкой «Подача мм/стр» устанавливается согласно выбранному шагу развертки (модулю взаимодействия).

Тумблер с гравировкой «Синхронизация», если не применяется внешний источник синхронизации, должен быть установлен в положение «Внутр». После включения тумблера с гравировкой «Пуск» работу аппарата можно контролировать по зажиганию лампы *Л6*, которая должна светиться 35 с после включения тумблера «Пуск». В течение этого времени в канал связи выдаются сигналы дистанционного (автоматического) управления. После того, когда лампа *Л6* погаснет, в канал связи передается видеосигнал передаваемого изображения, который можно контролировать по колебаниям стрелки измерительного прибора (при нажатии кнопки *Кн1*) или по экрану электронно-лучевой трубки.

По окончании передачи изображения тумблер «Пуск» выключается и зажигается сигнальная лампа на пульте аппарата, что указывает на выдачу в канал связи сигнала остановки приемного аппарата в течение 15 с.

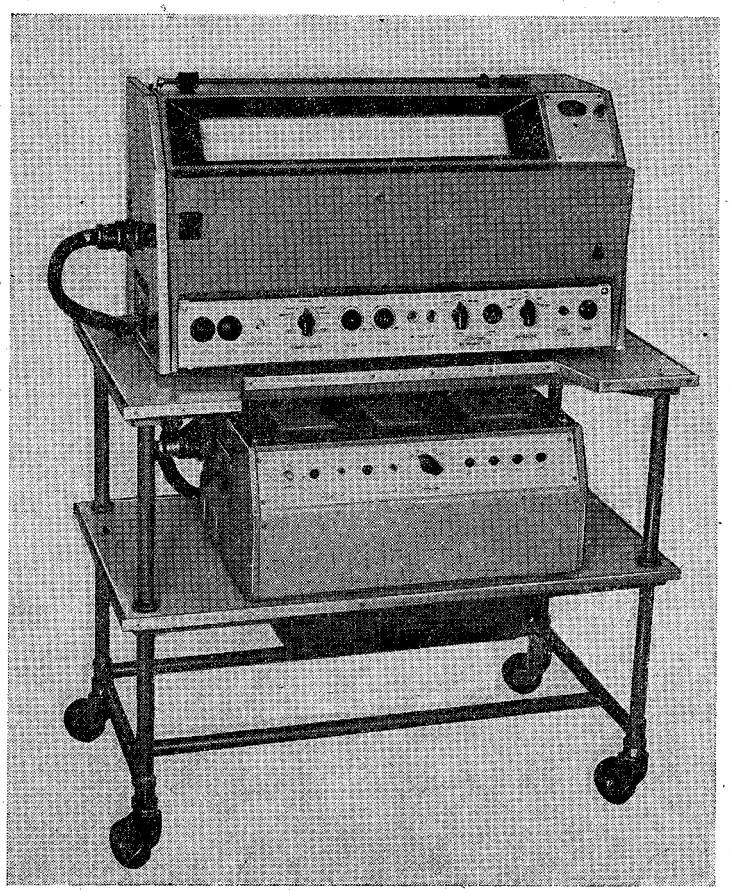
ГЛАВА 4

АНАЛОГОВЫЙ ПРИЕМНЫЙ ФАКСИМИЛЬНЫЙ АППАРАТ ТИПА Ф4ПН «ИНЕЙ П»

4.1. ВВЕДЕНИЕ

Приемный факсимильный аппарат Ф4ПН «Иней П», в отличие от ранее выпускавшихся приемных факсимильных аппаратов типа ФТАК-2П и ФАК-П, предусматривающих три скорости развертки (60, 90 и 120 стр/мин), имеет также скорость развертки 240 стр/мин.

Аппарат предназначен для приема факсимильных передач по некоммутируемым проводным (кабельным) каналам тональной



4.1. Внешний вид приемного факсимильного аналогового аппарата типа Ф4ПН «Иней П».

частоты (300—3400 Гц) и каналам связи через искусственный спутник Земли (спутник связи), а также по радиоканалам любого графического, текстового материала, черно-белых и полутоновых изображений (с ограниченным числом полутонов). Факсимильный приемный аппарат Ф4ПН «Иней П» обеспечивает совместную работу с передающим факсимильным аппаратом Ф4ДН «Иней Д» на скоростях развертки 60, 90, 120 и 240 стр/мин и с другими передающими факсимильными аппаратами, имеющими аналогичные скорости развертки и модули взаимодействия. В факсимильном аппарате применена плоскостная развертка изображения. Электрическая схема аппарата выполнена на полупроводниковых приборах. Предусмотрено дистанционное автоматическое управление по каналам связи со стороны передающего факсимильного аппарата: запуск аппарата, фазирование, выбор модуля, выбор скорости развертки и остановка аппарата после окончания передачи.

Настольный аппарат Ф4ПН «Иней П» (рис. 4.1) состоит из двух упаковок: электрического блока с кинематикой и блока питания, размещенного на полках передвижного стола, входящего в комплект поставляемой аппаратуры. Аппарат и блок питания соединяются между собой кабелем.

4.2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Максимальная ширина принимаемого изображения 456 мм.
2. Скорость развертки: 60, 90, 120 и 240 стр/мин.
3. Шаг развертки: 0,265 и 0,53 мм/стр.
4. Модуль взаимодействия равен 576 при шаге развертки 0,265 мм/стр и 288 при шаге развертки 0,53 мм/стр.
5. Разрешающая способность в направлении развертки не менее 3,8 лин/мм при скорости развертки 60 стр/мин в режиме ЧМ или при скорости развертки 120 стр/мин в режиме АЧМ при шаге развертки 0,265 мм/стр и не менее 2,3 лин/мм при скорости развертки 240 стр/мин в режиме АЧМ при том же шаге развертки.
6. Собственные качания развертывающего устройства не более ±0,13 мм.
7. Синхронизация аппарата автономная. В качестве источника синхронной частоты 1200 Гц используется камертонный генератор со стабильностью $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ относительных единиц. Диапазон регулировки частоты камертонного генератора лежит в пределах ±36 мГц. Схемой аппарата предусмотрена возможность работы от внешнего источника синхронизации с частотой 1200 Гц и напряжением 1,5 В.
8. Синхронное вращение записывающего барабана осуществляется синхронным гистерезисным двигателем типа ГСД-321-10.
9. Прием факсимильных сигналов в режиме амплитудно-частотной модуляции обеспечивается при следующих условиях:
— несущие частоты от 1900 до 2650 Гц;
— входные уровни от —20 до +17 дБ;

— контрастность от 25 до 12 дБ и позитивный сигнал.

10. Прием факсимильных сигналов в режиме частотной модуляции обеспечивается при работе двумя боковыми полосами с девиацией частоты от 1500 Гц «черное» до 2300 Гц «белое» на скоростях развертки 60, 90 и 120 стр/мин при входном уровне сигнала от —40 до +17 дБ.

11. Питание аппарата осуществляется от сети переменного тока напряжением 127 или 220 В с частотой 50 Гц. Предусмотрена возможность питания аппарата от сети переменного тока напряжением 115 В с частотой 400 Гц. Работоспособность аппарата сохраняется при изменениях напряжения в сети в пределах от +10 до —15 % номинального напряжения.

12. Потребляемая мощность аппарата не превышает 240 В·А.

13. Габариты аппарата 750 × 490 × 360 мм. Габариты блока питания 535 × 305 × 382 мм.

14. Масса аппарата — 55 кг; масса блока питания — 35 кг.

15. Работа аппарата обеспечивается при температуре окружающего воздуха 5—50 °С (278—328 К), при атмосферном давлении (100±4) кПа ((750±30) мм ртутного столба), относительной влажности окружающего воздуха 95—98 %.

4.3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ АППАРАТА

На рис. 4.2 (вкл.) приведена электрическая функциональная схема аналогового приемного факсимильного аппарата Ф4ПН «Иней П».

Поступающие из канала связи видеосигналы изображения преобразуются электрической схемой аппарата в сигналы постоянного тока. Амплитуды этих сигналов изменяются пропорционально изменению оптических плотностей передаваемого оригинала изображения. При помощи кинематики осуществляется построчная развертка этих сигналов. Сигналы через пишущие электроды поступают на носитель принимаемого изображения — электрохимическую бумагу (ЭХБ), степень почернения которой пропорциональна амплитуде сигналов постоянного тока.

В электрическом блоке аппарата расположены:

1. Тракт преобразования частотно-модулированных сигналов в амплитудно-частотно-модулированные. В состав тракта входят: полосовой фильтр ПФ 1,1—2,7 кГц, усилитель-ограничитель, фильтр Д—4,0 кГц и дискриминатор.

2. Тракт приема АЧМ сигналов. В состав тракта входят: АРУ, усилитель, ограничитель по минимуму, усилитель записи с параллельным стабилизатором, фильтр Д—1,8 кГц и фильтр Д—4,0 кГц.

3. Тракт синхронизации, измерительный усилитель.

В механическом блоке расположены: барабан с записывающим электродом и пишущая линейка, привод протяжки линейки, гистерезисный двигатель ГСД-321-10 с редуктором, измерительный прибор, усилитель звукового контроля.

В блоке питания расположены питающее устройство, усилитель мощности для двигателя и схема автоматики.

4.4. ТРАКТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ВХОДНОГО ЧМ-СИГНАЛА В АЧМ-СИГНАЛ

При приеме в режиме ЧМ переключатель «Режим работы» устанавливается в положение «ЧМ автомат» или «ЧМ ручной». Факсимильный ЧМ-сигнал с канала связи через входной (линейный) трансформатор *Тр1*, эмиттерный повторитель подается на вход усилителя-ограничителя (амплитудного ограничителя). Если на вход приемного факсимильного аппарата сигнал поступает с помехами, они могут быть ослаблены, если тумблер *В5* переключить в положение *ПФ*. В этом случае факсимильный сигнал будет поступать на вход усилителя-ограничителя через полосовой фильтр ПФ 1,1—2,7 кГц, характеристическое сопротивление которого 6 кОм.

При приеме факсимильных передач по радиоканалу вследствие фединга (явление временного затухания сигнала) уровень входного сигнала меняется, что особенно заметно при приеме в диапазоне коротких волн. С целью борьбы с явлением затухания в тракт преобразования ЧМ-сигнала введен усилитель-ограничитель, при помощи которого входной сигнал ограничивается по амплитуде настолько, чтобы изменение уровня входного сигнала не приводило к изменению уровня на выходе усилителя-ограничителя. Постоянство выходного уровня обеспечивается усилителем-ограничителем, если входной уровень сигнала меняется в пределах от —40 до +17 дБ.

Амплитудный ограничитель собран по схеме двухтактного, двухкаскадного усилителя на четырех транзисторах. Выходное сопротивление усилителя-ограничителя — 1 кОм. Вследствие ограничения амплитуды сигнал на выходе ограничителя приобретает прямоугольную форму. С помощью фильтра нижних частот Д—4,0 кГц выделяется первая гармоника входного сигнала и одновременно подавляются все высшие гармонические частоты, образованные вследствие прямоугольной формы сигнала на выходе ограничителя.

Фильтр Д—4,0 кГц состоит из шести катушек индуктивности и девяти конденсаторов. Затухание фильтра в полосе запирания на частотах выше 4,5 кГц более 35 дБ. Характеристическое сопротивление фильтра — 1 кОм. На выходе фильтра Д—4,0 кГц сигнал имеет синусоидальную форму. Этот сигнал (частотно-модулированный) поступает на вход дискриминатора 1,5—2,3 кГц, с помощью которого ЧМ-сигнал преобразуется в АЧМ-сигнал. Дискриминатор состоит из трех катушек индуктивности, трех конденсаторов и четырех резисторов. На выходе дискриминатора при нормалях девиации 1,5—2,3 кГц контраст (перепад уровней) составляет 30 дБ. Нагрузочное сопротивление — 1 кОм.

Принцип работы дискриминатора изложен в п. 2.7. С выхода

дискриминатора АЧМ-сигнал через контакты переключателя *В4а* «Режим работы» поступает на эмиттерный повторитель, нагрузкой которого является ограничитель по минимуму, усилитель звукового контроля и усилитель управляющих сигналов (размещен в блоке питания).

4.5. ТРАКТ ПРИЕМА В РЕЖИМЕ АЧМ

При приеме факсимальных передач в режиме АЧМ частотно-преобразующий тракт, используемый при работе в режиме ЧМ, функционально исключается. В результате преобразования ЧМ-сигнала на выходе частотно-преобразующего тракта выдается АЧМ-сигнал. Поэтому при работе в режиме АЧМ потребность в использовании частотно-преобразующего тракта отпадает.

Поступающий с канала связи на вход аппарата факсимильный АЧМ-сигнал подается в схему автоматической регулировки усиления сигнала (АРУ). Для этого переключатель *В4* устанавливается в положение «АЧМ ручной» или «АЧМ автомат», вследствие чего обесточивается реле *Р5*, которое своими контактами подключает вторичную обмотку входного трансформатора *Тр1* к переключателю *В3/5*, в результате чего на схему АРУ и усилитель подается напряжение —12,6 В.

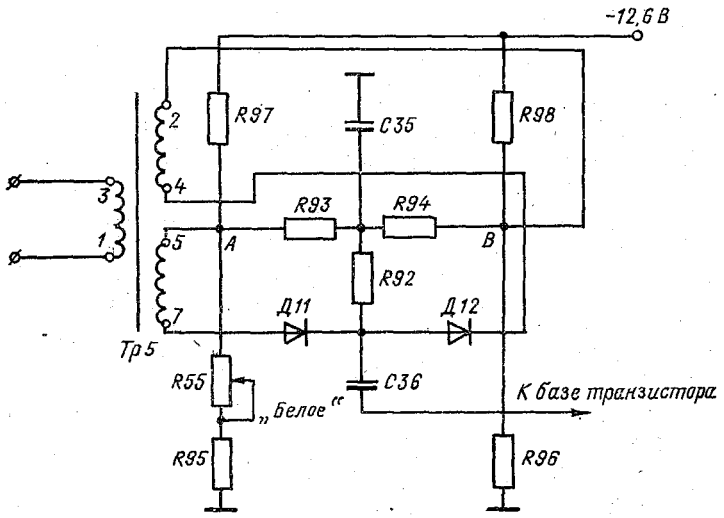
Схема автоматической регулировки усиления применяется с целью эффективной борьбы с замираниями сигналов на входе аппарата, для обеспечения контроля и регулирования тока записи в аппарате. Эта схема обеспечивает нормальную работу аппарата при изменении амплитуды входного сигнала от —20 до 0 дБ. При изменении амплитуды входного сигнала от 0 до 17,4 дБ в аппарате предусмотрена ручная регулировка усиления, которая осуществляется с помощью переключателя *В3* и потенциометра *R51* с гравировками «установка входного уровня АЧМ», «Грубо» и «Плавно».

Схема АРУ построена с использованием принципа нелинейности вольтамперной характеристики полупроводникового диода. Напряжение на выходе схемы поддерживается постоянным вследствие автоматического изменения коэффициента передачи делителя, который состоит из постоянного сопротивления и динамического сопротивления (диода), который по постоянному току включен в эмиттер составного транзистора (состоящего из четырех транзисторов), являющегося усилителем постоянного тока.

Постоянный ток, протекающий через диод, определяет положение рабочей точки на его вольтамперной характеристике и зависит от амплитуды входного сигнала. Проходя через управляемый делитель напряжения, сигнал усиливается двухкаскадным усилителем. С выхода усилителя заряжается конденсатор, время заряда которого выбрано таким, чтобы он заряжался полностью, если в строке развертки 2,8 % «черного» от ширины строки при скорости развертки 240 стр/мин. Время разряда конденсатора настолько велико, что мгновенное изменение амплитуды входного

сигнала не изменяет величину установившегося динамического сопротивления диода, а значит и амплитуды выходного сигнала. Поэтому уровень сигнала, соответствующего «черному» полю, в строке развертки на выходе *АРУ* поддерживается постоянным.

Сигнал на вход выходного усилителя поступает в зависимости от положения переключателя *В3* с выхода *АРУ* или с потенциометра *R51*. Изменением сопротивления резистора, включенного



4.3. Схема ограничителя по минимуму в приемном факсимильном аппарате типа Ф4ПН «Иней П».

в эмиттер усилительного транзистора, создает возможность установки равенства аплитуд сигналов на входе ограничителя по минимуму при приеме в режиме ЧМ и АЧМ-сигналов.

Ограничитель по минимуму выполнен по мостовой схеме (рис. 4.3). Два плеча мостовой схемы по постоянному току образуют резисторы *R97*, *R55* и *R95*, а резисторы *R96* и *R98* образуют два других плеча. В диагональ мостовой схемы (точки *А* и *В*) последовательно с диодами *Д11* и *Д12* включены вторичные обмотки трансформатора *Тр5*. Изменением сопротивления потенциометра *R55* в одном плече мостовой схемы н диоды *Д11* и *Д12* задается смещение. Резисторы *R93* и *R94* служат для установления режима ограничения по постоянному току.

Увеличение сопротивления резистора *R55* («белое») приводит к тому, что в точке *А* увеличивается запирающее отрицательное напряжение на диоде *Д11*, которое подводится через вторичную обмотку *5—7* трансформатора *Тр5*, а в точке *В* по отношению к точке *А* увеличивается запирающее положительное напряжение на диоде *Д12*. Таким образом, регулировкой порога ограничения

по минимуму, т. е. регулировкой «Белое», определяется величина напряжения смещения на диодах *Д11* и *Д12*. С другой стороны, с уменьшением сопротивления потенциометра *R55* уменьшается отрицательное напряжение в точке *А* мостовой схемы, в результате чего при постоянном напряжении в точке *В* диоды *Д11* и *Д12* открываются.

Выходное напряжение ограничителя по минимуму создается на концах резистора *R92*. С одного конца резистор *R92* заземлен по переменному току через конденсатор *С35*. Другой конец резистора через разделительный конденсатор *С36* соединен с базой транзистора эмиттерного повторителя.

При факсимильном приеме наряду с полезным видеосигналом в схему аппарата попадают различные помехи. Если уровень помехи существенно меньше уровня полезного сигнала, их можно исключить ограничением сигнала по минимуму, и они не будут зафиксированы на бланке с записанным изображением. Сущность ограничения по минимуму (регулировка «белого») заключается в том, чтобы из общего сигнала (полезного сигнала) и помехи) «вырезать» уровень, соответствующий уровню помехи. При этом, коненчо, часть полезного сигнала также будет «вырезана». Однако регулировкой «черное» можно эту часть «вырезанной» амплитуды полезного сигнала восстановить путем увеличения его уровня.

Нагрузкой эмиттерного повторителя служит коммутируемый делитель. Одно плечо этого делителя состоит из трех резисторов, которые коммутируются в зависимости от скорости развертки; второе плечо делителя — потенциометр «Черное». Ручки регулировки потенциометра *R55* «Белое» и потенциометра *R113* «Черное» выведены на переднюю панель. Потенциометром *R113* осуществляется плавная регулировка тока записи, а значит степени почернения черного поля изображения на электрохимической бумаге.

Отрегулированный по минимуму и максимуму сигнал изображения через конденсатор поступает на базу транзистора предварительного усилителя. Усиленный предварительным усилителем сигнал поступает через эмиттерный повторитель и делитель напряжения, состоящий из четырех резисторов, на первичную обмотку трансформатора *Тр8* усилителя записи. Ограничитель по минимуму обеспечивает нормальную запись белого поля изображения при контрастности входного сигнала от 12 до 25 дБ.

Ограничитель имеет плавную регулировку ограничения, которая осуществляется потенциометром *R55* «Белое». Ручка этого потенциометра выведена на лицевую панель аппарата. Далее АЧМ-сигнал поступает на входной двухтактный каскад усилителя записи. Входной каскад выполнен на транзисторах по схеме с общим эмиттером. Входной каскад усилителя напряжения работает в режиме *АВ*.

Далее, АЧМ-сигнал поступает на двухтактный каскад — усилитель мощности, который работает в режиме *В*. Напряжение

питания на эти каскады поступает от параллельного стабилизатора через развязывающие цепи. С выходной обмотки трансформатора усилителя мощности сигнал поступает на двухполупериодный детектор. Контактами реле *Р2* осуществляется подключение к схеме соответствующего фильтра в зависимости от скорости развертки. При скоростях развертки 60 или 90 стр/мин реле *Р2* обесточено. В этом случае к схеме подключен фильтр Д—1,8 кГц. При скорости развертки 120 или 240 стр/мин реле *Р2* срабатывает, и к схеме подключается фильтр Д—4,0 кГц.

Видеосигнал изображения, выделенный фильтром, поступает на вход усилителя постоянного тока, а затем с его выхода — на записывающие электроды (линейку и спираль) для записи принимаемого изображения на носитель (ЭХБ). На выходе усилителя записи включен резистор *R153*, который является шунтом измерительного прибора *ИП* при измерении тока записи. В схеме факсимильного аппарата используется параллельный стабилизатор напряжения для питания усилителя записи напряжением —100 В. Усилитель записи обеспечивает ток записи на эквивалентном резисторе 180 мА с сопротивлением, равным сопротивлению рабочего контакта спираль—линейка (через ЭХБ). При помощи транзистора осуществляется защита усилителя записи от короткого замыкания.

4.6. ТРАКТ СИНХРОНИЗАЦИИ

Тракт синхронизации предназначен для выработки стабильных частот достаточной мощности, необходимых для питания синхронного гистерезисного двигателя, обеспечивающего синхронное вращение записывающего барабана. Скорость вращения ротора синхронного гистерезисного двигателя зависит от частоты питающего двигатель напряжения. Поэтому для различных скоростей развертки соответственно задаются частоты питания двигателя:

Скорость развертки, стр/мин .	60	90	120	240
Частота напряжения, Гц . . .	150	225	300	600

Форма сигнала синусоидальная. Указанные частоты вырабатываются умножителями и делителями частоты путем преобразования исходной стабильной частоты камертонного генератора 1200 Гц.

Необходимые синхрочастоты для питания двигателя получаются путем умножения стабильной частоты 1200 Гц камертонного генератора на 3 с последующим делением полученной частоты 3600 Гц на 6, 12, 16 или 24 для получения частот соответственно 600, 300, 225 или 150 Гц.

Источником синхронной, стабильной частоты в аппарате является камертонный генератор ГК-1200, который выдает в тракт синхронизации исходную частоту 1200 Гц. Принцип работы камертонного генератора и его схема рассмотрены в п. 2.4. Помимо указанного автономного источника синхронной частоты, в аппа-

рате предусмотрена возможность подачи синхрочастоты от внешнего источника.

Камертонный генератор питается стабилизированным напряжением —12,6 В. Стабильность частоты при нормальной температуре $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ относительных единиц. Рабочий диапазон температур 5—50 °С. Диапазон регулировки частоты ±0,0003 %. Выходное напряжение на нагрузке 2 кОм равно 1,58 В±30 %. Катушка съема напряжения камертонного генератора подключена к базе транзистора, являющегося усилителем напряжения. Умножители и делители частоты расположены в блоке питания. Для их питания используется стабилизированное напряжение —12,6 В и +5 В от преобразователя напряжений.

С камертонного генератора сигнал поступает через тумблер *В5* «Синхронизация» на умножитель частоты (на вход эмиттерного повторителя). С эмиттерного повторителя сигнал поступает на вход усилителя-ограничителя. Ограничение сигнала происходит за счет включения в схему диода. С выхода усилителя-ограничителя сигнал прямоугольной формы поступает на вход двух последовательно соединенных резонансных усилителей, которые настроены на третью гармонику частоты, выдаваемой камертонным генератором, т. е. на частоту 3600 Гц. Далее, через контакты реле *Р24* сигнал поступает на вход триггера *ТГ1*.

При скорости развертки 60 стр/мин триггеры *ТГ1* и *ТГ2* обеспечивают деление входного сигнала на три. В этом случае триггеры *ТГ3*, *ТГ4* и *ТГ5* включены последовательно и обеспечивают деление частоты входного сигнала на 8. Таким образом, общий коэффициент деления равен 24. С выхода триггера ТГ5 сигнал с частотой 150 Гц поступает на базу транзистора усилителя сигнала синхронизации и через эмиттерный повторитель на вход усилителя мощности двигателя, обеспечивая скорость развертки 60 стр/мин.

При скорости развертки 90 стр/мин сигнал с выхода триггера *ТГ1* с частотой 1800 Гц поступает на вход триггера *ТГ3* (при скорости развертки 90 стр/мин цепь обратной связи между триггерами *ТГ1* и *ТГ2* отключается контактами реле *Р14*). Так как триггеры *ТГ3*, *ТГ4* и *ТГ5* включены между собой последовательно и обеспечивают деление сигнала на *8*, то на вход усилителя мощности двигателя будет подано напряжение с частотой 1800 : 8 = 225 Гц и таким образом обеспечена скорость развертки 90 стр/мин.

При скорости развертки 120 стр/мин срабатывают реле *Р5* и Р10 и при этом триггеры *ТГ2*, *ТГ3* и *ТГ4* будут включены последовательно. Триггеры *ТГ1* и *ТГ2* охвачены обратной связью. В этих условиях обеспечивается деление частоты 3600 Гц входного сигнала на 12, и на вход усилителя мощности питания двигателя подается напряжение с частотой 300 Гц и тем самым обеспечивается работа аппарата со скоростью развертки 120 стр/мин.

При скорости развертки 240 стр/мин срабатывают реле *Р6*, *Р9* и *Р10*. Теперь триггеры *ТГ2* и *ТГ3* включены последовательно.

Триггеры *ТГ1* и *ТГ2* охвачены обратной связью. В этих условиях обеспечивается деление частоты входного сигнала 3600 Гц на 6, в результате чего на вход усилителя питания двигателя подается напряжение частотой 600 Гц, что обеспечивает работу аппарата со скоростью развертки 240 стр/мин.

Усилитель усиливает сигнал синхронизации, а эмиттерный повторитель обеспечивает согласование схемы делителя частоты, питающегося от источника +5 В, с остальной схемой аппарата, который питается от источника —12,6 В. Усилитель мощности питания синхронного гистерезисного двигателя ГСД-321-10 состоит из двух каскадов двухтактных усилителей — предоконечного каскада усилителя мощности и оконечного (выходного) каскада усилителя мощности питания. С помощью потенциометров в цепях баз транзисторов осуществляется выравнивание токов коллекторов транзисторов обоих двухтактных каскадов, в результате чего исключается подмагничивание трансформаторов напряжением постоянной составляющей. Питание усилителя мощности производится от отдельного стабилизированного источника постоянного тока напряжением 12,6 В.

Синхронное вращение записывающего барабана осуществляется гистерезисным двигателем ГСД-321-10 через редуктор, имеющий постоянное передаточное число. Питание двигателя производится от вторичной обмотки выходного трансформатора усилителя мощности питания двигателя. Вторичная обмотка трансформатора имеет три отвода, предназначенных для получения различных четырех значений напряжения, необходимых для обеспечения работы на скоростях развертки 60, 90, 120 и 240 стр/мин. Переключение отводов вторичной обмотки выходного трансформатора, а также пусковых и рабочих емкостей конденсаторов двигателя, осуществляется при помощи контактов реле *Р3*, *Р6*, *Р9* и *Р10*.

4.7. РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ АППАРАТОМ

В приемном факсимильном аппарате Ф4ПН «Иней П» предусмотрены два режима управления аппаратом: ручное и автоматическое. При работе в режиме ручного управления переключатель В4 «Режим работы» устанавливается в положение «ЧМ ручной» или «АЧМ ручной». В этом случае с обмотки питания реле *Р21* отключается напряжение +27 В, на базу транзистора выходного каскада делителя частоты подается +27 В; такое же напряжение подается на кнопку *Кн3* с гравировкой «Пуск» и на переключатель *В1* блока питания. От того, в каком положении находится переключатель *В1*, к срабатыванию подготавливается одно из реле выбора скорости (*Р3*, *Р4*, *Р5* или *Р6*).

Контактами реле *Р21* (контакты *1—2*) отключается питание —12,6 В от схемы выбора модуля и от усилителя управляющих сигналов. До того как аппарат будет запущен нажатием кнопки *Кн1* или *Кн2*, устанавливается шаг развертки (0,265 или

0,53 мм/стр). После нажатия кнопки *Кн1* срабатывает электромагнит *ЭМ1* и включается шаг развертки 0,265 мм/стр. Одновременно загорается лампа *Л1*. После нажатия кнопки *Кн2* срабатывает электромагнит *ЭМ2* и включается шаг развертки 0,53 мм/стр. Одновременно загорается лампа *Л2*, а лампа *Л1* гаснет. Когда тумблер *В2* устанавливается в положение «Сеть», срабатывает реле *Р3* в электрическом блоке и реле *Р17* в блоке питания.

При установке шага развертки 0,53 мм/стр и нажатии кнопки *Кн1* срабатывает реле *Р7*. Контактами *10—11* реле *Р7* подключает +27 В к обмотке электромагнита *ЭМ2*. При установке шага развертки 0,265 мм/стр и нажатии кнопки *Кн1* срабатывает реле *Р2*. Реле *Р2* или реле *Р7* (в зависимости от выбранного шага развертки), сработав, своими контактами *4—5* подключает +27 В к обмоткам реле *Р13* и *Р15*. Контакты *7—8* реле *Р15* подключают +27 В к обмотке реле *Р8*. После срабатывания реле *Р8* самоблокируется (контактами *7—8*), подключает —27 В (контактами *1—2*) к обмоткам реле *Р3—Р6*, а +27 В подключает к обмотке реле *Р4* (контактами *4—5* реле *Р8*). Реле *Р4*, сработав, своими контактами *4—5* и *6—7* образует цепь питания электромагнита отвода линейки *ЭМ3* и двигателя *М2* (ускоренной протяжки бумаги). Реле *Р15* (контактами *9—7*) отключает цепь блокировки реле времени *РВ3*, после чего это реле запускается на 5 с.

От того, в каком положении установлен переключатель скоростей развертки *В1* с гравировкой «Стр/мин», срабатывает одно из реле *Р3—Р6*, что приводит к срабатыванию соответствующих реле *Р9—Р10* и *Р14*, которые управляют работой тракта синхронизации. Сработавшее одно из реле *Р3—Р6* своими контактами *7—9* разблокирует вход усилителя напряжения частоты синхронизации, двигатель *М1* запускается на установленной скорости развертки. От обмоток реле *Р2* и *Р7* контактами *1—3* отключается —27 В.

Сработавшее реле *Р19* самоблокируется и отключает +27 В от обмотки реле *Р24*. Это реле обесточивается, в результате чего своими контактами отключает двигатель *М2* (ускоренной протяжки электрохимической бумаги) и электромагнит *ЭМ3* (отвода линейки), а контактами реле *Р19* отключаются пусковые конденсаторы двигателя развертки *М1*. Замкнувшимися контактами реле *Р19* создается цепь срабатывания реле *Р18*, которое в свою очередь, сработав, своими разомкнувшимися контактами *1—3* отключает +27 В от обмоток реле *Р17* и *Р3*, которые отпускают; контактами *1—2* реле *Р18* подает сброс на реле времени *РВ3* — 5 с, а контактами реле *Р18* переключает времязадающие зарядные цепи реле времени *РВ1*, *РВ2* и *РВ3*, предопределяя тем самым время выдержки для каждого из этих реле времени в последующем, а именно для реле времени *РВ1* время выдержки составляет 9 с; для реле времени *РВ2* — 4 с и для реле времени *РВ3* — 11 с.

Реле *Р3*, отпустив, своими контактами создает цепь для подачи сигнала с выхода усилителя постоянного тока на пишущий электрод. Обесточенное реле *Р17* своими контактами переключает выход реле времени *РВ2* от обмотки *Р11* на обмотку *Р12*, контактами *4—5* отключает —12,6 В от схемы фазирования, а контактами *7—8—9* переключает выход реле времени *РВ3* с обмотки *Р19* к обмотке *Р20*.

В ручном режиме фазирование производится при помощи кнопок *Кн2* и *Кн1* (гравировка «Фаза»). При нажатии кнопки *Кн1* (гравировка «Фаза ▷») на схемы совпадения подается потенциал логического нуля «0» и через открытые ключи на выход схемы проходит сигнал несинхронной частоты 3690 Гц. Ротор двигателя М1 вращается со скоростью, превышающей на 10 % синхронную скорость, поэтому принимаемое изображение будет перемещаться вправо. При нажатии кнопки *Кн2* (гравировка « ◁ Фаза») потенциал логического нуля открывает ключ и через него на базу транзистора ключа управляемого LC-генератора подается смещение. Ключ открывается, и к обмотке трансформатора управляемого LC-генератора подключаются конденсаторы. Теперь на вход схемы делителя частоты поступит сигнал с частотой 3420 Гц, что на 5 % ниже синхронной частоты. Поэтому принимаемое изображение будет перемещаться влево.

Нажатием кнопки *Кн4* (гравировка «Стоп») осуществляется остановка аппарата. При нажатии кнопки *Кн4* срабатывает реле *Р12* и своими контактами отключает —27 В от обмоток реле *Р13*, *Р18*, *Р17* и *Р19*. Останавливается двигатель *М1*, реле *Р18* и *Р17* отпускают (обесточиваются) и своими контактами подключают +27 В к обмотке реле *Р3*, которое, сработав, подключает к выходу усилителя записи эквивалент нагрузки *R156* (сопротивление которого равно сопротивлению ЭХБ в месте соприкосновения с пишущими электродами в процессе записи). Сопротивление резистора эквивалента нагрузки *R156* равно 300 Ом. Когда кнопка *Кн4* отпущена, реле *Р12* обесточено. Своими контактами оно подключает —27 В к обмоткам реле *Р8*, *Р11*, *Р13*, *Р15*—*Р20*, и электрическая схема факсимильного аппарата приходит в исходное состояние.

В аппарате предусмотрена возможность перехода с ручного управления аппаратом на автоматическое управление в процессе приема изображения. При этом выбранный режим работы (ЧМ или АЧМ) сохраняется. В аппарате также предусмотрена блокировка усилителя двигателя *М1* с остановкой двигателя, если крышка механизма записи открывается или рулон ЭХБ в кассете заканчивается. В этих случаях зажигается сигнальная лампа *Л8* (гравировка «Конец бумаги»).

4.8. АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ АППАРАТОМ

В аппарате предусмотрен режим автоматического (дистанционного) управления приемным аппаратом со стороны передающего

факсимильного аппарата сигналами автоматического управления, передаваемыми по каналу связи. Сигналы автоматического управления приемным факсимильным аппаратом предназначены для автоматического запуска двигателя, выбора модуля, выбора скорости развертки, фазирования и остановки двигателя. Поступающие на вход аппарата сигналы схемой усилителя управляющих сигналов преобразуются в импульсы постоянного напряжения, которые используются для управления схемой автоматики. В систему автоматического управления аппарата входят: приемник управляющих сигналов, схема выбора модуля, счетчик импульсов, схема автоматического фазирования и схема остановки аппарата.

При входном сигнале контрастностью не менее 12 дБ двухкаскадный усилитель приемника управляющих сигналов обеспечивает углубление контрастности входного сигнала до 100 %. С выхода усилителя через конденсатор сформированный и отконтрастированный сигнал поступает на транзистор, выполняющий функции детектора и эмиттерного повторителя. Нагрузкой детектора является фильтр-пробка, при помощи которой отрицательные импульсы автоматического управления отфильтровываются от несущей частоты. С выхода эмиттерного повторителя пакеты импульсов орицательной полярности с частотой следования 300, 450 или 675 Гц поступают на схему выбора модуля и подготовки остановки. Фильтр-пробка пропускает только сигналы с частотой менее 10 Гц.

Продетектированный и отфильтрованный сигнал с нагрузки детектора управляет работой триггера Шмитта. Триггер Шмитта преобразует входные импульсы в импульсы прямоугольной формы. С его выхода импульсы дифференцируются RC-цепочкой и далее через диод поступают на усилитель. Затем сформированный сигнал через фазы поступает на вход эмиттерного повторителя и далее на вход счетчика импульсов.

Согласующий каскад выполнен на транзисторах типа *n-p-n* и предназначен для согласования по питанию схемы приемника управляющих сигналов (—12,6 В) со схемой фазирования (+5 В). На вход схемы фазирования поступают фазовые импульсы положительной полярности. При работе в автоматическом режиме выбор модуля 576 (шаг развертки 0,265 мм/стр) или 288 (шаг развертки 0,53 мм/стр) производится сигналами автоматического управления с частотой 300 Гц (модуль 576) или частотой 675 Гц (модуль 288). Частоты 300 или 675 Гц схемой ПУСа преобразуются в пакеты импульсов положительной полярности с частотой следования 300 или 675 Гц.

С выхода приемника управляющих сигналов сигналы выбора модуля поступают на входы избирательных усилителей схемы выбора модуля и схемы остановки двигателя *M1*. Избирательный усилитель представляет собой умножитель добротности, собранный по схеме с общим эмиттером. Уровень входного сигнала схемы выбора модуля не менее 0,6 В.

При совпадении частоты входного сигнала 300 Гц с частотой резонансного контура схемы выбора модуля 576 на выходе эмиттерного повторителя из сигнала прямоугольной формы частотой 300 Гц выделяется первая гармоника напряжением примерно 3,0 В. Выделенный сигнал детектируется диодами и накапливается на конденсаторе. Конденсатор предназначен для того, чтобы замедлить время открывания транзисторов до 0,5—0,8 с. Открывшийся транзистор образует цепь для срабатывания реле *Р2*. Сработав, реле *Р2* своими контактами замыкает цепь питания электромагнита *ЭМ1*, цепь питания сигнальной лампочки *Л1* (гравировка «0,265»), снимает блокировку с реле времени *РВ1* (4 с).

При поступлении входного сигнала с частотой 675 Гц в резонансе окажется контур схемы выбора модуля 288. Принцип работы этой схемы такой же, как был описан выше для схемы выбора модуля 576. В этом случае срабатывает реле *Р7* и своими контактами подключает +27 В к обмотке реле *Р1* и электромагниту *ЭМ2*. Сработав, реле *Р1* своими контактами самоблокируется и переключает +27 В с сигнальной лампочки *Л1* на сигнальную лампочку *Л2* с гравировкой «0,53». По прошествии 4 с от момента срабатывания реле *Р2* или *Р7* сработает реле времени *РВ1* (4 с) и образуется цепь для срабатывания реле *Р11*. Сработав, реле *Р11* самоблокируется, отключает блокировку +12,6 В схемы выбора скорости развертки, подготавливает разблокирование реле времени *РВ2* (8,6 с) выбора скорости, которое разблокируется при срабатывании реле *Р13*. По прекращении поступления сигнала выбора модуля отпускают реле *Р2* или *Р7*. Вследствие этого разрывается цепь питания электромагнита *ЭМ1* или *ЭМ2*, а реле *Р2* или *Р7* блокирует реле времени *РВ1* и разблокирует счетчик импульсов.

С целью предотвращения возможной ошибки в счете импульсов при выборе скорости используется схема запуска реле времени (выбора скорости) *РВ2* — 8,6 с от первого фазового импульса — с помощью реле *Р13*. Четкое срабатывание реле *Р13* от первого фазового импульса обеспечивается тем, что в цепь его срабатывания введена схема ключа, выполненная на транзисторах.

Схема счетчика импульсов состоит из шести триггеров, дешифратора, ключей, управляющих работой исполнительных реле и входного устройства. Входное устройство, построенное на базе транзистора и микросхемы, предназначено для согласования схемы счетчика импульсов (питание +5 В) со схемой приемника управляющих сигналов, которая питается от источника —12,6 В.

Применяемые в схеме счетчика импульсов микросхемы представляют собой три трехвходовых схемы И-НЕ. При сигнале «0» на любом из трех входов схемы И-НЕ на выходе схемы получим «1», при наличии сигнала «1» на всех входах схемы на выходе схемы получим «0». На основе логических элементов И-НЕ построены потенциальные триггеры счетной схемы. Каждый из триггеров состоит из шести элементов И-НЕ.

До начала выбора скорости развертки все триггеры устанавливаются в исходное состояние, к контактам микросхем подключается «0» (+12,6 В) с помощью реле *Р11, Р2* или *Р7*. По прекращении поступления сигналов выбора модуля взаимодействия через 5 с отпускает реле *Р2* или *Р7* и своими контактами отключает «0» (+12,6 В). Работой исполнительных реле *Р3—Р6* (выбора скорости развертки) управляют ключи.

Счетчик импульсов за время 8,75 с будет фиксировать количество импульсов, которое зависит от скорости развертки передающего факсимильного аппарата:

Скорость развертки, стр/мин .	60	90	120	240
Количество импульсов . . .	9	13	18	35

Одно из реле *Р3—Р6*, сработав своими контактами *7—8—9* самоблокируется и размыкает цепь блокировки выходного усилителя делителя частоты. Одновременно с реле *Р4* срабатывают реле *Р9, Р14* и *Р1*, а при срабатывании реле *Р5* срабатывают реле *Р10* и *Р2*. При срабатывании реле *Р6* срабатывают реле *Р9, Р10* и *Р1, Р2*.

Реле *Р3, Р6, Р9, Р10* и *Р14* коммутируют делитель частоты, что создает возможность получения необходимой для выбранной скорости развертки частоты выходного сигнала; коммутируют выходную обмотку трансформатора *Тр5* для получения необходимого напряжения питания двигателя, соответствующего выбранной скорости развертки, а также коммутируют пусковые и рабочие емкости двигателя *М1*.

Реле *Р15*, сработав, своими контактами *7, 8* включает реле *Р8*, контактами *9—7* разблокирует реле времени *РВ3* и реле *Р11*, которое отпускает. Контактами *4—5* реле *Р8* на 5 с подключает напряжение +27 В к обмотке реле *Р4*. Реле *Р4*, сработав, своими контактами *4—5, 7—6* включает электромагнит *ЭМ3* (отвода линейки) и мотор *М2* (ускоренной протяжки бумаги). Реле *Р8* своими контактами *10—11* подготавливает цепь срабатывания реле *Р11* от схемы подготовки остановки двигателя. Отпустив, реле *Р11* своими контактами *7—9* и *4—6* заблокирует счетные триггеры счетчика импульсов и реле времени *РВ2*. Через 5 с срабатывает реле времени *РВ3* и создать цепь включения реле *Р19*, которое, сработав своими контактами *7—8—9* размыкает цепь питания реле *Р4* и становится на самоблокировку. Магнит отвода линейки при этом отпускает, и отключается мотор *М2* (ускоренной протяжки бумаги).

Реле *Р19* своими контактами *1—2* замкнет цепь питания реле *Р18*, контактами *10—12* отключит пусковые емкости мотора *М1*, а контактами *4—5—6* переключит выход реле времени *РВ2* от обмотки реле *Р15* на обмотку реле *Р16*. Сработав, реле *Р18* заблокирует своими контактами *1—2* реле времени *РВ3*, контактами *1—3* размыкает цепь питания реле *Р3*, которое отпускает, и начинается запись принимаемого сигнала изображения.

Реле *Р18* своими контактами *4—5—6* перекоммутирует времязадающие цепи реле времени *РВ1* и *РВ2*, подготавливая на последующее время их выдержки *9*, *4* и *11* с, а контактами *1—3* реле *Р18* обесточит обмотку реле *Р17*. Реле *Р17* отпускает и своими контактами *7—8—9* подключит выход реле времени *РВ3* с обмотки *Р19* на обмотку *Р20*. Теперь факсимильный аппарат готов к фазированию.

В факсимильном аппарате предусмотрены меры по повышению помехозащищенности от ложного запуска двигателя развертки *М1*. Эти меры состоят в том, что в случае срабатывания схемы выбора модуля от сигнала помехи и при последующем невыборе скорости развертки (т. е. если ни одно из реле *Р3—Р6* не сработает) весь цикл работы реле *Р15*, *Р8*, *Р18* и *Р19* пройдет, как изложено выше. Однако реле *Р18*, сработав, своими контактами подключит +27 В на обмотку реле *Р19*, которое, сработав, своими контактами *3—4* прервет цепь питания —27 В реле *Р8*, *Р11*, *Р13*, *Р15*, *Р16*, *Р18* и *Р19* и, таким образом, вся схема приходит в исходное состояние. В этом случае следует перейти на ручной режим управления аппаратом и после окончания приема передаваемого бланка с изображением снова переключиться на работу в режиме автоматического управления (это при условии, что по окончании приема в ручном режиме передающий аппарат будет остановлен и передача следующего бланка с изображением начнется с полного цикла сигналов автоматического управления приемным аппаратом).

До окончания разгона двигателя *М1* аппарата схема автоматического фазирования заблокирована напряжением +12,6 В, поступающим через контакты сработавшего реле *Р17*. После разгона двигателя *М1* до синхронной скорости реле *Р19* и *Р18* срабатывают, а реле *Р17* отпускает и своими контактами *4—5* снимает блокировку со схемы фазирования. Схема автоматического фазирования так же, как счетчик импульсов, выполнена с применением микросхем, которые выполняют логическую функцию И-НЕ.

Длительность фазового импульса приемного факсимильного аппарата равна 33 % длительности строки, причем передний фронт этого импульса сдвинут на 1 % длины строки по ходу вращения записывающего барабана аппарата относительно истинного фазового положения. В аппарате предусмотрена при необходимости возможность кнопками *Кн1* и *Кн2* «◁Фаза▷» вручную подстроить фазовое положение («подфазировать» после окончания процесса автоматического фазирования).

В соответствии с установленными международными сигналами автоматического (дистанционного) управления приемными факсимильными аппаратами при остановленном двигателе передающего факсимильного аппарата на вход приемного аппарата по каналу связи поступает сигнал с частотой 450 Гц в течение 5 с после чего поступает сигнал «черного» в течение 10 с. Схема остановки двигателя при режиме автоматического управления аппаратом

состоит из резонансного усилителя с рабочей частотой 450 Гц и трех реле времени *РВ1*, *РВ2* и *РВ3*. При поступлении сигнала с частотой 450 Гц срабатывает резонансный усилитель и реле *Р11*, которое своими контактами *4—6* снимает блокировку реле времени *РВ2*. Указанное реле времени после переключения реле *Р18* (контактами *4—5*) оказывается настроенным на выдержку 4 с.

В том случае, если сигнал частотой 450 Гц поступает на вход аппарата более 4 с, то за это время от реле времени *РВ2* срабатывает реле *Р16* и своими контактами *4—5* самоблокируется, контактами *4—6* и *7—9* снимает блокировку с реле времени *РВ1* и *РВ3*, которые сейчас настроены на выдержку 9 с (реле *РВ1*) и на выдержку 11 с (реле *РВ3*). Реле времени *РВ1* срабатывает через 9 с, и сработает реле *Р12*, которое своими контактами *3—4* снимет —27 В с реле *Р8*, *Р11*, *Р13*, *Р15—Р20*. Аппарат остановится, и схема возвратится в исходное состояние.

4.9. РЕЛЕ ВРЕМЕНИ

В схему приемного факсимильного аппарата входят три аналогичных реле времени *РВ1*, *РВ2* и *РВ3*. В этих реле при помощи электромагнитного реле *Р18*, которое коммутирует дешифраторы, заложены следующие временные выдержки: в реле времени *РВ1* — выдержка 4 с для выбора модуля и 9 с для остановки аппарата; в реле времени *РВ2* — выдержка 8,75 с для выбора скорости развертки и 4 с для подготовки остановки аппарата; в реле времени *РВ3* — выдержка 5 с для разгона двигателя до синхронной скорости и 11 с для возвращения схемы остановки аппарата в исходное состояние в случае срабатывания схемы подготовки остановки от сигналов принимаемого изображения, близких по своим характеристикам к сигналам подготовки остановки двигателя.

Основой реле времени являются делители частоты, выполненные на Д-триггерах. Напряжение источника синхрочастоты (камертонного генератора) частотой 1200 Гц через триггер Шмитта поступает на вход делителя частоты (сначала на делитель, осуществляющий деление частоты на 10, затем на второй делитель частоты, осуществляющий деление на 10, а потом на делитель, осуществляющий деление на 3). Таким образом, деление исходной частоты 1200 Гц происходит последовательно на 10, затем полученная частота снова делится на 10 и далее полученная частота от второго деления на 3. Частота на выходе последнего делителя будет в 300 раз меньше исходной, т. е. 4 Гц. Аналогично следующие делители частоты на 2 позволяют получать частоты от 2 Гц до 0,0625 Гц, что соответствует временным интервалам от 0,25 до 8 с.

Реле времени *РВ1* состоит из четырех делителей на 2, дешифратора на 9 с, инвертора, ключей схемы ИЛИ. Реле времени *РВ2* состоит из шести делителей на 2, дешифратора на 8,75 с,

инвертора, ключей и схемы ИЛИ. Реле времени *РВ3* состоит из четырех делителей на 2, дешифраторов на 11 и 5 с, инверторов, ключей, схемы ИЛИ.

В исходном состоянии на сбросовые входы Д-триггеров реле времени *РВ1* подается +27 В (схема заблокирована). Со снятием блокировки начинают работать делители на 2 и через необходимый промежуток времени на выходе дешифраторов появится сигнал «1», который, инвертируясь и проходя через открытый ключ и схему ИЛИ, заставляет сработать транзисторный ключ, замыкающий цепь питания реле *Р11*. Подобным образом срабатывают остальные реле (*Р15*, *Р16*, *Р19* и *Р20*).

4.10. АКУСТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ВХОДНОГО СИГНАЛА. КОНТРОЛЬ УРОВНЯ ВХОДНОГО СИГНАЛА, ТОКА ЗАПИСИ И НАПРЯЖЕНИЯ СЕТИ

Акустический контроль наличия на входе факсимильного аппарата сигналов, поступающих по каналу связи от передающего факсимильного аппарата, осуществляется при помощи усилителя звукового контроля.

Усилитель звукового контроля состоит из предварительного усилителя и усилителя мощности. Со вторичной обмотки трансформатора сигнал звукового контроля поступает на динамическую головку *Гр*. С помощью потенциометра *R56* с гравировкой «Звук», расположенного на передней панели аппарата, можно регулировать громкость звукового контроля. Выходная мощность усилителя звукового контроля 0,5 Вт. При помощи тумблера *В9* усилитель звукового контроля может быть выключен (отключается напряжение питания усилителя звукового контроля).

Контроль уровня входного сигнала аппарата, контроль напряжения сети переменного тока, а также контроль тока записи на ЭХБ осуществляется измерительным прибором *ИП* (миллиамперметр и измерительный усилитель). Измерительный усилитель состоит из эмиттерного повторителя, коммутируемого в зависимости от уровня входного сигнала делителя, усилителя и детектора. Делитель, коммутируемый с помощью переключателя *В1а*, обеспечивает измерение уровня входного сигнала в пределах от —20 до +20 дБ. При измерении значения входного уровня следует к значению уровня, определяемого по шкале прибора, прибавить значение уровня, указанное на переключателе *В1*.

При измерении тока записи переключатель *В1а* необходимо установить в положение «Ток зап». В этом положении переключателя через ограничивающий резистор к измерительному прибору ИП подсоединяется шунт, который включен в цепь прохождения тока записи. Измерение входного уровня или тока записи необходимо производить при переключении тумблера В6 в положение «Измерение».

Напряжение сети переменного тока по измерительному прибору «ИП» контролируется при положении тумблера В6 «Сеть».

Если напряжение сети находится в пределах 220 В (+10 %, —15 %), то стрелка измерительного прибора должна устанавливаться в пределах красного сектора шкалы измерительного прибора.

4.11. ПИТАНИЕ АППАРАТА

Питание аппарата осуществляется от однофазной сети переменного тока напряжением 220 или 127 В и частотой 50 Гц. Предусмотрена также возможность питания аппарата от сети переменного тока 115 В (±10 %) и частотой 400 Гц. В блоке питания аппарата вырабатываются необходимые для работы стабилизированные напряжения: —12,6 В и 3 А, —12,6 В и 1,2 А, —27 В, —100 В. При включении тумблера *В2* «Сеть» (на передней панели блока питания) на первичную обмотку силового трансформатора подается напряжение сети. Тумблерами *В3* и *В4* осуществляется переключение сети (220, 127 или 115 В).

Стабилизатор напряжения 12,6 В и 3 А состоит из регулирующего измерительного элемента и усилителя постоянного тока. Регулирующий элемент схемы выполнен на транзисторах. Выходное напряжение стабилизатора сравнивается с опорным напряжением, а разностное напряжение усиливается и поступает на регулирующий элемент.

Источник опорного напряжения — стабилитрон и делитель выходного напряжения — составляет измерительный элемент. В цепь указанного делителя выходного напряжения включен потенциометр, при помощи которого производится регулировка выходного напряжения. Для ограничения проходящего через стабилитрон тока в схему введен резистор. С увеличением входного напряжения выходное напряжение стабилитрона возрастает и часть его, которая снимается с делителя, также возрастает, что вызывает увеличение отрицательного потенциала на базе транзистора усилителя обратной связи. Транзистор отпирается, что вызывает запирание остальных транзисторов и увеличение внутреннего сопротивления. В результате падение напряжения на основных транзисторах возрастает, компенсируя тем самым увеличение входного напряжения.

Стабилизатор 12,6 В и 1,2 А и стабилизатор 100 В имеют защиту от короткого замыкания.

ГЛАВА 5

АНАЛОГОВЫЙ ПРИЕМНЫЙ ФАКСИМИЛЬНЫЙ АППАРАТ ТИПА ФЗП21 «ФИАЛКА П»

5.1. ВВЕДЕНИЕ

Приемный факсимильный аппарат типа ФЗП21 «Фиалка П» относится к последнему поколению приемной факсимильной аппаратуры, предназначенной для приема черно-белых штриховых и полутоновых изображений наибольшего формата с одноцветным воспроизведением на электрохимическую бумагу типа ЭХБ-В. Приемный аппарат ФЗП21 «Фиалка П» рассчитан на работу по проводным (кабельным) выделенным стандартным каналам тональной частоты, радиоканалам в режимах частотной модуляции несущей или поднесущей частоты радиопередатчика и каналам тональной частоты через спутники связи. В отличие от ранее выпускавшихся нашей промышленностью приемных факсимильных аппаратов ФТАК-2П, ФАК-П, Ф4ПН «Иней П», приемный факсимильный аппарат ФЗП21 «Фиалка П» имеет следующие преимущества:

— построен на новой элементной базе (на микросхемах);

— в устройстве питания аппарата только три электромеханических реле;

— вследствие компактности электронного блока, в котором основная часть узлов размещена на шести платах и к которым обеспечен свободный доступ, значительно облегчен доступ к деталям схемы при ремонте;

— принципиально изменена конструкция пишущих электродов (барабан и линейка), в которой исключен сброс спирали во время работы аппарата (как это имеет место в ранее выпускавшихся приемных факсимильных аппаратах);

— стабилизация частоты синхронизации — кварцевая, со стабильностью $5 \cdot 10^{-7}$ относительных единиц, что на один порядок выше, чем в аппаратах, выпускавшихся ранее.

Указанные и некоторые другие инженерные решения, реализованные в процессе разработки аппарата, позволили существенно повысить устойчивость его работы, облегчить его техническую эксплуатацию, почти на треть уменьшить массу и габариты, значительно уменьшить металлоемкость и энергоемкость аппарата и существенно улучшить его дизайн. Аппарат настольного типа и состоит из одной упаковки.

5.2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1. Вид развертки — плоскостной; направление развертки — левое.

2. Скорости развертки: 60, 90, 120 и 240 стр/мин. Допустимое отклонение скорости от номинальной не более $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ относительных единиц. Диапазон регулирования скорости развертки не менее $\pm 3 \cdot 10^{-5}$ относительных единиц.

3. Модуль взаимодействия равен 576 при шаге развертки 0,265 мм/лин и 288 при шаге развертки 0,53 мм/лин. Отклонение модуля взаимодействия от номинала не более ± 1 %.

Таблица 1

Режим работы	Нормали девиации	Скорость развертки, стр/мин			
		60	90	120	240
АЧМ	1,5—2,3	3,8	3,8	2,5	—
	2,3—3,0	3,8	3,8	3,8	2,3
ЧМ	1,5—2,3	3,8	3,8	2,5	—
ЧМ ОБП	2,2—2,6	3,8	3,8	3,8	1,9

4. Общая длина строки ($477^{+7,5}_{-2,5}$) мм; полезная длина строки (453,5+6,5) мм.

5. Качания развертывающего элемента не более $\pm 0,15$ мм.

6. Диапазон изменения уровня мощности входного сигнала: от —40 до 0 дБ в режимах ЧМ и ЧМ ОБП; и от —20 до 5 дБ в режимах ЧМ и АЧМ.

7. Разрешающая способность в зависимости от скорости развертки и нормалей девиации (при непосредственном соединении между собой, без канала связи, приемного и передающего факсимильных аппаратов) указана в табл. 1.

8. Воспроизведение полутонов не менее 5 градаций оптических плотностей 15 (ти)-польного полутонового клина.

9. Носитель записи — электрохимическая бумага типа ЭХБ-В (рулоны длиной 484±2 мм, диаметром не более 60 мм; длина бумажного пакета в рулоне не менее 25 м).

10. Синхронизация автономная, кварцевая со стабильностью частоты $5 \cdot 10^{-7}$ относительных единиц. Предусмотрена возможность работы от внешнего источника синхрочастоты 1200 Гц напряжением 1,5±0,2 В и стабильностью частоты не ниже $\pm 5 \cdot 10^{-7}$ относительных единиц.

11. Предусмотрена возможность работы аппарата в режиме дистанционного (автоматического) управления со стороны передающего факсимильного аппарата. Обеспечивается автоматический выбор модуля взаимодействия, скорости развертки, включение и отключение строчной развертки, кадровой развертки и записи изображения.

12. Входное сопротивление аппарата — 600±90 Ом.

13. Отношение сигнал/шум — не менее 21 дБ для ЧМ-сигнала и 28 дБ для АЧМ и ЧМ ОБП-сигналов.

14. Источник питания — сеть переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц или сеть переменного тока напряжением 115 В и частотой 440 Гц. Отклонения напряжения сети переменного тока от +10 % до —15 % от номинального значения.

15. Потребляемая мощность — не более 100 В·А.

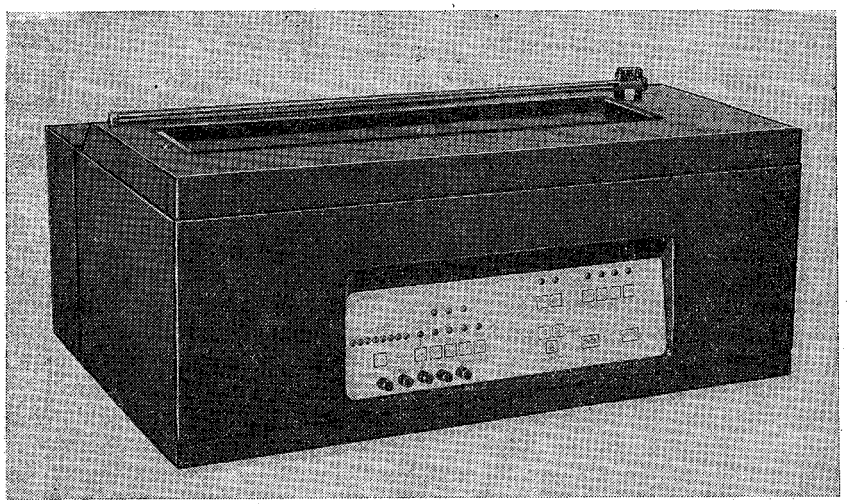
16. Масса аппарата — не более 60 кг.

17. Габариты: 590×400×380 мм.

18. Аппарат рассчитан на круглосуточную работу (с коэффициентом использования $K_и$, равным 0,8) в закрытых отапливаемых стационарных помещениях при температуре окружающего воздуха 278—323 К (5—50 °С), относительной влажности воздуха до 90 % при температуре 298 К (25 °С) и атмосферном давлении не ниже 61,3 кПа (460 мм рт. ст.).

5.3. УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ПРИЕМНОГО ФАКСИМИЛЬНОГО АППАРАТА ФЗП21 «ФИАЛКА П»

На рис. 5.1 показан внешний вид приемного факсимильного аппарата ФЗП21 «Фиалка П», а на рис. 5.2 (вкл) приведена



5.1. Внешний вид приемного факсимильного аналогового аппарата типа ФЗП21 «Фиалка П».

его электрическая функциональная схема. Формирование сигналов, поступающих по проводным (кабельным) каналам тональной частоты, от радиоприемного устройства или по каналам через спутник связи, осуществляется в плате приема, устройствах синхронизации, автоматического управления, устройствах управления построчной и кадровой развертками. В аппарате использу-

ется синтезирующее устройство с открытой записью на электрохимическую бумагу типа ЭХБ-В.

Пишущими электродами являются спираль и контактирующая со спиралью пишущая линейка. В процессе работы аппарата при вращении барабана точка касания спирали и линейки, между которыми непрерывно происходит протяжка электрохимической бумаги, фиксирует развертывающий элемент, который, перемещаясь слева направо вдоль оси барабана, образует строку развертки. Одновременно электрохимическая бумага за один полный оборот спирали при помощи протяжных валиков протягивается в направлении кадровой развертки на величину шага развертки. Оптическая плотность записи (степень почернения) изображения на ЭХБ пропорциональна току, проходящему через ЭХБ, которая непрерывно протягивается между пишущими электродами.

От синхронного гистерезисного двигателя типа Г32УХЛ4 через редуктор с коэффициентом передачи 1 : 25 передается движение барабану со спиралью. В зависимости от скорости развертки на обмотки гистерезисного двигателя подается напряжение необходимой частоты. При скорости развертки 60 стр/мин напряжение на обмотки двигателя подается с частотой 100 Гц, при скорости 90 стр/мин — 150 Гц, при скорости 120 стр/мин — 200 Гц и при скорости 240 стр/мин — 400 Гц. В каждой обмотке двигателя напряжение сдвинуто по фазе на 120°.

Привод кадровой развертки состоит из двигателя постоянного тока типа ДПМ-30-Н1-0,5 и редуктора. Электрической схемой аппарата (платой приема, устройствами автоматического управления, устройствами управления разверткой) осуществляется формирование сигналов записи.

5.4. ТРАКТ ПРИЕМА И ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛА

Факсимильные сигналы из канала связи (или с выхода радиоприемного устройства) поступают на первичную обмотку входного трансформатора *T1*. С вторичной обмотки этого трансформатора сигнал поступает на вход полосового фильтра. Назначение входного трансформатора состоит в согласовании по модулю выходного сопротивления канала связи с характеристическим сопротивлением полосового фильтра. Полосовой фильтр с полосой пропускания 0,3—2,8 кГц состоит из фильтра нижних частот с частотой среза 2,8 кГц и фильтра верхних частот с частотой среза 0,3 кГц. Полосовой фильтр выполнен на операционных усилителях и предназначен для повышения помехоустойчивости (включается при помощи переключателя *S1*). С целью защиты операционного усилителя от входных сигналов, превышающих по уровню допустимые значения, на входе его включены диоды типа 2Д522Б. С выхода полосового фильтра 0,3—2,8 кГц сигнал поступает на схему автоматической регулировки уровня, а также на потенциометр ручной установки уровня АЧМ-сигнала (потенциометр расположен на плате управления).

Автоматический регулятор уровня поддерживает на выходе постоянный уровень сигнала с возможным изменением в пределах 10 % в том случае, если уровень АЧМ-сигнала изменяется от —20 до +5 дБ. Автоматический регулятор уровня сигнала состоит из усилителя с управляемым коэффициентом усиления напряжения, регулируемого резистора на согласованной паре полевых транзисторов, усилителя на транзисторе типа 2Б312Т и пикового детектора типа 2Д103А.

С выхода автоматического регулятора усиления сигнал одновременно поступает на частотный детектор, усилитель и потенциометр с гравировкой «Звук» устройства звукового контроля входного сигнала (потенциометр расположен на плате управления).

При работе в ручном режиме сигнал после полосового фильтра 0,3—2,8 кГц поступает на второй вход усилителя, с выхода которого АМ или АЧМ-сигнал поступает на амплитудный детектор, выполняющий функцию двухполупериодного детектирования сигнала. Преобразование сигнала с выхода АРУ в широтно-импульсно-модулированный сигнал осуществляется частотным детектором. Частотный детектор состоит из усилителя-ограничителя и триггера Шмитта (микросхемы 140УД20А), формирователей переднего и заднего фронтов (микросхемы 564ЛА7).

Назначение усилителя-ограничителя — формирование симметричного прямоугольного сигнала при изменении входного сигнала в пределах от —40 до 0 дБ. Усилитель-ограничитель, собранный на операционном усилителе, обеспечивает формирование прямоугольного ЧМ-сигнала за счет большого коэффициента усиления по переменному току и ограничительных диодов типа 2Д522Б, включенных в цепь отрицательной обратной связи операционного усилителя. С выхода усилителя-ограничителя ЧМ-сигнал поступает на триггер Шмитта, собранный на операционном усилителе (микросхема 140УД20А).

Триггер Шмитта, входящий в состав частотного детектора, предназначен для формирования сигнала с крутыми фронтами. При помощи диода (микросхема 564ЛА7) отрицательная часть ЧМ-сигнала отсекается, а положительная — пропускается на формирователи фронтов. На выходе микросхемы 564ЛА7 формируются короткие импульсы от каждого фронта ЧМ-сигнала. При помощи этих коротких импульсов запускается широтно-импульсный модулятор.

Модулятор собран на микросхемах 564ТМ2, 564ЛА7 и 564КТ3.

С помощью переключателя *S3* осуществляется установка нормалей девиации при работе в режиме ЧМ (1,5—2,3 кГц) и при работе в режиме ЧМ ОБП (2,2—2,6 кГц).

С выходов амплитудного и частотного детекторов преобразованные сигналы поступают на коммутатор *1*, осуществляющий электронную коммутацию сигналов в соответствии с выбранным режимом работы: АЧМ, ЧМ или «Тест» (проверка). Соответственно выбранному режиму нажимается одна из кнопок *S1*, *S2*

или *S3*, расположенных на плате управления. При этом если нажать кнопку *S1* АЧМ, то коммутатор 1 пропускает детектированный сигнал с выхода амплитудного детектора; если нажать кнопку *S2* ЧМ, — то широтно-импульсный сигнал с выхода частотного детектора; если нажать кнопку *S3* «Тест», — то тест-сигнал, сформированный в устройстве автоматического управления.

С выхода коммутатора 1 сигнал поступает на фильтр нижних частот (частота среза 1,8 кГц), который состоит из трех фильтров: двух фильтров с частотами среза 1,8 кГц, выполненных на операционных усилителях, и одного Т-образного RC-фильтра с частотой среза 1,5 кГц, который включается переключателем при работе в режиме амплитудной модуляции. Последовательно включенные фильтры нижних частот 1,8 кГц обеспечивают на выходе усилителя получение частоты среза 1,3 кГц.

Через коммутатор *2* (выполняющий электронную коммутацию выходных сигналов) сигнал с фильтров поступает на формирователь, измерительный усилитель и корректор. Функции формирователя — формирование импульсов прямоугольной формы, поступающих в устройство автоматического управления. Назначение измерительного усилителя — усиление сигнала до необходимого уровня, достаточного для индикации светодиодной линейки. Корректор осуществляет коррекцию фронтов видеосигнала. Таким образом, в тракте приема и преобразования факсимильного сигнала предусмотрено выполнение функций по сужению полосы входного сигнала с целью сокращения помех при приеме факсимильного сигнала (что особенно важно при приеме по радиоканалу связи), автоматическая регулировка уровня, необходимая для ослабления влияния фединга (затухания), а также выполнение различных функций, связанных с преобразованием сигнала и др.

Контрастность принимаемого по факсимильной связи на носитель изображения повышается за счет увеличения соотношения между уровнями полезного сигнала «черное» и сигнала различных помех «белое». Повышение контрастности принимаемого изображения осуществляется ограничителем «белого», который состоит из источника опорного напряжения, делителя опорного напряжения, антилогарифматора, повторителя, амплитудного детектора. Коэффициент усиления управляется напряжением на микросхеме 140УД20А и регулируется резистором на согласованной паре полевых транзисторов. Изменение напряжения отсечки «белого» и одновременное изменение коэффициента усиления производится с помощью потенциометра *R5* («Контраст»), находящегося на плате управления. С этого потенциометра напряжение поступает по цепи «Ограничение белого» на затворы согласованной пары полевых транзисторов.

Изменением напряжения осуществляется изменение сопротивления канала «Сток—исток» указанных полевых транзисторов, которые включены в плечо делителя опорного напряжения и в цепь

обратной связи амплитудного детектора. Так осуществляется одновременное воздействие на уровень отсечки «белого» и на коэффициент усиления, компенсирующий изменение уровня отсечки «белого». На выходе амплитудного детектора включен диодный ограничитель типа 2Д522Б, ограничивающий амплитуду сигнала рисунка по максимуму с целью предотвращения прожигания ЭХБ, вызванного повышением тока записи выше допустимой нормы.

С выхода диодного ограничителя сигнал рисунка поступает на измерительный ограничитель, предварительный усилитель и потенциометр *R6* (гравировка «Плотность»), с помощью которого изменяют уровень «черного» (потенциометр расположен на плате управления). Предварительный усилитель усиливает сигнал рисунка до требуемого уровня раскачки усилителя записи. Уровень сигнала «черного» для каждой скорости развертки на выходе усилителя (микросхема 140УД20А) постоянный. С эмиттера транзистора усиленный сигнал рисунка поступает через устройство питания в устройство сигнализации. Коллекторной нагрузкой транзистора является усилитель записи, который расположен в питающем устройстве.

Измерительный усилитель усиливает сигнал рисунка до величины, достаточной для индикации на светодиодной линейке платы управления уровня. Два переключателя измерительного усилителя осуществляют коммутацию сигналов: сигнал с выхода фильтра нижних частот 1,8 кГц при измерении уровня входного сигнала и сигнал с выхода ограничителя «белого» при измерении тока записи.

Устройство сигнализации выполняет две функции: звукового контроля сигнала, поступающего из канала связи (или с радиоприемного устройства при приеме по радиоканалу), и звуковой сигнализации о неисправности в цепи тракта записи. Если переключатель «Звук» включен, выходной сигнал с автоматического регулятора усиления будет поступать на потенциометр *R3* «Звук», который расположен на плате управления. С помощью движка этого потенциометра устанавливается необходимая громкость звука. С движка этого же потенциометра сигнал также поступает на контакт «Уровень звука» платы приема и затем через разделительную емкость на вход усилителя низкой частоты. С выхода усилителя усиленный по мощности сигнал поступает на громкоговоритель типа НА1 0,5 ГДШ-1, который расположен в электронном блоке.

5.5. ТРАКТ СИНХРОНИЗАЦИИ

Тракт синхронизации аппарата предназначен для обеспечения синхронного вращения развертывающего барабана со спиралью на всех скоростях развертки при шагах развертки 0,265 и 0,530 мм/стр, а также для обеспечения всеми необходимыми ча-

стотами в процессе фазирования аппарата. Тракт синхронизации состоит из кварцевого генератора, двух сумматоров (сумматоры 1 и 2), делителя на 144, двух формирователей опорных импульсов (формирователи 1 и 2), коммутатора фазирования, формирователя частот фазирования, коммутатора частот синхронизации, управляемого генератора, формирователя импульсов управления, умножителя частоты на 2, распределителя импульсов, формирователя импульсов меток, частотно-фазового детектора и фильтра.

Источником частоты синхронизации аппарата является кварцевый генератор с номинальной частотой 2764,8 кГц. Схема и принцип работы кварцевого генератора изложены в п. 2.5. Кварцевый генератор состоит из мультивибратора, делителя частоты на 4 и формирователя напряжения частоты синхронизации. Мультивибратор работает в автоколебательном режиме. Частота генерации мультивибратора определяется частотой кварцевого генератора и равна 2764,8 кГц. Кварцевый резонатор включен в цепь обратной связи мультивибратора. Колебания частотой 2764,8 кГц с выхода мультивибратора поступают на делитель на 4 (микросхема 134ТВ14).

В результате деления номинальной частоты кварцевого генератора 2764,8 кГц на 4, на выходе делителя на 4 частота становится равной 691,2 кГц. Напряжение этой частоты поступает на усилитель напряжения, собранный на транзисторе типа 2Т312Б. С выхода усилителя напряжения сигнал частотой 691,2 кГц поступает на формирователь напряжения частоты синхронизации (транзистор типа 2Т312Б), обеспечивающий преобразование уровня сигналов микросхемы ТТЛ в уровень микросхемы МОП. Далее импульсы напряжения частотой 691,2 кГц с выхода генератора поступают на сумматор 1. Подстройка частоты синхронизации осуществляется схемой, состоящей из сумматора 1, управляемого генератора, формирователя импульсов управления и формирователя опорных импульсов 1.

Рассмотрим принцип работы схемы подстройки частоты синхронизации. Сумматор 1 и управляемый генератор, а также формирователь импульсов управления и формирователь опорных импульсов 1 обеспечивают регулирование частоты синхронизации в пределах не менее $\pm 3 \cdot 10^{-5}$ отн. ед. С выхода формирователя опорных импульсов (микросхема 564ТМ2) на вход сумматора 1 (микросхема 564ЛА8) поступают импульсы частотой 48 Гц и длительностью, равной периоду частоты 345,6 кГц. На выходе сумматора 1 выделяются импульсы разностной частоты. С движка потенциометра *R54* («Синхр.») платы управления напряжение поступает на генератор (микросхема типа 564ЛА7). Это напряжение преобразуется в частоту, которая поступает на формирователь импульсов управления (микросхема типа 564ТМ2). В результате выделенные в диапазоне частот 10—80 Гц импульсы длительностью, равной периоду частоты 345,6 кГц, поступают на сумматор 1 и добавляются к разностной частоте (345,6 кГц — 48 Гц) в микросхеме типа 564ЛА7.

Из изложенного видно, что при изменении напряжения на входе управляющего генератора можно изменять частоту следования импульсов 345,6 кГц в пределах $\pm 3 \cdot 10^{-5}$ отн. ед.

Для осуществления процесса фазирования приемного факсимильного аппарата Ф3П21 «Фиалка П» используются несинхронные частоты. Формирование несинхронных частот, а также обеспечение синхронного вращения двигателя развертки осуществляется формирователем частот фазирования совместно с коммутатором фазирования. Несинхронные частоты (+10 %, —5 %, +1,5 % от синхронной частоты) используются в процессе автоматического (дистанционного) фазирования приемного факсимильного аппарата. Когда прием производится в автоматическом режиме, фазовые импульсы передатчика, поступающие на микросхему 564ЛА7, представляют собой импульсы прямоугольной формы положительной полярности и имеют длительность, равную 5 % времени приема одной строки. При этом передние фронты этих импульсов выделяются на выходе формирователя (микросхема 564ЛА7) и далее через инвертор (микросхема 564ЛА7) поступают (положительной полярностью) на входы микросхем типа 564ЛА8 и 564ЛА7.

Собственные фазовые импульсы факсимильного приемного аппарата представляют собой импульсы положительной полярности длительностью 30 % времени развертки одной строки. Фазовые импульсы, вырабатываемые приемным факсимильным аппаратом, поступают на формирователь (микросхема типа 564ЛН2), а с его выхода — на входы микросхем 564ЛА7 и 564ЛА8. Одновременно сформированные фазовые импульсы приемного факсимильного аппарата после инвертирования на микросхеме 564ЛА7 поступают на входы микросхем 564ЛА7 и 564ЛА8. При несовпадении фазовых импульсов факсимильного передающего аппарата с фазовыми импульсами приемного факсимильного аппарата на выходе микросхемы 564ЛА7 появится потенциал «1» на контакте 2, а при их совпадении потенциал «1» появится на контакте 4.

Триггеры (микросхемы 564ТР2 в коммутаторе фазирования) устанавливаются в исходное положение с помощью импульса «Сброс фазирования», который поступает из устройства автоматического управления после выбора скорости и пуска развертки. На выходах триггеров в автоматическом режиме устанавливается «1». В результате этого на входы микросхем 564ЛА8 поступает запрещающий потенциал «0» с выходов соответствующих инверторов (микросхемы типа 564ЛА7). Потенциал «0» с выхода инвертора запрещает формирование несинхронных частот по входу микросхемы 564ЛА7 в частотно-фазовом детекторе. Вместе с этим открывается ключ (микросхема 564ЛА8 в делителе фазирования), так как на его входы 2, 3 и 4 поступает разрешающий потенциал «1» с выходов триггеров (микросхема 564ТР2 в коммутаторе фазирования).

На вход микросхемы 564ЛА8 (коммутатор фазирования) поступают импульсы напряжения частотой 2,4 кГц автономного или

внешнего источника синхронизации. Переключение с автономного источника синхронизации на внешний источник синхронизации или наоборот осуществляется движковым выключателем с гравировкой «Синхронизация внутренняя/внешняя».

Синхронная частота 2,4 кГц поступает на расширитель импульсов (микросхема типа 564ТМ2 в сумматоре) и с его выхода импульс синхронной частоты 2,4 кГц поступает на делитель (микросхема 564ИЕ10) коммутатора частоты синхронизации. На выходах 3, 4 и 5 формируются синхронные частоты 600, 1200 и 2400 Гц, а на выходе ключа (микросхема 564ЛА8 в коммутаторе частоты синхронизации) — частота 900 Гц. В соответствии со скоростью развертки, на которой производится работа приемного факсимильного аппарата, одна из указанных четырех синхронных частот с выхода 1 микросхемы 564ЛА7 (коммутатор частоты синхронизации) поступит в устройство управления разверткой, в котором осуществляется формирование импульсов питания обмоток гистерезисного синхронного двигателя *М1*.

При исходном несовпадении переднего фронта фазовых импульсов приемного факсимильного аппарата с передним фронтом фазовых импульсов передающего факсимильного аппарата на выходе ключа (микросхема 564ЛА7 в коммутаторе фазирования) появляется «1», которая переводит выход триггера (микросхема 564ТР2 в коммутаторе фазирования) в состояние, противоположное исходному (т. е. в потенциал «0»). Такое положение приводит к тому, что ключ микросхемы 564ЛА8 (в делителе фазирования) будет закрыт (на входе микросхемы появится потенциал «0», запрещающий прохождение синхронной частоты), а ключ микросхемы 564ЛА7 откроется (на выходе этой микросхемы появится потенциал «1») и первая несинхронная частота (+10 % от синхронной частоты поступит на вход расширителя импульсов.

Через небольшой промежуток времени передний фронт фазовых импульсов факсимильного передающего аппарата будет совпадать с фазовыми импульсами приемного факсимильного аппарата, а на выходе микросхемы 564ЛА7 (в коммутаторе фазирования) появится потенциал «1», который переведет выход триггера (микросхема 564ТР2 в коммутаторе фазирования) в состояние, противоположное исходному. Теперь через ключ микросхемы 564ЛА8 и микросхему 564ЛА7 делителя фазирования будут поступать импульсы второй несинхронной частоты (—5 % от синхронной).

Через небольшой промежуток времени из-за несинхронности скоростей разверток приемного и передающего факсимильных аппаратов фазовые импульсы передающего факсимильного аппарата и фазовые импульсы приемного факсимильного аппарата перестанут совпадать, и потенциал «1», который появится на выходе микросхемы 564ЛА7 (в коммутаторе фазирования) переведет выход триггера (микросхема 564ТР2 в коммутаторе фазирования) в состояние, противоположное исходному. В связи с этим

через ключи микросхем 564ЛА8 и 564ЛА7 будут поступать импульсы третьей несинхронной частоты (+1,5 % от синхронной частоты).

При совпадении фазовых импульсов передающего и приемного факсимильных аппаратов появляющийся на выходе микросхемы потенциал «1» переключит выход 1 триггера (микросхема 564ТР2 в коммутаторе фазирования) в состояние, противоположное исходному. Тогда на входе ключа (микросхемы 564ЛА7 (коммутатор фазирования) появится потенциал «1», а на выходе микросхемы 564ЛА7 (распределитель импульсов) появится потенциал «0».

Появившийся потенциал «0», воздействуя на Е-вход триггера (микросхема 564ТР2 в коммутаторе фазирования), переведет все его четыре триггера в третье состояние (обрыв выходов). В свою очередь, перевод всех четырех триггеров в состояние, когда происходит обрыв их выходов, приведет к тому, что ключи (микросхемы 564ЛА8 и 564ЛА7 в делителе фазирования) закроются, в результате чего прекратится прохождение третьей несинхронной частоты. Ключ микросхемы 564ЛА8, на входы которой поступают фазовые импульсы передающего аппарата, откроется для прохождения синхронной частоты, так как на входах микросхем 564ЛА7 и 564ТМ2 в сумматоре и микросхемы 564ТМ2 в формирователе импульсов управления установлены потенциалы «1».

С окончанием процесса фазирования несовпадение начальных фаз развертывающих элементов на передающем и приемном факсимильных аппаратах будет находиться в пределах ±2 % от полезной длины строки. Формирователь частот фазирования поочередно переключает ключи совпадения (микросхемы 564ЛА8), на которые выведены с выходом триггеров (микросхемы 564ТР2) цепи таким образом, чтобы в момент прихода 3, 24 и 14-го импульсов на выходе схемы ИЛИ (микросхема 564ЛА8) формирователь 3, 24 или 14-й импульсы. На ключе микросхемы 564ЛА7 (частотно-фазовый детектор) к указанным добавляется еще 128-й импульс. В результате при наборе счетчиком (микросхема 564ИЕ10 (в делителе фазирования) 131, 152 или 142-го импульса, что зависит от состояния триггеров микросхемы 564ТР2, на выходе ключа микросхемы 564ЛА7 и схемы ИЛИ (микросхема 564ЛА7) будет формироваться импульс сброса счетчика (микросхема 564ИЕ10). На выходе этой микросхемы будет образована последовательность коротких импульсов соответствующих несинхронных частот: 2638, 2274 или 2434 Гц (345 600 : 131 = 2638, 345 600 : 152 = 2274 или 345 600 : 142 = 2434).

Короткие импульсы синхронных частот с выхода формирователя частот поступают на расширитель длительности импульсов (микросхема 564ТМ2 в сумматоре) и далее расширенный импульс частоты синхронизации поступает на коммутатор частоты синхронизации. В соответствии с выбранной скоростью в коммутаторе частоты синхронизации осуществляется коммутация частоты синхронизации 5600, 900, 1200 или 2400 Гц. Одна из указанных ча-

стот с выхода микросхемы 564ЛА7 (в коммутаторе частоты синхронизации) поступает в устройство управления разверткой.

В ручном режиме включение в работу устройства фазирования осуществляется с помощью кнопок *10* («Фаза») и *S11* («Фаза»), расположенных на плате управления. Если нажать кнопку *S10* («Фаза»), на входы микросхемы 564ЛА7 (коммутатор фазирования) поступает уровень «0». На входах 1 и 3 этой микросхемы появится потенциал «1», вследствие чего открывается ключ (микросхема 564ЛА8) по входу 2, что обеспечивает коэффициент деления 131 для формирования фазирования и частоты 2638 Гц на выходе микросхемы 564ИЕ10 делителя фазирования. При этом двигатель строчной развертки *M1* в приемном факсимильном аппарате будет вращаться быстрее, чем двигатель в строчной развертке передающего факсимильного аппарата. Окончание фазирования определяется по записи, визуально.

Если необходимо сместить фазовое положение в другую сторону, нажимают кнопку *S11* («Фаза»), в результате чего ключ (микросхема 564ЛА8) по входу 9 открывается, обеспечивая тем самым коэффициент деления, равный 152. На выходе микросхемы 564ИЕ10 (делитель фазирования) формируется частота 2274 Гц. В этом случае двигатель *M1* строчной развертки приемного факсимильного аппарата начинает вращаться медленнее двигателя строчной развертки передающего факсимильного аппарата. С окончанием процесса ручного фазирования и отключением кнопок *S10* («Фаза») или *S11* («Фаза») ключ микросхемы 564ЛА8 оказывается закрытым, а ключ микросхемы 564ЛА8 по входам 2, 3, 4 открывается. На выходе микросхемы 564ИЕ10 формирователя частоты фазирования формируется синхронная частота 2400 Гц.

Если исходная частота синхронизации поступает от внешнего источника синхронизации, то умножитель частоты удваивает частоту 1200 Гц, поступающую от этого источника. Частота от внешнего источника синхронизации поступает на формирователь импульсов (транзистор 2Т312Б). С его коллектора импульсы прямоугольной формы поступают на формирователь импульсов переднего и заднего фронтов (микросхемы 564ЛА7 в удвоителе частоты), после чего указанные импульсы поступают на микросхему 564ЛА7. В зависимости от положения выключателя *S1* «Синхронизация. Внутренняя/внешняя» на выходе микросхемы 564ЛА7 появятся импульсы частоты 2400 Гц внутренней или внешней синхронизации.

В схему управления двигателем подачи (*M2*) входят: распределитель импульсов, формирователь опорных импульсов 2, формирователь импульсов меток, частотно-фазовый детектор и фильтр. Сущность схемы управления двигателем подачи (т. е. в направлении кадровой развертки) состоит в сравнении как по частоте, так и по фазе поступающих из электромеханического блока импульсов меток с опорными импульсами частоты синхронизации. Это сравнение осуществляется частотно-фазовым детек-

тором. Результатом такого сравнения является управляющее напряжение, которое подается на двигатель подачи *М2*.

С датчика скорости вращения двигателя подачи, состоящего из оптрона и диска с 50 метками, установленного на валу двигателя, поступают импульсы меток. Импульсы меток поступают на формирователь (микросхема 564ЛН2). Сформированные на выходе этой микросхемы прямоугольные импульсы поступают на формирователь импульсов меток (микросхема 564ТМ2), на выходе которого формируются импульсы меток с длительностью, соответствующей частоте 345,6 кГц. Распределитель импульсов, собранный на микросхемах 564ЛА7 и 564ТМ2 (расположенных в распределителе импульсов), выделяет импульсы с частотой 345,6 кГц для синхронизации формирователя импульсов меток и формирователя опорных импульсов 2, сдвинутые между собой на 180°.

Опорные импульсы частоты синхронизации, соответствующие частоте 345,6 кГц, формируются на выходе формирователя опорных импульсов 2. Опорные импульсы, сдвинутые относительно импульсов меток по фазе на 180°, поступают на сумматор 2 (микросхема 564ЛА7). На выходе сумматора 2 формируется сумма опорных импульсов и импульсов меток, которая используется для синхронизации частотно-фазового детектора.

В зависимости от скорости вращения двигателя *М2* на выходе частотно-фазового детектора будет: потенциал «0», если скорость вращения двигателя меньше заданной (количество импульсов с датчика меток меньше количества импульсов опорной частоты в единицу времени) и двигатель работает в режиме разгона; потенциал «1», если скорость вращения больше заданной (количество импульсов с датчика меток точно равно количеству импульсов опорной частоты) и двигатель работает в режиме торможения.

Если двигатель работает в режиме разгона, то между двумя последовательными импульсами датчика меток появляются два или больше импульсов опорной частоты. Если двигатель работает синхронно, может случиться, что две серии опорных импульсов и импульсов датчика меток совпадут. Такое состояние триггеров является запрещенным, и поэтому в схемах формирователей импульсов тактирующие импульсы одной частоты сдвинуты по фазе на 180°. Поскольку скорость вращения двигателя под влиянием возмущающих воздействий изменяется, на выходе частотно-фазового детектора вырабатывается сигнал, приводящий к изменению длительности широтно-импульсно-модулированного сигнала.

В режиме разгона на выходе триггера (микросхема 564ТВ1, расположенная в частотно-фазовом детекторе) будет состояние потенциала «1». Режим разгона двигателя *М2* сохранится до тех пор, пока импульсы датчика меток не будут строго чередоваться с импульсами опорной частоты. В этом случае на выходе микросхемы 564ЛА7 делителя фазирования в синхронном режиме

всегда будет присутствовать потенциал «0», а на выход микросхемы 564ЛА7 в делителе фазирования поочередно будут поступать импульсы датчика меток и импульсы опорной частоты, воздействуя на К-вход триггеров (микросхемы 564ТВ1 в делителе фазирования). По этой причине на выходе указанной микросхемы будет постоянно присутствовать потенциал «1», позволяющий импульсам опорной частоты и импульсам датчика меток поочередно проходить через ключи, собранные на микросхеме 564ЛА7 (в частотном детекторе) и К-входы триггера (микросхема 564ТВ1 в фазовом детекторе). В фильтре (микросхема 140УД20А) выделяется сигнал рассогласования. В то же время схема, собранная на микросхеме 140УД20А и расположенная в фильтре, является вычитающей. Из снимаемого с RC-фильтра постоянного уровня, зависящего от скорости и модуля, вычитается сигнал рассогласования. Сигнал управления двигателем с выхода фильтра поступает в устройство управления разверткой.

5.6. ТРАКТ ДИСТАНЦИОННОГО (АВТОМАТИЧЕСКОГО) УПРАВЛЕНИЯ ПРИЕМНЫМ ФАКСИМИЛЬНЫМ АППАРАТОМ

Автоматическое управление приемными факсимильными аппаратами осуществляется передающим факсимильным аппаратом по каналу связи при помощи сигналов автоматического управления, соответствующих рекомендациям МККТТ и ВМО. Практически стандартные сигналы автоматики применяются всеми странами не только для внутренних, но и для международных факсимильных связей.

При помощи сигналов автоматического управления приемными факсимильными аппаратами осуществляется автоматический запуск аппарата, фазирование, выбор скорости развертки, выбор модуля взаимодействия и остановка аппарата, что освобождает обслуживающий персонал от выполнения этих операций вручную. В приемных факсимильных аппаратах функции по приему сигналов автоматики и преобразованию этих сигналов, а также использованию их исполнительными узлами выполняет тракт автоматического (дистанционного) управления аппаратами.

В приемном аппарате ФЗП21 «Фиалка П» тракт автоматического управления, помимо выполнения вышеуказанных функций, обеспечивает также формирование тест-сигнала и сигнала отсутствия канала связи. Формирователь сигнала отсутствия канала предназначен для автоматической остановки приемного факсимильного аппарата в том случае, если сигнал рисунка отсутствует на входе аппарата не менее 2 мин. Устройство формирования тест-сигнала предусмотрено для проверки узла записи. Узлы устройства автоматического управления приемным факсимильным аппаратом используются также при работе аппарата в режиме ручного управления.

Выбор скорости развертки, пуск и остановка аппарата при работе в ручном режиме осуществляется в устройстве автомати-

ческого управления при помощи кнопок, расположенных на плате управления. В ручном режиме выбор скорости развертки осуществляется путем нажатия кнопок *S14*, *S15*, *S16* или *S17* «Скорость стр/мин» 60, 90, 120 или 240 стр/мин, которыми осуществляется управление устройствами выбора скорости. Выбранная скорость в этом случае фиксируется на весь период времени работы аппарата.

Развертка приемного аппарата осуществляется нажатием кнопки *S13* «Пуск». Тогда с выхода устройства запуска на коммутатор частоты синхронизации будет поступать сигнал включения развертки. В то же время с другого выхода устройства запуска на устройство питания двигателя *M2* и в узел реле поступит команда ускоренной протяжки ЭХБ двигателем подачи. Ускоренная протяжка ЭХБ необходима для исключения небольшого высохшего ее отрезка из поля записи пишущих электродов, так как запись изображения возможна только тогда, когда ЭХБ находится во влажном состоянии.

Через 4 с ускоренная протяжка заканчивается, после чего можно приступить к ручному фазированию. Нажатием кнопки *S9* «Протяжка» при необходимости можно осуществить дополнительную ускоренную протяжку ЭХБ. Нажатием кнопки *S12* «Стоп», которая воздействует на устройство выделения сигнала остановки, осуществляется остановка развертки факсимильного аппарата. Одновременно с выхода устройства выделения сигнала остановки на коммутатор частоты синхронизации и в узел реле поступает команда отключения развертки.

В основе работы устройства автоматического управления приемным факсимильным аппаратом заложен принцип, основанный на сравнении длительности периода сигналов управления с длительностью периода эталонной частоты и проверке времени прохождения сигналов управления. Для этого в формирователе сигналов 1 формируются импульсы ожидаемых эталонных частот выбора модуля и сигнала остановки, а в делителе на 50 — импульсы ожидаемых эталонных частот выбора скорости. Характеристики сигналов автоматического управления приемным факсимильным аппаратом, принятые в международной практике, приведены в п. 3.5.

Устройство автоматического управления приемного факсимильного аппарата состоит из функциональных узлов: формирователя сигналов 1, устройств выбора модулей взаимодействия *M288* (шаг развертки 0,53 мм/стр) и *M576* (шаг развертки 0,265 мм/стр); устройств выделения сигналов остановки и запуска; формирователя сигналов 2; делителя на 50; устройств выбора скоростей 60, 90, 120 и 240 стр/мин, устройства формирования тест-сигналов и формирователя сигналов «Отсутствие канала».

Рассмотрим процесс работы тракта автоматического управления. Через RC-фильтр 1200 Гц сигнал управления поступает на формирователь сигналов 1 для формирования импульсов эталон-

ных частот и меандра частотой в два раза ниже частоты сигналов управления. RC-фильтр предназначен для ослабления высокочастотных сигналов на выходе устройства автоматического управления. На входе формирователя сигналов 1 включен триггер Шмитта (микросхема 564ЛА7) для получения прямоугольных импульсов с крутыми фронтами. Сигналы управления от триггера Шмитта подаются на регистры сдвига (микросхема 564ТМ2 в формирователе 1), в котором осуществляется привязка сигналов управления к частоте синхронизации 43,2 кГц. С выхода регистра сдвига сигналы управления подаются на делитель на 2 (микросхема 564ТМ2). На выходах формируется меандр с частотой в два раза ниже частоты сигналов управления. Указанный меандр поступает на схему ИЛИ (микросхема 564ЛП2 в устройствах выбора модулей взаимодействия *М288* и *М576* и устройстве выделения сигнала остановки).

Формирователь короткого импульса заднего фронта меандра собран на микросхемах 564ЛА7, расположенных в устройстве формирователя сигналов 1. С выхода микросхемы 564ЛА7 короткий импульс поступает на RS-входы делителей частоты (микросхемы 564ИЕ10 в формирователе сигналов 1 и микросхемы 564ТМ2 в устройстве выделения сигнала остановки). На счетный вход делителя частоты (микросхема 564ИЕ10 в формирователе сигналов 1) поступают импульсы тактовой частоты 43,2 кГц. Импульсы эталонных частот, сформированные на выходах делителя частоты, будут синхронизированы частотой 43,2 кГц и сфазированы относительно сигнала управления по заднему фронту меандра.

С выхода микросхемы 564ИЕ10, расположенной в формирователе сигналов 1, импульсы эталонной частоты 675,2 Гц поступают в устройство выбора модуля взаимодействия *М288* на вход микросхемы 564—ЛП2 и в элемент неравнозначности. На второй вход этой микросхемы поступает меандр с выхода микросхемы 564 ТМ2, расположенной в формирователе сигналов 1 с частотой в два раза ниже частоты сигнала управления. Указанные импульсы сфазированы относительно меандра, так как делитель (микросхема 564ИЕ10 в формирователе сигналов 1) постоянно сбрасывается импульсом заднего фронта. В результате на входах элемента неравнозначности (микросхема 564ЛП2) в устройстве выбора модуля взаимодействия *М288*) действуют синфазные импульсы одинаковой длительности частотой 337,5 Гц. В результате сравнения на выходе указанной микросхемы сигнал либо отсутствует, либо представляет собой короткие импульсы рассогласования RC-цепь интегрирует сигнал рассогласования во времени. Элементы этой цепи подбираются таким образом, чтобы постоянная времени цепи составляла 5 % периода сигнала управления. В связи с этим при 5 %-ном рассогласовании между периодами сигнала управления и меандра на сбросовом входе реле времени (микросхема 564ИЕ10 в устройстве выбора модуля *М288*) будет присутствовать потенциал «0». Если постоянная времени RC-цепи

будет отличаться от необходимой, то на выходе этой интегрирующей цепи появляются импульсы сброса реле времени.

С выхода делителя на 50 (микросхема 564ИЕ10 в делителе на 50) поступают тактовые импульсы с частотой 48 Гц на счетный вход реле времени (микросхема 564ИЕ10 в устройстве выбора модуля взаимодействия *М288*). С набором 192 импульсов (что соответствует времени длительности 4 с) на выходе микросхемы 564ЛА7 устройства выбора модуля взаимодействия *М288* появляется потенциал «0», что указывает на окончание процесса выбора модуля взаимодействия *М288*. Через инвертор (микросхема 564ЛА7 — реле времени в устройстве выбора модуля взаимодействия *М288*) реле времени заблокируется по входам микросхем 564ИЕ10 устройства выбора модуля взаимодействия *М288* и прекратится счет импульсов.

В устройство выбора модуля взаимодействия *М576* с целью получения эталонной частоты 300/2 Гц импульсы подаются с выходов микросхемы 564ИЕ10, расположенной в формирователе сигналов 1. Импульсы частотой 300/2 Гц вырабатываются на выходе микросхемы 564ТМ2 устройства выбора модуля взаимодействия *М576*.

На элементе неравнозначности (микросхема 564ЛП2 в устройстве выбора модуля взаимодействия *М288*) осуществляется сравнение по длительности эталонных импульсов и меандра сигналов управления. Продолжение работы устройства выбора модуля взаимодействия *М576* происходит в такой же последовательности, как и устройства выбора модуля взаимодействия *М288*.

В основе работы устройства выделения сигнала остановки заложен принцип сравнения эталонной частоты 450/2 Гц с меандром сигнала управления в течение 4 с и последующей проверки прохождения сигнала «черного» (потенциал логической «1») в течение 8 с. На элементе неравнозначности (микросхема 564ЛП2 в устройстве выделения сигнала остановки) осуществляется сравнение эталонной частоты 450/2 Гц с меандром сигнала управления. С выхода этой микросхемы через интегрирующую RC-цепь импульсы рассогласования поступают на сбросовый вход реле времени, собранного на микросхеме 564ИЕ10 в устройстве выделения сигнала остановки. Если совпадают по длительности периоды эталонной частоты 450/2 Гц с импульсами меандра сигнала управления (микросхема 564ИЕ10), то сигнал сброса будет отсутствовать.

Указанное выше реле времени начинает отсчет импульсов 48 Гц, поступающих на счетный счет этого реле. С набором 192 импульсов на выходе реле появляется потенциал «1». С выхода ключа (микросхема 564ЛА7 в устройстве выделения сигнала остановки) потенциал «0» поступает на инвертор (микросхема 564ЛА7) и на микросхему реле времени «черное». Микросхема реле времени блокируется по входам 1 и 9, а реле (микросхема 564ИЕ10 в устройстве выделения сигнала остановки) разблокировано по входу 1. С последующим поступлением на

вход устройства автоматического управления уровня «черного» по сбросовому входу 1/3 микросхемы 564ИЕ10 будет действовать потенциал «0», разрешающий счет импульсов реле времени «черного».

При наборе импульсов на выходе микросхемы 564ИЕ10 устройства выделения сигнала остановки появляется потенциал «1», разрешающий прохождение 9-го импульса с частотой 1 Гц через ключ (микросхема 564ЛА7) на микросхему 564ЛА8 устройства выделения сигнала остановки. С выхода этой микросхемы импульсы с частотой 1 Гц инвертируются на инверторе (микросхема 564НЛ2 в устройстве выбора скорости 90 стр/мин), а через диод 2Д522Б поступают на устройство синхронизации, а через микросхему—на сбросовую цепь реле времени устройств выбора модулей М288 и М576 и устройства выделения сигнала остановки, что приводит их в исходное состояние. При нажатии кнопки «стоп» или обрыве линии, а также при разблокировке прижимного механизма на выхода 2, 3 и 4 элемента ИЛИ (микросхема 564ЛА8 в устройстве выделения сигнала остановки) поступают сигналы остановки приемного факсимильного аппарата.

Назначение формирователя сигналов 2 состоит в формировании меандра частотой в два раза ниже частоты сигнала управления и коротких импульсов заднего фронта меандра. На формирователь сигналов 2 сигналы управления поступают через RC-фильтр 150 Гц. Формирователь импульсов 2 состоит из триггера Шмитта (микросхема 564ЛА7), регистра сдвига (микросхемы 564ТМ2), делителя на 2 (микросхемы 564ТМ2), формирователя короткого импульса заднего фронта меандра (микросхема 564ЛА7 в формирователе сигналов 2). С выхода микросхемы 564ТМ2, расположенной в формирователе сигналов 2, снимается меандр с частотой в два раза ниже частоты сигналов управления, а с выхода микросхемы 564ЛА7, расположенной в формирователе сигналов 2, снимаются короткие импульсы заднего фронта меандра для сброса делителей частоты устройств выбора скоростей 60, 90, 120 и 240 стр/мин.

При помощи делителя на 50 выполняется деление тактовой частоты 2400 Гц с целью получения импульсов частотой 48 Гц, которые используются для счета импульсов в реле времени устройств выбора модуля взаимодействия *М288* или модуля взаимодействия М576 и для выделения сигнала остановки, а также для получения импульсов эталонных частот 0,5, 0,75, 1 и 2 Гц в устройствах выбора скорости развертки 60, 90, 120 и 240 стр/мин. Импульсы частоты 48 Гц в устройстве выбора скорости 60 стр/мин поступают на делитель частоты (микросхема 564ИЕ10 в устройстве выбора скорости 60 стр/мин).

Деление частоты на 12 производится делителем, выполненным на микросхемах типа 564ЛА7, расположенных в устройстве выбора скорости 60 стр/мин. В то же время короткими импульсами заднего фронта меандра выполняется фазирование получаемых импульсов 4 Гц с меандром сигналов управления. Через микросхему 564ЛА7 на сбросовый вход микросхемы 564ИЕ10, распо-

ложенной в устройстве выбора скорости 60 стр/мин, поступают короткие импульсы заднего фронта меандра. С выхода делителя на вход (микросхемы 564ИЕ10) поступают импульсы частотой 4 Гц, совпадающие по заднему фронту с меандром сигналов управления.

На выходах делителя (микросхема 564ИЕ10) формируются следующие импульсы эталонных частот: 2 Гц, на выходе 2/11, 1 Гц на выходе 12 и 0,5 Гц на выходе 13. Указанные эталонные частоты поступают на входы элементов неравнозначности устройств выбора скорости развертки 60, 120 и 240 стр/мин. Импульсы эталонной частоты формируются отдельно с помощью делителя частоты (микросхема 564ИЕ10 в устройстве выбора скорости развертки 90 стр/мин).

При работе в автоматическом режиме эталонная частота 0,5 Гц с выхода микросхемы 564ИЕ10 (в устройстве выбора скорости развертки 60 стр/мин) подается на вход элемента неравнозначности (микросхема 564ЛП2 в устройстве выбора скорости 60 стр/мин). На второй вход указанной микросхемы подается меандр с частотой в два раза ниже частоты сигналов управления. В том случае, если сигналы управления следуют с частотой 1 Гц, на обоих входах этой микросхемы будут действовать синфазные импульсы длительностью, соответствующей частоте 0,5 Гц. Равенство длительностей импульсов выполняется погрешностью не более 1/48 с.

RC-цепь интегрирует короткие импульсы, длительность которых меньше 1/48 с, и на микросхеме 564ЛА7 (в устройстве выбора скорости 60 стр/мин) появляется потенциал «0». С выхода этой микросхемы поступает потенциал «0», разрешающий работу реле времени, которое начнет считать импульсы сигналов управления, следующих с частотой 1 Гц. Когда будет отсчитано четыре импульса, счетчик заблокируется по входу микросхемы 564ИЕ10 (в устройстве выбора скорости 60 стр/мин) и по входу ключа (микросхема 564ЛА7). С выхода микросхемы 564НЛ2 (в устройстве выбора скорости 90 стр/мин) поступит потенциал «1», что сигнализирует о выборе скорости 60 стр/мин.

По входу микросхемы 564ЛА7 осуществляется сброс реле времени (микросхема 564ИЕ10 в устройстве выбора скорости 60 стр/мин) при остановке, срабатывании блокировки, обрыве канала связи, и включении питания потенциалом логического «0» (который поступил с микросхемы 564ЛА7).

В ручном режиме работы через ключ (микросхема 564ЛА7) проходят импульсы частотой 48 Гц. Импульсы управления через RC-фильтр поступают на триггер Шмитта (микросхема 564ЛА7 в устройстве формирования сигналов 2) и далее на регистр сдвига (микросхема 564ТН2 в формирователе сигналов 2). С выхода регистра той же микросхемы импульсы 48 Гц, синхронизированные частотой 2,4 кГц, поступают на счетный вход реле времени (микросхема 564ИЕ10). В ручном режиме работы при нажатии кнопки выбора скорости 60 стр/мин потенциал логического «0»

поступает через резистор на вход ключа (микросхема 564ЛА7), а на выходе ключа той же микросхемы появится «1». В то же время при нажатии кнопки 60 на выходе микросхемы 564ЛА8 появится потенциал «1», и короткий импульс, сформированный дифференцирующей RC-цепью через микросхемы 564ЛА7. Этот импульс поступит на микросхему 564ЛА7, расположенную в устройстве выбора скорости 60 стр/мин, и осуществит сброс реле времени. После окончания действия импульса на входе микросхемы 564ЛА7 (в устройстве выбора скорости 60 стр/мин) появится логический потенциал «1», а на выходе — логический потенциал «0» и начинается счет импульсов 48 Гц. Когда четыре импульса будут отсчитаны, реле времени заблокируется по входу микросхемы 564ИЕ10 (в устройстве выбора скорости 60 стр/мин) и по входу ключа микросхемы 564ЛА7 (также в устройстве выбора скорости 60 стр/мин). С выхода микросхемы 564ЛН2 для сигнализации выбора скорости поступит логический «0».

Подобно изложенному выше будет происходить процесс работы устройства выбора скорости развертки 90, 120 и 240 стр/мин. Сигналы автоматического и ручного запуска и остановки приемного факсимильного аппарата, ускоренной протяжки электрохимической бумаги и сброса устройства фазирования вырабатываются устройством запуска. В начальном состоянии с устройств выбора скорости на входы микросхемы 564ЛА8 поступает потенциал логической «1». При выборе скорости на соответствующий вход этой микросхемы поступает потенциал логического «0», а на выходе этой микросхемы появляется потенциал логической «1».

При работе аппарата в автоматическом режиме ключ микросхемы 564ЛА7 открыт. На входе этой микросхемы формируется потенциал логической «1» (сигнал запуска двигателей строчной и кадровой развертки приемного факсимильного аппарата). При работе в ручном режиме запуск осуществляется при помощи кнопки «Пуск», расположенной на плате управления, через ключ микросхемы 564ЛА7, резистор и диод 2Д522Б.

Как в автоматическом, так и в ручном режиме работы ускоренная протяжка электрохимической бумаги осуществляется после запуска. Через резистор потенциал логической «1» воздействует на входы микросхемы 564ИЕ10. На выходе инвертора (микросхема 564ЛА7) появляется потенциал логического «0», после чего счетчик (микросхема 564ИЕ10) начинает отсчет импульсов частоты 1 Гц, поступающих на вход микросхемы 564ИЕ10, расположенной в устройстве выделения сигнала остановки. С окончанием отсчета четырех импульсов на выходе этой микросхемы появится потенциал логической «1», который блокирует счетчик по входу микросхемы 564ИЕ10. На выходе счетчика (микросхема 564ИЕ10) потенциал логического «0» будет поддерживаться после запуска аппарата в течение 4 с. На выходе микросхемы 564ЛА7 в течение 4 с присутствует потенциал логической «1», который, пройдя через ключ (микросхема 564ЛА7), инвертируется на микросхеме 564ЛА7 и поступает на выход устрой-

ства для управления двигателем кадровой развертки. Ускоренная протяжка электрохимической бумаги может также осуществляться вручную нажатием кнопки «Протяжка», расположенной на плате управления и инвертора (микросхема 564ЛА7).

Сигнал «Сброс фазирования» при работе в автоматическом режиме представляет собой инверсию сигнала ускоренной протяжки электрохимической бумаги, а при работе в ручном режиме — потенциал логического «0», который снимается с выхода ключа (микросхема 564ЛА7).

Сигнал «Отсутствие канала» формируется схемой формирования сигнала. Он формирует сигнал остановки приемного факсимильного аппарата и сброса в начальное состояние всех узлов устройства автоматического управления, если сигнал на входе приемного факсимильного аппарата отсутствует не менее 2 мин. Для этого на сбросовые входы счетчика (микросхемы 564ИЕ10 в формирователе сигнала «Отсутствие канала связи») подаются короткие импульсы переднего и заднего фронтов сигналов управления, которые суммируются на микросхемах 564ЛА7, расположенных в формирователе сигнала «Отсутствие канала связи».

При отсутствии в поступающем сигнале переходов из логического «0» в логическую «1» и из логической «1» в логический «0» микросхема 563ИЕ10, выполняющая функции счетчика и расположенная в формирователе сигнала отсутствия канала связи, считает импульсы частотой 1 Гц, которые поступают на ее счетный вход 1/2. При наборе 128 импульсов на выходе микросхемы 564ИЕ10 появляется логическая «1», которая через инвертор (микросхема 564ЛА7) поступает на элемент ИЛИ (микросхема 564ЛА8 в устройстве выделения сигнала остановки), в результате чего аппарат останавливается. В то же время происходит сброс всех узлов в начальное состояние. Если сигналы на входе приемного факсимильного аппарата присутствуют, то счетчик (микросхема 564ИЕ10) периодически сбрасывает, не успевая сосчитать до 128 импульсов.

Назначение устройства формирования тест-сигнала — формирование сигналов, состоящих из пяти частотных симметричных посылок и двух сигналов с уровнем «черного» и «белого». Устройство состоит из счетчика фазовых импульсов приемного факсимильного аппарата на микросхемах 564ИЕ10, расположенных в устройстве формирования тест-сигналов, делителя частоты синхронизации (микросхема 564ИЕ10 в устройстве формирования тест-сигналов), коммутатора тест-сигналов (микросхема 564КП2 в устройстве формирования тест-сигналов) и схемы управления (микросхемы 564ЛА7 и 564ТМ2 в устройстве формирования тест-сигналов).

В начальном состоянии (до включения режима «Тест») на сбросовые схемы, расположенные в устройстве формирования тест-сигналов, поступает потенциал логической «1» с микросхемы 564ЛА7. При нажатии на кнопку «Тест», расположенную на плате управления, на микросхему 564ЛА7 поступает потенциал логиче-

ской «1». Фазовые импульсы приемного факсимильного аппарата, поступающие на счетный вход счетчика фазовых импульсов (микросхема 564ИЕ10 в устройстве формирования тест-сигналов), просчитываются этим счетчиком.

При наборе 256 фазовых импульсов ФИП-2 приемного факсимильного аппарата на выходе микросхемы 564ИЕ10 (в устройстве тест-сигналов) появится потенциал логической «1», который через микросхему 564ЛА7 и инвертор (микросхема 564ЛА7 в устройстве формирования тест-сигналов) формируют потенциал логического «0» на микросхеме 564ИЕ10 (в формирователе сигнала отсутствия канала связи). На выходе этой микросхемы формируется импульс сброса счетчика, образованного микросхемами 564ИЕ10 и делителем частоты синхронизации (микросхема 564ИЕ10 в устройстве формирования тест-сигналов). Одновременно этот импульс с выхода той же микросхемы поступает на счетный вход микросхемы 564ИЕ10 в устройстве формирования тест-сигналов, вследствие чего на ее выходе появится потенциал логической «1». В результате после включения режима работы «Тест» в течение времени передачи первых из 256 импульсов на выходах счетчика (микросхема 564ИЕ10 в устройстве тест-сигналов) будут потенциалы логического «0», которые поступают на адресные входы 11, 10 и 9 коммутатора (микросхема 564КП2), открывая его по входу.

На выходе микросхемы в течение первых 256 импульсов присутствует потенциал уровня «черного» — логическая «1». Потенциал логической «1», появившийся одновременно с 256-м фазовым импульсом приемного факсимильного аппарата на выходе микросхемы 564ИЕ10, перебросит триггер 564ТМ2 и откроет коммутатор (микросхема 564КП2) по входу 14 этой микросхемы (ибо на другой вход 11 поступил потенциал логической «1»). Потенциал логической «1» с выхода 1/1 микросхемы 564ТМ2 откроет ключ микросхемы 564ЛА7 и одновременно закроет ключ 1 на этой микросхеме. С набором счетчиком (микросхема 564ИЕ10) следующих 32 фазовых импульсов приемного факсимильного аппарата откроется ключ (микросхема 564ЛА7 по входу 2/5) и короткий импульс сбросит счетчик (микросхема 564ИЕ10) и делитель (микросхема 564ИЕ10) и одновременно поступит в счетчик (микросхема 564ИЕ10). В связи с этим на выходе микросхемы 564ИЕ10 появляется потенциал логической «1», который откроет коммутатор (микросхема 564КП2) по входу 15 этой микросхемы. В результате в течение времени набора 32 импульсов на выходе 3 микросхемы 564КП2 будет потенциал «белого» — логической «0». В течение времени следующих 32 импульсов на выходе 3 коммутатора (микросхема 564КП2) будут действовать импульсы частоты синхронизации, поступающие на вход 15 микросхемы 564КП2.

Коммутатор (микросхема 564КП2) последовательно открывается по входам 12, 1, 5, 2 и 4 на время прохождения по каждому входу 32 импульсов. На выходе 3 коммутатора той же микро-

схемы последовательно появляются импульсы делителя частоты синхронизации с выходов 1/3, 4, 5 и 6 и потенциал «1» (уровень «черного») с микросхемы 564ИЕ10. С появлением восьмой последовательности 32 строк на выходе установится потенциал логической «1» и произойдет сброс счетчика по входу 2/15 микросхемы 564ИЕ10. Короткий положительный импульс на выходе 2/14 микросхемы 564ИЕ10 перебросит триггер (микросхема 564ТМ2), и цикл формирования тест-сигнала повторится.

5.7. УСТРОЙСТВО УПРАВЛЕНИЯ РАЗВЕРТКОЙ

Функции формирования напряжений питания двигателя *М2* (кадровой развертки) и *М1* (строчной развертки) выполняются устройством управления разверткой. Функциональными узлами устройства управления разверткой являются: распределитель фаз, формирователи фаз *А*, *Б* и *С* устройства питания двигателей строчной и кадровой разверток. В соответствии со скоростями развертки 60, 90, 120 и 240 стр/мин подаются сигналы частот синхронизации 600, 900, 1200 и 2400 Гц с коммутатора устройства синхронизации через формирователь — транзистор 2Т312Б в кольцевой делитель на 6 распределителя фаз.

Распределитель фаз состоит из кольцевого делителя на 6 (собранного на микросхемах 564ТМ2 и 564ЛА7) и формирователя импульсов (собранного на микросхемах 564ЛА7 и 564ЛН2). С выходов триггеров кольцевого счетчика выдаются сдвинутые по фазе на 60° симметричные импульсы прямоугольной формы с частотой, равной 1/6 частоты синхронизации. Указанные прямоугольные импульсы поступают на формирователь импульсов.

С выхода распределителя фаз сигналы подаются на входы формирователей фаз так, чтобы на выходе двухтактного выходного каскада усилителя мощности формировались импульсы, сдвинутые по фазе на 120°. Указанные импульсы поступают для питания трех фаз гистерезисного синхронного электродвигателя.

В устройстве питания двигателя *М1* осуществляется формирование и коммутация напряжений питания двигателя *М1*. Контактами реле *К1* и *К2*, расположенных в устройстве питания двигателя *М1*, переключаются обмотки трансформатора *Тр1*. При работе со скоростью развертки 90 или 120 стр/мин оба реле отключены и на выходе выпрямителя напряжения (диодная сборка КЦ410А), расположенного в устройстве питания двигателя *М1*, формируется переменное напряжение 17,5 В. При работе со скоростью развертки 60 стр/мин срабатывает реле *К2* и через свои контакты 2—3 на вход выпрямителя поступает переменное напряжение 15 В. При работе со скоростью 240 стр/мин срабатывает реле К1 и через свои контакты 5—6 и 2—3 на вход выпрямителя поступает переменное напряжение 27 В.

Для устранения прогорания контактов реле при их переключениях параллельно контактам включены искрогасящие RC-цепи. Выпрямленное напряжение сглаживается при помощи конденса-

торов и подается на формирователи фаз. Индикатор, включенный через резистор параллельно выходу выпрямленного и сглаженного напряжения, предусмотрен в схеме для индикации наличия напряжения питания двигателя *М1*.

В устройстве питания двигателя *М2* осуществляется усиление сигналов управления скоростью вращения двигателя постоянного тока. В его состав входят усилитель напряжения на двух транзисторах 2Т630А и усилитель постоянного тока на транзисторе 2Т630А. Усиленный сигнал через замкнутые контакты 1—2 реле *К3* и два резистора поступает на двигатель *М2*. Во время ускоренной протяжки реле *К3* срабатывает и через контакты 3—2 напряжение 27 В поступает на двигатель *М2*.

5.8. ПЛАТА УПРАВЛЕНИЯ

Плата управления предназначена для ручного управления приемным факсимильным аппаратом. В состав платы управления входят функциональные узлы: устройство настройки, измерительное устройство и устройство коммутации.

Устройство настройки предназначено для регулировки уровня АЧМ сигнала, контраста и оптической плотности, а также для записи уровня звука акустического контроля факсимильного сигнала. Измерительное устройство состоит из К-триггеров, управляемых входным током. Порог срабатывания каждого из восьми триггеров измерительного устройства определяется сопротивлением резисторов, установленных по сбросовому К-входу каждого триггера.

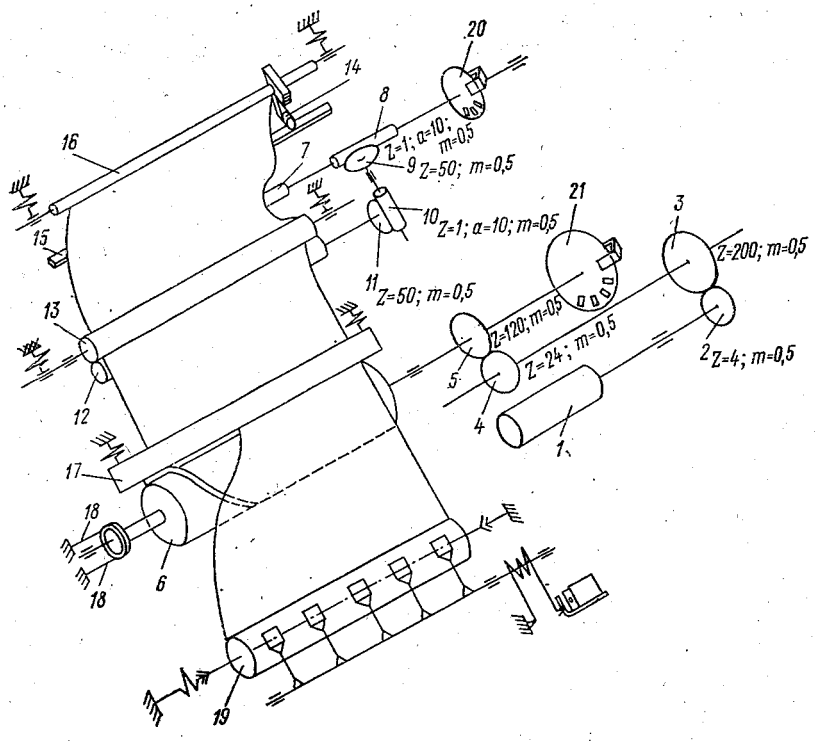
Первый триггер срабатывает при уровне входного сигнала 0,5 В, второй — при 1 В, третий — при 2 В, четвертый — при 3 В, восьмой — при 7 В. Во время срабатывания триггеров зажигаются световоды, и световодная линейка индуцирует уровень входного сигнала. Сброс триггеров происходит импульсами 48 Гц с выхода микросхемы 564ЛН2.

На К-триггерах (микросхемы 564ЛА7 и 564ЛА8) собрано устройство выбора режима АЧМ, ЧМ или «Тест». Если нажать кнопку «Тест», на выходе схемы «Тест» будет потенциал логической «1», а на выходе АЧМ или ЧМ будет потенциал логического «0». На К-триггере (микросхема 564ЛА8) осуществляется выбор модуля взаимодействия при работе в ручном режиме. При этом выбранные режимы индуцируются с помощью световодов. Путем нажатия на кнопки 1—17 производится управление режимами работы приемного факсимильного аппарата.

5.9. КИНЕМАТИЧЕСКАЯ СХЕМА ПРИЕМНОГО ФАКСИМИЛЬНОГО АППАРАТА ФЗП21 «ФИАЛКА П»

На рис. 5.3 показаны основные элементы кинетической принципиальной схемы аппарата. Рулон электрохимической бумаги ЭХБ-В размещается в герметической кассете; конец ее вы-

тягивается из кассеты и пропускается через щель между барабаном и пишущей линейкой. Далее ЭХБ протягивается между протяжным и прижимным валиками и пропускается под направляющий валик. По окончании приема ЭХБ с записанным изображением обрезается при помощи ролика *14* и ножа *15*.



5.3. Кинематическая принципиальная схема приемного факсимильного аппарата типа ФЗП21 «Фиалка П».

1 — двигатель строчной развертки (синхронный гистерезисный двигатель типа Г32УХЛ4); *2—5* — шестеренки редуктора двигателя строчной развертки (при помощи шестеренок редуктора строчной развертки на барабан с пишущей спиралью передается вращение от двигателя строчной развертки с коэффициентом передачи 1 : 25); *6* — барабан пишущего устройства; *7* — двигатель кадровой развертки ДПМ-30-Н1-05 постоянного тока; *8—11* — редукторы двигателя кадровой развертки; *12* — протяжной вал; *13* — прижимной вал; *14* — ролик для обрезки электрохимической бумаги (после окончания приема бланка с изображением); *15* — нож для обрезки электрохимической бумаги; *16* — направляющая; *17* — пишущая линейка; *18* — токосъемные щитки, по которым подается ток записи на ЭХБ; *19* — рулон электрохимической бумаги; *20* — диск системы кадровой развертки; *21* — диск системы строчной развертки.

Для достижения синфазности между процессами передачи изображения анализирующим устройством передающего факсимильного аппарата и процессом воспроизведения изображения синтезирующим устройством приемного факсимильного аппарата предусмотрено фазирующее устройство, состоящее из диска и фотоэлектронного датчика. Диск установлен на правом конце барабана. В диске *21* равномерно расположены 50 прорезей. Фотоэле-

ктронный датчик установлен на правой стенке аппарата. Диск входит в паз электронного датчика. При вращающемся барабане щель диска открывает световод и свет попадает на фотодиод, образующий фазовый светоимпульс. Таким образом, свет, попадающий на фотодиод, формирует импульсы, регулирующие скорость движения двигателя.

На записывающем барабане закреплен спиральный электрод. Точка касания спирали и пишущей линейки во время вращения барабана создает развертывающий элемент, равномерно перемещающийся вдоль оси барабана слева направо. Барабан представляет собой трубу, в торцах которой запрессованы две цапфы и установлены пять кронштейнов, держащих разрезное кольцо, развернутое в спираль. В паз разрезного кольца устанавливается плоскостью пишущий электрод (тонкий стальной угольник), который закрепляется в пазу с одной стороны жестко, а с другой — на механизм натяжки спирального электрода. Механизм натяжки, расположенный на левой стороне барабана, состоит из пальца и винта. При помощи винта палец перемещается в пазу разрезного кольца. На выступающий конец пальца надет электрод, натяжение которого регулируется перемещением пальца.

Для того чтобы подать сигнал на пишущий электрод, на левой цапфе барабана установлено токосъемное кольцо. Подбором углового положения кронштейнов и необходимого количества и положения грузиков осуществляется динамическая и статическая балансировка барабана.

Пишущий механизм предназначается для установки и регулировки пишущей линейки и размещается на крышке. При помощи рычагов он может регулировать положение пишущей линейки по отношению к пишущей спирали, закрепленной на барабане. Точная регулировка производится винтами, закрепленными в крышке.

На конце прижимного валика с наружной стороны кассеты установлена планка с магнитом. При уменьшении рулона ЭХБ планка поворачивается и магнит взаимодействует с установленным на кожухе герконом. Когда в кассете остается около 3 м ЭХБ устройство срабатывает: подается сигнал о том, что бумага кончается и двигатель строчной развертки *М1* отключается.

5.10. УСТРОЙСТВО ПИТАНИЯ АППАРАТА

Устройство питания обеспечивает получение стабилизированных напряжений —12, +12 и +5 В, а также нестабильных напряжений постоянного тока +27 и +100 В для питания усилителя записи.

Устройство питания состоит из стабилизаторов напряжений —12, +12 и +5 В и выпрямителя +27 В. В устройстве питания также расположены узел реле и усилитель записи. На входы всех стабилизаторов поступает напряжение переменного тока, которое выпрямляется двухполупериодными выпрямителями, со-

бранными по мостовой схеме. Выпрямленное напряжение поступает на фильтр, который сглаживает пульсации переменных составляющих напряжений на выходе стабилизаторов при помощи фильтров, состоящих из двух параллельно включенных конденсаторов.

Стабилизаторы собраны на микросхемах 142ЕН3. С помощью движков потенциометров устанавливаются номинальные значения напряжений питания. В схемах стабилизаторов напряжений предусмотрена защита от короткого замыкания.

Наличие неисправности источников питания и напряжения электросети сигнализируют световоды. Питание реле, а также двигателя постоянного тока *М2* осуществляется нестабилизированным напряжением 27 В.

Для питания усилителя записи на вход выпрямителя, собранного по мостовой схеме, подается напряжение переменного тока 85 В. После двухполупериодного выпрямления, а также фильтрации напряжения при помощи сглаживающего фильтра, состоящего из дросселя и двух конденсаторов, для питания усилителя записи подается постоянное нестабилизированное напряжение 100 В.

Усилитель записи состоит из стабилизатора тока, собранного на транзисторах 2Т504А и 2Т812А; стабилитрона 2С168А; дифференциального усилителя, собранного на транзисторах 2Т504А и 2Т812А. Когда на вход усилителя записи поступает сигнал «черного», транзисторы одного плеча открываются, а второго — закрываются (не полностью). Но величина тока, который проходит через стабилизатор тока, не меняется.

При включении приемного факсимильного аппарата в сеть усилитель записи заперт. При ускоренной протяжке электрохимической бумаги отвод линейки усилителя записи производится при помощи электромагнита. Напряжение питания обмотки этого электромагнита —100 В. На время ускоренной протяжки ЭХБ питание усилителя записи отключается при помощи реле.

ГЛАВА 6

ПЕРЕДАЮЩИЙ АППАРАТ КОДИРОВАННОГО ЦИФРОВОГО ФАКСИМИЛЕ ТИПА Ф2/3Д31 «ФАНТ Б»

6.1. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Передающий аппарат кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/3Д31 «Фант Б» предназначен для передачи по каналам графиков и текста, а также полутоновых изображений. Аппарат обеспечивает возможность работы в режиме кодированной передачи (штриховой и полутоновой), а также в режиме аналоговой передачи информации.

При работе в режиме кодированной передачи аппарат обеспечивает возможность совместной работы:

— с приемным аппаратом кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/3П31 «Фант Б»;

— с приемной аппаратурой кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/3П31 «Фант А»;

— с аппаратурой ввода факсимильной информации в электронно-вычислительную машину «Фант ЕД»;

— с аппаратурой преобразования факсимильных сигналов по выделенным стандартным каналам тональной частоты;

— с устройством передачи УДС-2400 аппаратуры сокращения информационной избыточности ФОН-Д по выделенным стандартным каналам тональной частоты;

— с устройством преобразования факсимильных сигналов «Фант ГД» по коммутируемым стандартным каналам тональной частоты.

При работе в режиме аналоговой передачи аппарат обеспечивает возможность совместной работы:

— с приемным аппаратом кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/3П31 «Фант Б»;

— с приемной факсимильной аппаратурой Ф3П21 «Луга»;

— с аппаратурой сокращения информационной избыточности «Фон-Д»;

— с факсимильной приставкой «Частота-Д» или СТК-Д «Луга».

В аппарате при работе в режиме кодированной передачи применен метод сокращения информационной избыточности — планарное кодирование квадратных участков изображения размером 8×8 элементов изображения. Анализ изображения — многоэлементный, развертка барабанного типа. Направление развертки — слева направо, сверху вниз. Питание аппарата осуществляется от однофазной электросети переменного тока напряжением 220 В ± 10 %, частотой 50 Гц. В аппарате предусмотрен режим «Контроль» для проверки его работоспособности при помощи встроенной системы контроля. Передающий аппарат кодированного циф-

рового факсимиле Ф2/3Д31 «Фант Б» обеспечивает работу в непрерывном режиме при температуре окружающего воздуха от 283 до 313 К (от 10 до 40 °С), относительной влажности воздуха

Таблица 6.1

Характеристика	Режим кодированной передачи		Режим аналоговой передачи
	полутон	штрих	
Размер передаваемого бланка (не более), мм	480×660	480×660	480×660
Полезная длина строки (не менее), мм	456	456	456
Число элементов изображения в полезной длине строки	1728	1728	1728
Разрешающая способность (не менее), эл. из/мм	3,0	3,0	3,1
Модуль взаимодействия	1152, 576	1152, 576	576, 288
Плотность развертки, стр/мм	7,6; 3,8	7,6; 3,8	3,8; 1,9
Число передаваемых полутонов	8	2	8
Скорость развертки, стр/мин	960	7680	60, 120, 240, 480, 960
Скорость передачи по каналам, бит/с	800, 1200, 2400, 4800, 7200, 9600	800, 1200, 2400, 4800, 7200, 9600	—
Скорость передачи по волоконно-оптическим соединительным линиям, бит/с	1200, 2400, 4800, 7200, 9600, 230 400	1200, 2400, 4800, 7200, 9600, 230 400	—
Вид модуляции видеосигнала	—	—	АМ
Частота несущей, кГц (±1 %)	—	—	1,9; 9,4; 84
Генератор	Кварцевый	Кварцевый	Кварцевый
Исходная частота, Гц	10^7	10^7	10^7
Развертка	Барабанная	Барабанная	Барабанная

до 80 % при температуре 298 К (25 °С), атмосферном давлении от 60 до 104 кПа (от 450 до 750 мм рт. ст.).

Основные технические характеристики аппарата приведены в табл. 6.1.

6.2. СПОСОБ КОДИРОВАНИЯ

В передающем аппарате кодированного цифрового факсимиле Ф2/3Д31 «Фант Б» применено планарное кодирование квадратных участков изображения 8×8 элементов изображения.

В п. 6.2 приняты следующие обозначения:

I — количество строк изображения;
J — количество столбцов изображения;
A — изображение;
a_{ij} — элемент изображения (эл. из.);
A_l — полоса, состоящая из восьми последовательных строк развертки;
A_{lk} — квадратный участок из 8×8 эл. из.;

l — номер полосы;
k — номер квадратного участка в полосе;
m — номер разряда четырехбитового слова, обозначающего градации яркости элементов изображения;
$\|A_{lk}\|$ — матрица, соответствующая участку lk;
g, $\bar{g}$ — длины кодовых слов;
a_r, b_{rs}, c_{rst} — четырехбитовые кодовые слова.

Сигналы от передающего факсимильного аппарата типа Ф2/3Д21, работающего в режиме кодированной передачи, поступают по каналу связи на приемный аппарат кодированного цифрового факсимиле Ф2/3П21 «Фант Б» в следующей последовательности: сигнал выбора скорости приема, сигналы автоматики «Штрих» или «Полутон», сигналы автоматики «Плотность развертки 3,85 стр/мм» или «Плотность развертки 7,7 стр/мм», информация, закодированная планарным способом для устранения информационной избыточности, сигналы автоматики «Стоп». Так как приемный аппарат кодированного цифрового факсимиле Ф2/3П21 «Фант Б» предусматривался для работы с разрешающей способностью не менее 3 эл. из/мм, сигналы автоматики разрешающей способности «4 эл. из/мм» не распознаются. После распознавания сигналов автоматики режима работы осуществляется распознавание сигналов автоматики плотности развертки.

Сигнал выбора скорости приема представляет собой меандр с частотой 400, 600, 1200, 2400, 3600 или 4800 Гц соответственно для скорости 800, 1200, 2400, 4800, 7200 или 9600 бит/с, передаваемый в течение 8 с. Кодированные сигналы автоматического управления представляют собой сорокабитовые кодовые слова, состоящие из семнадцатибитового подслова, тринадцатибитового подслова, трех кодовых троек ($\eta\nu\mu$) и индикаторного бита (ξ) и имеющие вид

$$\eta\nu\mu.00000001111110000.\eta\nu\mu.0000000100000.\eta\nu\mu.\xi.$$

В зависимости от вида сигналов автоматики кодовые тройки принимают следующий вид:

Сигнал автоматики	$\eta\nu\mu$
«Штрих»	110
«Полутон»	100
«4 эл. из/мм»	000
«Плотность 7,7 стр/мин»	011
«Плотность 3,85 стр/мин»	111
«Стоп»	001

Сигналы автоматики выбираются с учетом обеспечения необходимой их помехозащищенности. Для этого в сигналы автоматики введены два независимых базовых кодовых подслова — семнадцатибитовое и тринадцатибитовое. Каждое подслово не встречается в неискаженном сигнале изображения (при принятом спо-

собе кодирования изображения). Кодовая тройка, определяющая вид сигнала автоматики, повторяется три раза (тройки разнесены). В конце сигналов автоматики передается индикаторный бит ξ — «1», определяющий принадлежность сорокабитового кодового слова к сигналам автоматики в отличие от кодированной фазы (КФ), где ξ — «0». Каждый сигнал автоматики передается три раза.

Код выбирается с учетом пригодности для передачи штриховых и полутоновых изображений, достаточно высокой компрессирующей способности и достаточно высокой помехозащищенности. С целью обеспечения требований, которые предъявляются к планарному кодированию (декодированию) полутоновых изображений, приняты следующие положения:

— изображение A состоит из IJ элементов a_{ij} ($i=1, \ldots, I$; $j=1, \ldots, J$), образующих I строк и J столбцов; $I=0 \pmod 8$, $J=0 \pmod 8$ за счет добавления необходимого числа пустых строк и столбцов;

— градация яркости каждого элемента изображения a_{ij} описывается четырехбитовым двоичным числом g_{ij} $(g_1, g_2, g_3, g_4)_{ij}$;

— изображение A разделено на $J/8$ полос A_l ($l = 1, \ldots, J/8$), состоящих из восьми последовательных строк развертки каждая;

— каждая полоса A_l разделена на $J/8$ квадратов A_{lk} ($k = 1, \ldots, J/8$), содержащих по 64 эл. из. a_{ij} ($i=8(l-1)+1, \ldots 8l$; $j = 8(k-1)+1, \ldots, 8k$).

Планарное кодирование A выполняется по A_l в порядке роста l. Кодирование каждой белой A_l заключается в формировании сорокабитового двоичного слова (кодированной фазы) вида

$$010.0000000111111000 0.010.0000000100000.010.0. \qquad (6.1)$$

Кодирование каждой небелой A_l начинается с формирования кодированной фазы вида

$$110.0000000111111000 0.110.0000000100000.110.0. \qquad (6.2)$$

Кодирование небелой A_l выполняется по квадратам A_{lk} в порядке роста k. Каждый квадрат A_{lk} разбивается на четыре матрицы

$$A_{lk}^{(m)} = \|(g_m)_{ij}\|,$$

где $i = 8(l-1)+1, \ldots, 8l$; $j = 8(k-1)+1, \ldots, 8k$; $m = 1, \ldots, 4$, содержащие m-е разряды четырехбитовых двоичных слов $(g_1, g_2, g_3, g_4)_{ij}$. Эти слова обозначают градации яркости элементов изображения, входящих в A_{lk}.

Кодирование A_{lk} выполняется по $A_{lk}^{(m)}$ в порядке роста m. Количество M передаваемых в общем случае матриц $A_{lk}^{(m)}$ зависит от числа N передаваемых градаций: $M = \log_2 N$, $N = 16, 8, 4, 2$. Матрица A_{lk} представляется нулем, если все ее элементы нули. В противном случае дополнительно формируется матрица

$\overline{A_{lk}^{(m)}}$, представляющая собой $A_{lk}^{(m)}$, в которой нули заменены единицами и наоборот. Обе матрицы представляются двоичными кодовыми словами с g и $\bar{g}$ разрядами и выбирается $A_{lk}^{(m)}$, если $g \leqslant \bar{g}$, и $\overline{A_{lk}^{(m)}}$, если $g > \bar{g}$. При этом к двоичному представлению $A_{lk}^{(m)}$ добавляется слева двухразрядное двоичное слово «10», а к двоичному представлению $\overline{A_{lk}^{(m)}}$ — двухразрядное двоичное слово «11».

Двоичное представление матриц $\| A_{lk}^{(m)} \|$ или $\| \overline{A_{lk}^{(m)}} \|$ записывается в виде

$$\{a_r\}\{b_{rs}\}\{c_{rst}\}, \tag{6.3}$$

где $1 < r, s, t \leqslant 4$; a_r — двоичное четырехразрядное слово, описывающее разбиение матриц $\| A_{lk}^{(m)} \|$ или $\| \overline{A_{lk}^{(m)}} \|$ на r-е подматрицы из 4×4 элементов; b_{rs} — двоичное четырехразрядное слово, описывающее разбиение r-й подматрицы на rs-е подматрицы из 2×2 элементов; c_{rst} — двоичное четырехразрядное слово, описывающее разбиение rs-й подматрицы на rst-е элементы.

Для того чтобы определить необходимость кодирования и передачи $A_{lk}^{(m+1)}$ формируется квадрат $B_{lk}^{(m)}$ $(m = 1, \ldots, M-1)$, являющийся приближением квадрата A_{lk}. Элементы B_{ij} квадрата B_{lk} определяются следующим образом:

$$B_{ij} = \left\{ \begin{array}{ll} 0000, & \text{если } (g_1)_{ij} = 0 \\ 1111, & \text{если } (g_1)_{ij} = 1 \end{array} \right\} \quad \text{при } m = 1;$$

$$B_{ij} = \left\{ \begin{array}{lll} 0000, & \text{если } (g_1)_{ij} = 0, & (g_2)_{ij} = 0 \\ 0100, & \text{если } (g_1)_{ij} = 0, & (g_2)_{ij} = 1 \\ 1011, & \text{если } (g_1)_{ij} = 1, & (g_2)_{ij} = 0 \\ 1111, & \text{если } (g_1)_{ij} = 1, & (g_2)_{ij} = 1 \end{array} \right\} \quad \text{при } m = 2;$$

$$B_{ij} = \left\{ \begin{array}{llll} 0000, & \text{если } (g_1)_{ij} = 0, & (g_2)_{ij} = 0, & (g_3)_{ij} = 0 \\ 0010, & \text{если } (g_1)_{ij} = 0, & (g_2)_{ij} = 0, & (g_3)_{ij} = 1 \\ 0100, & \text{если } (g_1)_{ij} = 0, & (g_2)_{ij} = 1, & (g_3)_{ij} = 0 \\ 0110, & \text{если } (g_1)_{ij} = 0, & (g_2)_{ij} = 1, & (g_3)_{ij} = 1 \\ 1001, & \text{если } (g_1)_{ij} = 1, & (g_2)_{ij} = 0, & (g_3)_{ij} = 0 \\ 1011, & \text{если } (g_1)_{ij} = 1, & (g_2)_{ij} = 0, & (g_3)_{ij} = 1 \\ 1101, & \text{если } (g_1)_{ij} = 1, & (g_2)_{ij} = 1, & (g_3)_{ij} = 0 \\ 1111, & \text{если } (g_1)_{ij} = 1, & (g_2)_{ij} = 1, & (g_3)_{ij} = 1 \end{array} \right\} \quad \text{при } m = 3.$$

Затем вычисляются и сравниваются средние яркости $\bar{g}_{lk}$ и $\bar{b}_{lk}$ для A_{lk} и $B_{lk}^{(m)}$ соответственно. Если $|g_{lk} - b_{lk}| \geqslant E_m$ (где $E_1 = 4$; $E_2 = 2$, $E_3 = 1$), то за двоичным представлением A_{lk} пере-

дается различительный бит «0», после чего происходит переход к кодированию квадрата A_{lk+1}; в противном случае передается различительный бит «1» и происходит переход к кодированию $A_{lk}^{(m+1)}$. После кодирования $A_{lk}^{(m)}$ за двоичным представлением A_{lk} передается бит «0» и происходит переход к кодированию $A_{lk}^{(m+1)}$. При $N = 2$ (штриховой режим работы) различительный бит не передается.

В конце каждого участка из P квадратов A_{lk} формируется кодированная фаза вида

$$101.0000000111111 0000.101.0000000100000.101.0. \qquad (6.4)$$

Для каждого участка из P квадратов A_{lk}, содержащего только белые элементы изображения, передается только кодированная фаза вида (6.4). Если последний участок полосы A_l содержит менее P квадратов A_{lk}, то в процессе передачи он дополняется недостающим до P числом белых квадратов. Возможное число P квадратов A_{lk}, содержащихся в одном участке, при различных J составляет:

J	P	R эл. из/мм
1728	216, 32, 16, 8	8
1600	200, 32, 16, 8	8
800	100, 32, 16, 8	4

Как видно из изложенного выше, кодированные фазы имеют тот же вид, что и сигналы автоматики, но для кодированной фазы ξ — «0». В зависимости от вида кодированной фазы кодовые тройки принимают следующий вид:

Кодированная фаза	$\eta\nu\mu$
Белая полоса	010
Небелая полоса	110
Конец участка	101

Используемый в устройстве от ошибок циклический код рассчитан на исправление одно- и двукратных ошибок.

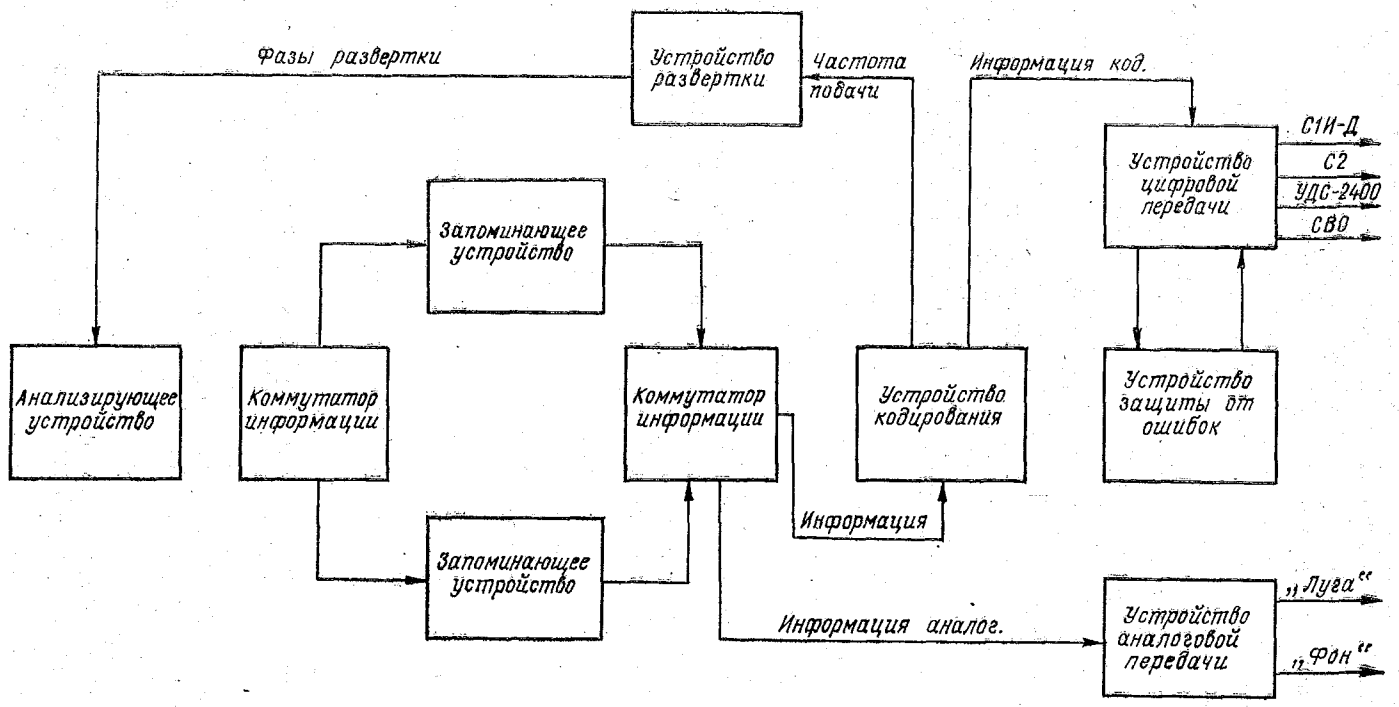
6.3. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА

На рис. 6.1 приведена структурная схема передающего аппарата кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/3Д31 «Фант Б» в состав которого входят следующие устройства: анализирующее, запоминающее, кодирования, развертки, цифровой передачи, аналоговой передачи и защиты от ошибок.

Указанные устройства конструктивно расположены следующим образом:

анализирующее устройство — в анализирующем устройстве и блоке считывания информации;

запоминающее устройство — в блоке запоминающего устройства;



6.1. Структурная электрическая схема передающего аппарата кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/ЗД31 «Фант Б».

устройство кодирования — в блоке кодирования и блоке автоматики, управления и тестов;

устройство развертки — в блоке стабилизаторов развертки, блоке развертки и анализирующем устройстве;

устройство цифровой передачи — в блоке стыков и блоке автоматики управления и тестов;

устройство аналоговой передачи — в блоке аналоговой передачи;

устройсво защиты от ошибок (передающее) — в кодере 1, кодере 2, центральном процессоре ЭВМ «Электроника 60М».

Аппарат имеет следующие органы управления:

на панели управления — «Пуск, «Стоп», «Каретка», «Белое», «Черное»;

на панели блока автоматики управления и тестов — «Передача», «Тест», «Подача», «Контроль индикации», «Плотность развертки 7,6, 3,8», «Бит/с 1200, 2400, 4800, 7200, 9600», «Штрих, полутон», «Полутоновый клин», «Разрешающая способность», «Шахматное поле», «Бегущая 1», «Контроль». Внутри блока расположены органы управления «Негатив», «Позитив» и «Фант А»;

на панели блока запоминающего устройства — «Белое», «Вкл.», «Полосы», «Выкл.», «Разряд», «Строка», «Куб 1», «Куб 2», «Автомат», «Ручное». Внутри блока расположен орган «Разряды полутон. 2.4»;

на панели блока кодирования — «Квадрат/участок 8, 16, 32», «Колич. градаций 4, 8, 16»;

на панели блока питания БП-28 — «Сеть»;

на панели блока стыков — «С1И-1», «С1И-2», «УДС-2400», «Аналог», «Авария», «Нет канала», «Помехозащита», «НЦП», «СВО», «Вых. С2». Внутри блока стыков расположены: «Синх. внешн., внутр.», «Скремблер», «Режим 1, 2», «Таймер»;

на панели аналогового блока — «Скорость развертки, стр/мин 60, 120, 240, 480, 960», «Несущая, кГц 1,8; 9,4; 84».

С помощью органов управления, которые расположены на панелях аналогового блока, блока автоматики управления и тестов и блока стыков, обеспечивается возможность работы аппарата в режимах «Код» и «Аналог». При помощи клавиши «Каретка» осуществляется ручная установка каретки с оптической системой в необходимое исходное положение.

Ознакомившись со структурной схемой аппарата, перейдем к краткому рассмотрению работы аппарата.

При включенном электропитании работа аппарата начинается после нажатия кнопки «Пуск». С этого момента во всех режимах работы схемой аппарата формируются частоты, требуемые для его работы; формируются импульсы электронной фазы и одновременно начинают работать узлы устройства развертки, обеспечивающие работу двигателя привода строчной развертки и фазирования.

При работе в режиме кодированной передачи устройство кодирования формирует сигналы дистанционного (автоматического)

управления приемным факсимильным аппаратом. Когда будет закончен цикл выдачи сигналов автоматики в канал связи, включаются узлы устройства развертки, обеспечивающие вращение шагового электродвигателя, который приводит в движение каретку анализирующего устройства. Анализирующее устройство осуществляет анализ изображения восьми строк развертки за один оборот барабана при работе в режиме «Штрих» или анализ одной строки развертки полутонового изображения за один оборот барабана при работе в режиме «Полутон». Анализирующее устройство также выполняет преобразование аналогового видеосигнала в цифровую форму, формируя при этом восьмиразрядные слова, и осуществляет привязку восьмиразрядных слов видеоинформации к частоте записи информации в ЗУ при работе в режиме «Штрих».

Запоминающее устройство предназначено для согласования скоростей анализа и выдачи информации в блок кодирования (при работе в режиме «Код») или в аналоговый блок (при работе в режиме «Аналог»). Запоминающее устройство обеспечивает формирование элементов изображения каждых восьми последовательных строк развертки, определяет наличие полезной информации в полосе и на участках и осуществляет дополнительную компрессию полутоновой информации.

Среди других устройств, в состав блока запоминающего устройства входят два куба памяти, которые работают попеременно на запись и считывание. Каждый из кубов памяти состоит из четырех субблоков. Каждый из субблоков содержит четыре группы по четыре микросхемы памяти емкостью по 1024 бита каждая. Информация восьми строк изображения записывается в один из двух кубов ЗУ. По окончании перекоммутации кубов ЗУ устройство кодирования выдает кодированную фазу, которая для приемного аппарата является сигналом разделения информации восьми строк развертки.

Когда выдача кодированной фазы заканчивается, информация из ЗУ поступает в устройство кодирования (осуществляющее кодирование информации). Затем с выхода устройства кодирования кодированная информация через устройство цифровой передачи выдается со скоростью передачи на выход передающего факсимильного аппарата. С окончанием выдачи кодированной информации восьми строк развертки, а также считывания информации из куба ЗУ устройство кодирования выдает сигнал «Конец кодированной полосы», после чего выполняется перекоммутация кубов ЗУ. В том случае, когда считывание информации из одного куба ЗУ продолжается, а запись информации следующих восьми строк развертки в другой куб закончилась, тогда по сигналу конца записи в устройстве кодирования вырабатывается сигнал «Приостановка», что означает запрет выдачи частоты подачи из устройства кодирования в устройство развертки, а это в свою очередь приводит к прекращению вращения двигателя привода кадровой развертки и прекращению записи информации в ЗУ.

Когда считывание информации из куба ЗУ закончится, тогда движение каретки возобновляется, а также возобновляется анализ и запись видеоинформации в запоминающее устройство. Затем кодированная информация и сигналы автоматики поступают на устройство цифровой передачи и дальше на выход передающего факсимильного аппарата через УЗО или минуя его, в зависимости от того, в каком положении находится переключатель «Помехозащита».

Сигнал автоматики «Выбор скорости» всегда поступает на выход передающего факсимильного аппарата, минуя УЗО. С выхода устройства цифровой передачи информация подается на выходные разъемы С1И-1, С1И-2, С2, УДС-2400. Дискретная информация, преобразованная в световой поток, поступает в волоконно-оптическую соединительную линию.

При нажатии клавиши «Стоп» останавливается двигатель строчной развертки и происходит возврат каретки анализирующего устройства в крайнее левое положение, и работа устройства развертки прекращается. Одновременно устройство кодирования выдает в канал связи сигнал автоматической остановки приемного факсимильного аппарата.

При работе в аналоговом режиме устройство аналоговой передачи передает сигналы автоматического управления приемным факсимильным аппаратом, а затем включаются узлы устройства развертки, которые обеспечивают вращение шагового двигателя. Анализирующее устройство работает так же, как в режиме кодированной передачи. ЗУ работает в основном так же, как в режиме кодированной передачи, однако движение каретки анализирующего устройства не приостанавливается. Информация из ЗУ считывается построчно и поступает в устройство аналоговой передачи, где осуществляется цифроаналоговое преобразование, после чего информация проходит по амплитудно-модулированному тракту и выдается на выходные разъемы аппаратов «Луга» и «Фон».

Если работа производится по волоконно-оптической соединительной линии, информация поступает на выход аппарата со скоростью 7680 стр/мин. Остановка передатчика осуществляется нажатием клавиши «Стоп». При этом двигатель строчной развертки останавливается, каретка анализирующего устройства возвращается в крайнее левое положение и в канал связи передаются сигналы автоматического управления до остановки приемного факсимильного аппарата.

При работе в режиме «Тест» аппарат выдает тестовую информацию. Информация обрабатывается так же, как и при работе в режимах кодированной и аналоговой передачи. Контроль готовности ЗУ осуществляется по зажиганию световых индикаторов, расположенных на передней панели блока запоминающего устройства, свидетельствующих о группировании строк развертки. Контроль исправности ЗУ можно осуществить также по визуальному осмотру бланка записи на приемном факсимильном аппа-

рате «Фант Б». Контроль исправности блока кодирования осуществляется при помощи наблюдения по осциллографу выходного сигнала на контрольных гнездах.

6.4. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА

На рис. 6.2 (вкл.) приведена функциональная схема передающего аппарата кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/3Д31 «Фант Б». Передающий факсимильный аппарат состоит из анализирующего устройства, устройства кодирования и развертки, устройства защиты от ошибок, устройства защиты от радиопомех и согласующего устройства.

Анализирующее устройство смонтировано на литом основании и обеспечивает развертку, считывание передаваемого изображения, преобразование оптических сигналов в электрические. В анализирующее устройство входят: а) устройство строчной развертки, состоящее из барабана с системой закрепления бланка с изображением (двух двигателей БК-1818 и вентиляторов) и привода строчной развертки с двигателем ДСП-60; б) датчик фазового положения барабана, состоящий из фотодиода, лампы осветителя и оптического преобразователя; в) устройство кадровой развертки, состоящее из лентопротяжного механизма и каретки с анализирующей головкой (каретка механически связана с лентой шагового двигателя ШД-5Д-1М-У3); г) устройство ограничения подачи, состоящее из двух микровыключателей; д) устройство блокировки крышки (выполненное на микровыключателе); е) панель управления, на которой установлены кнопки «Пуск» и «Стоп», клавиша «Каретка», ручки регулировки «Белое» и «Черное», индикаторы максимального уровня сигнала «Белое» и минимального уровня «Черное», индикаторы режима работы аппарата, цифровые индикаторы таймера продолжительности сеанса связи, индикаторы цепей стыка С2 при циркулярной передаче; ж) светооптическая система, состоящая из осветителя, световолоконного жгута и фотодиодов, установленных на усилителях фототока; 3) блок считывания, состоящий из усилителей фототоков, сумматора, фильтра нижних частот (ФНЧ 17 кГц), фазового корректора фильтра нижних частот 17 кГц, аналого-цифрового преобразователя, коммутатора и устройства тактирования; и) блок строчной развертки, состоящий из расщепителя фаз развертки, усилителя мощности и выпрямителя; к) таймер.

Анализирующее устройство обеспечивает: 1) развертку передаваемого изображения, преобразование оптических сигналов в электрические и усиление электрических сигналов; 2) ограничение электрических сигналов считываемой информации и коммутацию согласно выбранному модулю взаимодействия; 3) фильтрацию верхних гармонических составляющих аналового сигнала; 4) преобразование аналогового сигнала в цифровой; 5) коммутацию видеоинформации при работе в режимах «Полутон» и «Штрих»; 6) тактирование видеосигнала; 7) отсчет продолжи-

тельности факсимильной связи при работе аппарата с аппаратурой «Фант П» (определение длительности сеанса связи); 8) формирование импульса механической фазы датчиком фазового положения барабана; 9) исключение запуска аппарата при открывании крышки и при перезарядке бланка с изображением.

Барабан служит для крепления на нем передаваемого бланка с изображением, а также для осуществления строчной развертки изображения. Барабан представляет собой полый цилиндр с большим количеством отверстий на его рабочей поверхности. С обоих торцов барабана установлены подшипники и оси, с помощью которых он крепится к основанию анализирующего устройства. Внутри барабана с левой и правой стороны его установлены центробежные вентиляторы, которые при вращении барабана создают разрежение во внутренней его полости. На правой стороне барабана установлено зубчатое колесо, которое входит в зацепление с зубчатым колесом, расположенным на валу двигателя; на левой — фазирующий диск, который входит в щель фотоэлектронного датчика.

Привод строчной развертки обеспечивает вращение развертывающего барабана со скоростью 960 об/мин. Он состоит из электродвигателя типа ДСП-60 и двух зубчатых колес с регулируемым зазором в зацеплении. Одно из этих колес установлено на валу электродвигателя, а второе зубчатое колесо — на фланце развертывающего барабана. С целью уменьшения шума, а также улучшения плавности передачи, колеса выполнены косозубыми, а установленное на фланце барабана колесо сделано из полиамидной смолы и представляет собой зубчатый венец.

Фазирующее устройство является датчиком положения развертывающего барабана и представляет собой фазирующий диск, закрепленный на развертывающем барабане, и фотоэлектронный датчик, который закреплен на левой опоре развертывающего барабана. Фотоэлектронный датчик состоит из фотодиода и осветителя, которые собраны в одном корпусе. Когда развертывающий барабан вращается, вырез на фазирующем диске открывает осветитель и лучи света попадают на фотодиод, который формирует импульсы положения развертывающего барабана.

Оптическое устройство осуществляет преобразование передаваемого изображения в электрические сигналы, которые поступают на выход анализирующего устройства. Оптическое устройство состоит из каретки, осветителей и фотообъектива. На каретке крепятся все основные узлы оптического устройства. С целью уменьшения трения каретка перемещается по направляющей на шарикоподшипниках. На боковой поверхности каретки, которая обращена к развертывающему барабану, находится зажимное устройство, предназначенное для соединения каретки с ведущей ветвью ленты, которая входит в состав привода кадровой развертки.

При помощи осветителя создается световое пятно на анализируемом изображении. Осветитель расположен в корпусе, изготов-

ленном из алюминиевого сплава. Корпус осветителя с целью охлаждения имеет на своей поверхности ребра. В корпусе осветителя установлена лампа накаливания, а также система, состоящая из конденсорных линз и светофильтра, которая фокусирует изображение тела накала лампы на поверхность анализируемого изображения.

При помощи фотообъектива осуществляется считывание одновременно 16 элементов изображения. Фотообъектив также обеспечивает возможность визуального контроля считываемого участка изображения, который при этом увеличивается в 2,16 раза. Оптическое устройство состоит из двух источников света, четырех конденсорных линз, двух светофильтров, объектива, светоделителя, двух объективов, двух зеркал, фокона, сетки, призмы и коллекторов.

Принцип работы оптического устройства состоит в следующем. Источниками света через соответствующие конденсорные линзы и светофильтры освещается полоска передаваемого изображения, которая через светоделитель, три объектива и два зеркала проектируется на входных торцах коллектора и фокона. Коллектор состоит из 16 световодов диаметром 0,39 мм каждый, собранных в плоский световолоконный жгут. Выходные концы коллектора оканчиваются наконечниками, в контакте с которыми установлены фотодиоды. Эти фотодиоды установлены на усилителях фототока, размещенных на блоке считывания.

Оптическая головка аппарата конструктивно состоит из осветительного фотосчитывающего узла. Осветительный узел — это блок осветителей, собранных в корпусе. В блок входят два осветителя и две оправы. В осветителях размещены лампы типа КГМ-6, 3-15; предусмотрена возможность подвижки лампы вдоль ее собственной оси в пределах ±3 мм и в плоскости, перпендикулярной ее оси, в пределах ±2 мм; патрон фиксируется в горизонтальном положении при помощи гайки, а в вертикальном положении цангой и втулкой. В каждой из оправ установлена линза конденсатора, линза конденсорная и светофильтр; рабочее положение оправ в корпусе фиксируется гайками.

Предусмотрена возможность при помощи корпуса осветительного узла осуществить поворот на 180° относительно оптической оси фотосчитывающего узла; для этого используются шарик, втулка, пружина и пробка. Обеспечена жесткая фиксация в рабочем положении и при юстировке осветителей (при помощи винта М2,5). Фотосчитывающий узел оптической головки аппарата собран на шасси, а объектив его установлен в корпусе осветительного узла. В оправе объектива находятся две скленные линзы. Оправа имеет подвижку в пределах ±4 мм от номинального положения. При помощи стопорного винта М3 фиксируется рабочее положение оправы объектива в корпусе блока осветителей.

На шасси фотосчитывающего узла установлены:

а) Светоделитель. В нем установлены две призмы. Конструкция светоделителя допускает производить горизонтальное переме-

щение призм в пределах ±3 мм от номинального положения. Рабочее положение призм светоделителя фиксируется двумя винтами М2,5.

б) Два объектива. Резьбовая оправа, в которой закреплен второй объектив, обеспечивает перемещение объектива вдоль оси в пределах ±3 мм. Фиксация в требуемом положении осуществляется стопорным винтом М2,5.

в) Зеркало, вмонтированное в оправу, которая позволяет повернуть его на требуемый угол и зафиксировать стопорным винтом в необходимом положении.

г) Головка с фоконом, сеткой и шайбой, вмонтированными в оправу. Оправа позволяет перемещать фокон, сетку и шайбу вдоль оптической оси на ±3 мм от номинального положения. Найденное оптимальное положение оправы фиксируется стопорным винтом М2,5. В головке установлена призма АР-90, которая прижата крышкой. Перемещение головки в направлении, перпендикулярном оптической оси, производится при помощи винта и направляющих осей, а фиксируется головка стопорным винтом М2,5.

д) Коллектор, вставленный в специальный паз шасси и перемещающийся вдоль оптической оси системы. Перемещение осуществляется при помощи установочного винта, угольника, пружины и накладки. Рабочее положение коллектора фиксируется пружиной, накладкой и двумя винтами М2,5. Шасси с установленными элементами оптической системы при помощи четырех винтов М4 закрепляется на каретке анализирующей системы.

В блоке считывания установлены: усилители фототоков, сумматоры, аналого-цифровой преобразователь, фильтр нижних частот (ФНЧ 17 кГц) с корректором, коммутатор и устройство тактирования.

Привод кадровой развертки предназначен для перемещения оптического устройства по направляющей вдоль образующей развертывающего барабана. Привод состоит из лентопротяжного механизма, обводного ролика, ленты и натяжного механизма. Собранный в отдельном корпусе лентопротяжный механизм состоит из шагового электродвигателя типа ШД-5Д1М, редуктора с зубчатыми колесами, муфты и ведущего барабана. От ведущего барабана к каретке движение передается через ленту, соединенную с кареткой при помощи зажимного устройства, расположенного на корпусе каретки.

При помощи механизма ручного привода кадровой развертки производится точная установка оптического устройства в нужном месте, вдоль направляющей. На лицевую сторону кожуха анализирующего устройства выведен маховичок ручного привода кадровой развертки. Ограничение движения каретки с оптическим устройством вдоль образующей развертывающего барабана в крайних положениях слева и справа осуществляется ограничителями подачи. Этими ограничителями являются микропереключатели с пружинами.

Панель с правой стороны анализирующего устройства предназначена для управления работой аппарата и контроля параметров передачи. Эта панель установлена с помощью кронштейнов на основании анализирующего устройства с правой стороны и содержит: кнопки «Стоп», «Пуск», клавишу «Каретка», ручки регулировки потенциометров «Черное» и «Белое», индикаторы «Белое», «Черное», «Передача», «Модем готов», «Авария», «Нет канала», «Цифровой индикатор, мин», «Продолжительность связи», индикаторы циркулярной связи при работе в режиме С2.

Устройство кодирования и развертки включает в себя несколько блоков: а) аналоговый, б) автоматики управления и тестов, в) запоминающего устройства; г) кодирования, д) синхронизации, е) стыков, ж) питания БП-28 и БП-7, з) разверток БР-11 и БР-9.

Аналоговый блок предназначен для передачи изображений в аналоговом режиме при совместной работе с приемным факсимильным аппаратом ФЗП21 «Луга» и аппаратурой сокращения информационной избыточности «Фон». Он выполняет следующие функции: формирования сигналов автоматического управления приемным аппаратом ФЗП21 «Луга», формирования сигналов управления аппаратурой «Фон», преобразования дискретной видеоинформации в аналоговую, формирования аналоговых тест сигналов в режиме «Тест».

Автоматическое управление приемным факсимильным аппаратом осуществляется следующими сигналами:

«Выбор модуля взаимодействия» — амплитудно-модулированный сигнал с частотой модуляции 300 Гц для плотности развертки 1,9 стр/мин или 675 Гц для плотности развертки 3,8 стр/мин и несущей частоты (при помощи переключателя «Несущая, кГц» устанавливается значение 1,8, 9,4 или 84 кГц), которая передается в канал связи в течение 5 с;

«Выбор скорости развертки» — амплитудно-модулированный сигнал фазовых импульсов и несущей частоты 1,8, 9,4 или 84 кГц, выдаваемый в канал связи в течение 15 или 30 с;

«Конец сообщения» — амплитудно-модулированный сигнал с частотой модуляции 450 Гц прямоугольной формы и несущей частоты 1,8, 9,4 или 84 кГц, выдаваемый в канал связи в течение 5 с, после чего передается сигнал «черного» длительностью 10 с.

В состав устройства защиты от ошибок входят: центральный процессор ЭВМ «Электроника 60М»; кодер 1, содержащий коммутатор внешних устройств; буфер и устройство управления; кодер 2, содержащий постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), которое служит для хранения программ кодирования; устройство прямого доступа к памяти.

Согласующее устройство состоит из генератора несущей частоты, формирователя, модулятора, квантово-электронного модуля и стабилизатора напряжения.

Работа согласующего устройства состоит в следующем. Когда на согласующее устройство подается питание, несущая частота

с выхода генератора через формирователь поступает на первый вход модулятора; на другой вход модулятора поступает сигнал видеоинформации. С выхода модулятора сигнал поступает на вход квантово-электронного модуля, в котором модулированный электрический сигнал преобразуется в импульсы оптического излучения, источником которых является лазерный диод. Светодиод обеспечивает сигнализацию окончания ресурса работы квантово-электронного модуля, когда стабилизация мощности импульсов излучения прекращается. От модуля излучение отводится через оптический соединитель по волоконно-оптическому кабелю, имеющему диаметр световедущей жилы 60 мкм.

Блок кодирования осуществляет планарное кодирование полосы штриховых и полутоновых изображений передаваемого бланка, которая состоит из элементов изображения восьми строк развертки. Процесс кодирования информации в аппарате Ф2/3Д31 «Фант Б» проходит следующим образом. Устройство управления блока кодирования посылает команду на формирование в формирователе кодированной фазы начала полосы. Если полоса «белая», формирователь «черного» блока запоминающего устройства фиксирует коэффициент содержания черного, соответствующий логическому нулю, блок кодирования формирует кодовую фазу «Начало белой полосы», и на этом кодирование белой полосы заканчивается. При черносодержащей полосе блок запоминающего устройства фиксирует коэффициент, соответствующий логической единице, блок кодирования формирует кодовую фазу «Начало черносодержащей полосы». После того как указанная кодовая фаза будет выдана, формирователь обеспечивает выдачу восьми импульсов считывания первого квадрата 8×8 элементов изображения из блока запоминающего устройства.

Выходная информация блока запоминающего устройства записывается в блок кодирования импульсами записи, которые вырабатываются схемой блока кодирования. Формирователи обеспечивают формирование кодированного сигнала квадрата 8×8 элементов изображения в процессе перезаписи из блока запоминающего устройства в блок кодирования. После 40-го бита кодовой фазы «Начало черносодержащей полосы» выдается кодовая информация квадрата на блок синхронизации.

После окончания кодирования каждого 8-го, 16-го, 32-го или 216-го квадрата в зависимости от положения переключателя *В1* блока кодирования формирователь *У4* обеспечивает выдачу кодовой фазы «Конец участка». Когда информация полосы будет закодирована, процесс считывания информации из блока запоминающего устройства заканчивается.

В случае если информация восьми строк развертки для одного из кубов закончилась, а считывание (кодирование) информации другого куба блока запоминающего устройства продолжается, то в момент окончания записи коммутатор запоминающего устройства блока кодирования выдает команду «Приостановка», в результате чего запрещается формирование частоты записи

информации в блок запоминающего устройства, а формирователь *У6* блока автоматики управления и тестов прекращает выдачу частоты подачи в блок развертки, продвижение каретки останавливается. Когда поступает сигнал «Импульс коммутации памяти», вырабатываемый в момент электронной фазы после окончания записи информации в один куб ЗУ и считывания (кодирования) информации второго куба, процесс кодирования возобновляется. Кодированная информация, так же как и сигналы автоматики из формирователя *У7* блока автоматики управления и тестов, поступает в блок стыков.

При работе в режиме аналоговой передачи аппарат обеспечивает совместную работу с приемным факсимильным аппаратом ФЗП21 «Луга» и аппаратурой сокращения избыточности «Фон». Пуск и остановка аппарата, анализ изображения, запись информации в блок запоминающего устройства при работе в режиме аналоговой передачи осуществляется так же, как и при работе в режиме кодированной передачи.

Считывание информации из блока ЗУ производится построчно. Формирователем аналогового блока вырабатываются сигналы «Частота считывания» и «Импульсы коммутации памяти — аналог». В том случае, когда аппарат работает совместно с аналоговой аппаратурой, по команде «Пуск» выдаются следующие сигналы автоматического управления: а)несущая частота 84, 9,4 или 1,8 кГц, модулированная сигналами прямоугольной формы с частотой 300 или 675 Гц длительностью 5 с; б) фазовые импульсы длительностью 4 % от длительности передачи строки с частотой следования 1, 2, 4, 8 или 16 Гц (в соответствии со скоростью развертки 60, 120, 240, 480 или 960 стр/мин), длительностью 15 или 30 с, которые формируются в устройствах аналогового блока. С окончанием передачи указанных сигналов на устройство расщепления фаз подачи (в блоке развертки БР-9) поступит сигнал с частотой, зависящей от необходимой скорости развертки:

Скорость развертки, стр/мин . .	960	480	240	120	60
Частота сигнала, Гц	120	60	30	15	7,5

При работе в режиме «Тест» имитатором при помощи формирователей формируются тест-сигналы, которые используются для проверки работоспособности устройств автоматики приемного факсимильного аппарата и контроля качества воспроизведенных им изображений.

По волоконно-оптическому стыку (СВО) передача информации обеспечивается как в режиме «Код», так и в режиме «Аналог». При передаче в режиме «Код» (когда кнопка СВО на блоке стыков отжата) кодированная информация поступает на формирователь блока стыков и затем на устройство преобразования «Импульс-свет» со скоростями 1200, 2400, 4800, 7200, 9600 бит/с. С выхода преобразователя световой поток поступает в волоконно-оптическую соединительную линию. При передаче в режиме «Ана-

лог» (кнопка СВО на блоке стыков нажата) дискретная видеоинформация пройдет по цепи: формирователь стыка блока автоматики управления и тестов, формирователь блока стыков. С выхода блока стыков информация подается на устройство преобразования «Импульс-свет» со скоростью 230400 бит/с. С выхода преобразователя световой поток поступает в волоконно-оптическую соединительную линию.

Блок синхронизации формирует сетку частот, необходимых для работы передающего факсимильного аппарата. В состав блока синхронизации входят: формирователь опорной частоты, умножители и делители частоты, фильтр. Источником синхросигнала является опорный кварцевый генератор типа «Ландыш» с частотой 10^7 Гц. Усилитель-ограничитель преобразует сигналы кварцевого генератора в прямоугольную форму, а делитель частоты, собранный на JK-триггерах с коэффициентом деления 6250, осуществляет деление частоты 10^7 до 1600 Гц. Далее частота 1600 Гц при помощи трех каскадов умножителей доводится до частоты 43 200 Гц. Указанные три каскада умножителей настроены на третью гармонику входной частоты и собраны на микросхемах К14ОУДІБ. Затем частота 43 200 Гц при помощи умножителя доводится до частоты 518 400 Гц.

Первый каскад настроен на третью гармонику частоты 43 200 Гц и выдает частоту 129 600 Гц. Остальные два каскада умножителей настроены на вторую гармонику входной частоты и выдают частоту 518 400 Гц, которая путем умножения доводится до 2 073 600 Гц, а затем эта частота — до базовой 8 294 400 Гц. Базовая частота по коаксиальному кабелю подается на многокаскадный делитель частоты, в котором путем деления базовой частоты вырабатывается сетка частот, необходимая для работы передающего факсимильного аппарата Ф2/3Д21 «Фант Б» (2 073 600, 345 600, 2700, 450, 675, 153 600, 76 800, 128, 16, 1, 9600, 1600, 400, 100, 460 800, 230 400, 57 600, 28 800, 1200, 300, 4800, 960 и 480 Гц). При помощи фильтра подавляются высокочастотные помехи в цепях питания.

Блок питания БП-7 вырабатывает следующие постоянные стабилизированные напряжения: 5 В с током нагрузки до 5 А, два по 6 В с током нагрузки до 5 А, 27 В с током нагрузки до 5 А, 6 В с током нагрузки до 0,3 А, 12 В с током нагрузки до 0,15 А, 6 В с током нагрузки до 0,15 А. Перечисленные источники напряжения изолированы друг от друга и от корпуса. На вход БП-7 подается постоянное напряжение 12 и 16 В и переменное напряжение 300 В прямоугольной формы, которые поступают из БП-28.

Блок питания БП-28 предназначен для питания устройств аппарата постоянными стабилизированными напряжениями, а сам питается от сети переменного тока напряжением 220 В ±10 % и частотой 50 Гц. На выходе БП-28 выдаются напряжения: 5—7, 6, 12 и два по 16 В. Все указанные напряжения стабилизированы и обеспечивают максимальный ток нагрузки до 5 А.

Блок развертки БР-11 питает блок строчной развертки и обеспечивает на выходе стабилизированные напряжения 60 и 9 В. Блок развертки БР-11 состоит из: а) выпрямителя, который питает преобразователь выпрямленными напряжениями 8, 32 и 300 В, а также используется для обеспечения плавного включения блока; б) преобразователя для преобразования постоянного напряжения 300 В в высокочастотное напряжение прямоугольной формы; в) выпрямителя для преобразования переменного напряжения 300 В в четыре постоянных напряжения 45 В; г) трех стабилизаторов напряжения для преобразования постоянного напряжения 45 В в стабилизированное постоянное напряжение 20 В; д) стабилизатора напряжения для преобразования постоянного напряжения 45 В в стабилизированное постоянное напряжение 9 В.

Напряжение 60 В, необходимое для работы аппарата, формируется путем последовательного соединения указанных выше трех стабилизаторов напряжения с выходным стабилизированным постоянным напряжением по 20 В каждого стабилизатора.

Блок развертки БР-9 питает и управляет работой шагового двигателя кадровой развертки. БР-9 выдает на выходе шесть напряжений, сдвинутых по фазе друг относительно друга на 60°, что вызвано необходимостью создания вращающего магнитного поля в шаговом двигателе кадровой развертки. В состав БР-9 входят: а) устройства расщепления фаз подачи, предназначенных для формирования сигналов управления шестью фазами питания двигателя кадровой развертки; б) выпрямитель для питания стабилизаторов тока; в) шесть стабилизаторов тока для усиления сигналов шести фаз питания двигателя кадровой развертки.

Аппарат оснащен устройством защиты от радиопомех. Применяемый для этой цели фильтр используется как для подачи на аппарат переменного напряжения электросети 220 В и 50 Гц, так и для защиты электросети от помех, возникающих при работе аппарата. В состав фильтра входят: а) реле отключения, предназначенное для автоматического отключения аппарата от электросети при отсутствии сетевого напряжения и для включения и выключения аппарата; б) фильтр, состоящий из дросселей и конденсаторов; в) устройство задержки, предназначенное для задержки подачи на аппарат напряжения электросети и для разрядки конденсаторов, включенных в цепи 300 В.

6.5. КОНСТРУКЦИЯ АППАРАТА

Передающий аппарат кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/3Д31 «Фант Б» конструктивно выполнен в виде двух функциональных устройств: анализирующего устройства и шкафа. Оба устройства между собой соединены через разъемы.

Анализирующее устройство собрано на литом основании, установлено на шкафу, крепится к нему четырьмя болтами и за-

крыто съемным стальным кожухом. С левой и правой сторон кожуха, а также в его нижней части имеются замки с винтами, при помощи которых кожух закрепляется на основании анализирующего устройства. В верхней части кожуха закреплена стальная крышка. Если крышку открыть, запуск развертывающегося барабана невозможен, так как он в этом случае заблокирован, и открывается доступ к нему.

На рис. 6.3 приведен внешний вид шкафа аппарата. Шкаф состоит из двух пятиблочных каркасов и задней рамы, которые соединены между собой болтами. С боков, сверху и снизу шкаф закрыт экранирующими обшивками, а спереди и сзади шкаф закрыт дверьми. На задней двери установлены выходные разъемы и фильтры. Каждый пятиблочный однорядный каркас состоит из двух литых боковых стенок и пяти промежуточных рамок, которые спереди и сзади соединены четырьмя угольниками. На угольниках закреплены направляющие, по которым вдвигаются в каркас электронные блоки. Панели закрепляются к задним угольникам. На панелях установлены розетки разъемов и втулки ловителей блоков. Межблочный монтаж фильтрами и выходными разъемами выполнен жгутом, который располагается между панелями каркасов и задними дверьми.

Каждый блок состоит из двух штампованных стенок, к которым с обеих сторон закрепляются панели. На передней панели находятся органы управления и контроля с гравировками и ручки, с помощью которых блок снимают со шкафа. На задней панели размещены вилки разъемов для подключения блоков, а также штыри-ловители, фиксирующие устанавливаемый в корпусе блок. Блок закрепляется четырьмя невыпадающими винтами, которые находятся на лицевой стороне панели. В блоках размещаются субблоки с электрорадиоэлементами. Субблоки устанавливаются в блоках по направляющим, закрепленным на стенке. Каждый субблок крепится к корпусу блока двумя невыпадающими винтами.

6.6. ПОДГОТОВКА АППАРАТА К РАБОТЕ

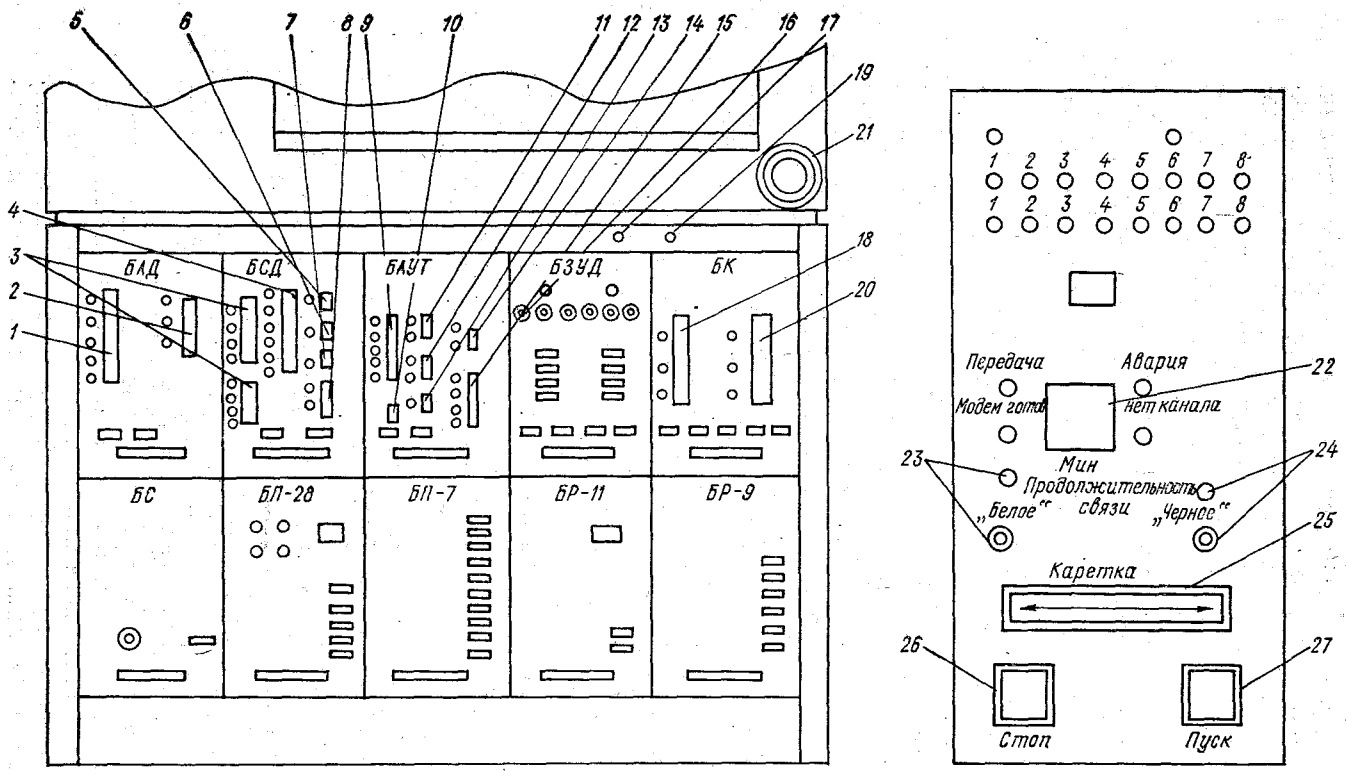
Для включения аппарата Ф2/3Д31 «Фант Б» в эксплуатацию предварительно нужно подготовить его к предстоящей работе. Для этого необходимо:

— заземлить корпус аппарата медным проводом сечением примерно 5 мм^2 (соединить клемму, расположенную на задней двери шкафа, с общей земляной шиной центра связи);

— соединить разъем 220 В, находящийся на задней двери шкафа аппарата, с электросетью переменного тока 220 В, 50 Гц;

— открыть передние двери аппарата;

— проверить положение переключателей на передних панелях блоков (переключатели должны быть в отжатом положении);



6.3. Внешний вид шкафа передающего аппарата кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/ЗП31 «Фант Б».

1 — переключатель «Скорость развертки, стр/мин 60, 120, 240, 480, 960″; *2* — переключатель частоты «Несущая, кГц 1,8; 9,4; 84″; *3* — переключатель выходов по стыку «С2, Вых С2, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8″; *4* — переключатель режимов работы по стыкам С1И-1, С1И-2, С2, УДС-2400, «Аналог»; *5* — переключатель вида сигнала «Авария»; *6* — переключатель вида сигнала «Нет канала»; *7* — переключатель «Помехозащита»; *8* — переключатель вида сигнала НЦП, СВО; *9* — переключатель вида сигналов «Полутоновый клин», «Разрешающая способность», «Шахматное поле», «Бегущая 1», «Контроль»; *10* — кнопка «Контроль индикации»; *11* — переключатель рода работы «Передача», «Тест»; *12* — переключатель режима работы «Штрих», «Полутон»; *13* — переключатель «Подача»; *14* — переключатель «Плотность развертки, стр/мин», «Код-Аналог», «7,6/3,8», «3,8/1,9»; *15* — переключатель скорости передачи «Бит/с 1200, 2400, 4800, 7200, 9600»; *16* — переключатель контрольных режимов БЗУД; *17* — кнопка «Сеть вкл.»; *18* — переключатель «Квадрат/участок 8, 16, 32»; *19* — кнопка «Сеть откл.»; *20* — переключатель числа градаций «Колич. градаций 4, 8, 16»; *21* — ручной привод кадровой развертки; *22* — индикатор продолжительности связи; *23* — индикатор и регулятор настройки «Белое»; *24* — индикатор и регулятор настройки «Черное»; *25* — клавиша управления направлением движения каретки; *26* — кнопка «Пуск»; *27* — кнопка «Стоп».

— внутри блока стыков (БСД) установить тумблер «Синхр.» в положение «Внутр.», тумблер «Скремблер» и «Таймер» в положение «Выкл.»;

— внутри блока автоматики, управления и тестов (БАУТ), тумблер «Фант А» установить в положение «Выкл.»;

— клавишу «Питание выкл.», расположенную на передней панели устройства защиты от ошибок, установить в положение «Выкл.»;

— крышку анализирующего устройства аппарата поднять, проверить положение клавиши, которая находится справа от стола (эта клавиша должна быть в положении «Откл.»);

— при помощи маховичка ручного привода кадровой развертки установить каретку с оптическим устройством в крайнее левое положение;

— нажать кнопку «Вкл. сеть», после чего на передних панелях блоков питания (БП-28) и развертки (БР-11) загорятся лампочки световых индикаторов, что подтверждает о подаче стабилизированных напряжений питания;

— для проверки наличия питания на блоках и работоспособности индикаторов нажать кнопку «Контроль индикации», которая расположена на блоке автоматики, управления и тестов (БАУТ) (при нажатии указанной кнопки загораются все индикаторы, а на цифровых индикаторах «Продолжительность связи» должна высветиться цифра 88);

— для проверки работы осветителя анализирующего устройства поднять крышку на аппарате и убедиться, что при вращении ручки «Белое» изменяется степень свечения лампочки осветителя;

— для проверки работы вентиляторов присоса бланков клавишу, расположенную справа от стола, установить в положение «Вкл.» и убедиться, что в отверстия барабана всасывается воздух; затем необходимо клавишу установить в положение «Откл.»;

— для проверки перемещения оптического устройства нажать клавишу переключателя «Каретка ▷» и убедиться в том, что каретка с оптическим устройством движется вправо, затем нажать клавишу переключателя «◁ Каретка» и убедиться в том, что каретка движется влево;

— закрыть крышку анализирующего устройства и передние двери аппарата;

— для проверки вращения барабана нажать кнопку «Пуск» и, убедившись, что барабан вращается, нажать кнопку «Стоп», после чего барабан должен остановиться;

— зарядить бланк с изображением, размеры которого не должны превышать максимальные размеры, указанные в п. 6.1 (зарядка бланка должна производиться после полной остановки развертывающего барабана анализирующего устройства);

— открыть крышку анализирующего устройства и провернуть барабан так, чтобы сшивка оказалась против оператора;

— уложить бланк на крышку анализирующего устройства и задвинуть его край под сшивку барабана; затем, придерживая бланк рукой, клавишей включить вентиляторы и провернуть барабан так, чтобы бланк полностью был уложен на барабан (бланк должен быть уложен на барабан без перекосов и складок);

— закрыть крышку анализирующего устройства.

Для настройки анализирующего устройства необходимо:

— зарядить бланк с изображением в барабан, как указано выше;

— при помощи маховичка ручного привода кадровой развертки световое пятно установить на черном поле изображения и ручкой потенциометра «Черное» добиться загорания индикатора «Черное». Затем световое пятно необходимо установить на белом поле и ручкой потенциометра «Белое» добиться загорания индикатора «Белое»; необходимо также проверить загорание индикатора «Черное» на черном поле;

— перед тем как проверить работу аппарата в режиме «Полутон» тумблер «Разряды или Полутон», который размещен внутри блока запоминающего устройства аппарата, установить в положение 4;

— перед началом передачи в условиях помех, по согласованию с принимающим факсимильную передачу корреспондентом, включить устройство защиты от ошибок, для чего на передней панели блока стыков (БСД) нужно нажать кнопку «Помехозащита» и установить клавиши «Питание выкл.» и «Программа Пульт» на передней панели устройства защиты от ошибок в верхнее положение, а клавишу «Таймер выкл.» установить в нижнее положение.

Если возникает необходимость в повторной передаче бланка, то кнопку «Пуск» можно нажать только после того, как на панели управления гаснет световой индикатор «Передача».

Теперь передающий факсимильный аппарат не ранее, чем через 5 мин после включения питания при работе в режимах С1И и через 15 мин в других режимах, будет готов к работе. Включение передающего факсимильного аппарата осуществляется нажатием кнопки «Пуск».

6.7. ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ И ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ

Для работы в режиме кодированной передачи необходимо:

— аппарат подготовить к работе согласно п. 6.5;

— при работе по стыку С2, после подключения стыкуемой аппаратуры (через разъем С2-1), нажать кнопки «Передача», «Подача», «Плотн. разв. 7,6/3,8 или 3,8/1,9», «Бит/с 1200, 2400, 4800, 7200 или 9600», «Штрих или Полутон», которые расположены на блоке автоматики, управления и тестов (БАУТ);

— при режиме «Штрих» нажать кнопку 8, 16 или 32 переключателя «Квадрат/участок», расположенного на блоке кодирования (БК);

— при режиме «Полутон» нажать кнопку 8 переключателя «Квадрат/участок», кнопку 4, 8 или 16 переключателя «Количество градаций», установленного на блоке кодирования (БК) и нажать кнопку С2, расположенную на блоке стыков (БСД).

Если работа производится по стыку С2 с использованием автономной синхронизации, то тумблер «Синхр.», расположенный внутри блока стыков, устанавливается в положение «Внутр.», если же используется внешний источник синхронизации, то тумблер устанавливается в положение «Внешн.». При работе по стыку С2 предусмотрена передача одному или нескольким (до восьми) абонентам одной и той же информации одинаковых изображений одновременно. Если передача одинаковых изображений производится одному абоненту, необходимо нажать соответствующую кнопку переключателя «Вых. С2»; если же передача одинаковых изображений производится нескольким абонентам, необходимо нажать кнопки переключателя «Вых. 2», соответствующие тем выходам, к которым абоненты подключены.

Для работы в режиме кодированной передачи по стыку УДС-2400 необходимо:

— нажать кнопки «Передача», «Подача», «Плотн. разв. 7,6/3,8 или 3,8/1,9», «Бит/с 2400», «Штрих или Полутон», которые расположены в блоке автоматики, управления и тестов;

— при режиме «Штрих» нажать кнопку 8, 16 или 32 переключателя «Квадрат/участок», который расположен на блоке кодирования;

— при режиме «Полутон» нажать кнопку 8 переключателя «Квадрат/участок», нажать кнопку 4, 8 или 16 переключателя «Колич. градаций» и нажать кнопку УДС-2400, расположенную на блоке стыков.

Для работы в режиме кодированной передачи по стыку С1И-1, когда предусмотрен режим 1, необходимо:

— подключить стыкуемую аппаратуру через разъем С1И-Д и С1И-П;

— нажать кнопки «Передача», «Подача», «Плотн. разв. 7,6/3,8 или 3,8/1,9», «Бит/с 2400», «Штрих или Полутон»;

— при режиме «Штрих» нажать кнопку 8, 16 или 32 переключателя «Квадрат/участок», расположенного на блоке кодирования;

— при режиме «Полутон» нажать кнопку 8 переключателя «Квадрат/участок», кнопку 4, 8 или 16 переключателя «Колич. градаций»;

— нажать кнопку С1И-1 на блоке стыков, установить тумблер режимов внутри блока стыков в положение «Режим 1»;

— тумблер «Скремблер», расположенный внутри блока стыков, установить в согласованное с абонентом положение.

Для работы передающего факсимильного аппарата в режиме кодированной передачи по стыку С1И-1 в режиме 2 необходимо: стыкуемую аппаратуру подключить через разъем С1И-Д; тумблер режимов, установленный в блоке стыков, установить в положение «Режим 2»; остальные переключатели установить в положения, указанные выше для режима 1.

Для работы в режиме кодированной передачи по стыку С1И-2 необходимо:

— подключить стыкуемую аппаратуру через разъемы С1И-Д и С1И-П в режим 1 или через разъем С1И-Д в режим 2;

— нажать кнопки «Передача», «Подача», «Плотн. разв. 7,6/3,8 или 3,8/1,9», «Бит/с 1200, 2400, 4800, 7200 или 9600», «Штрих или Полутон», расположенные в блоке автоматики, управления и тестов;

— при режиме «Штрих» нажать кнопку 8, 16 или 32 переключателя «Квадрат/участок», расположенного на блоке кодирования;

— при режиме «Полутон» нажать кнопку 8 переключателя «Квадрат/участок», кнопку 4, 8 или 16 переключателя «Колич. градаций», нажать кнопку С1И-2, расположенную на блоке стыков (БСД), и установить тумблер режимов, расположенный внутри блока стыков, в положение «Режим 1» или «Режим 2»;

— тумблер «Скремблер» внутри блока стыков установить в согласованное с абонентом положение.

Для работы передающего факсимильного аппарата Ф2/ЗД31 «Фант Б» в режиме кодированной передачи для стыка с аппаратурой «Фант ГД» необходимо:

— подготовить факсимильный аппарат Ф2/ЗД31 Б», как указано выше (для случая работы аппарата в режиме кодированной передачи по стыку С2);

— переключить тумблер «Синхр.» внутри стыков в положение «Внешн.»;

— тумблер «Таймер» внутри блока стыков переключить в положение «Таймер».

Для работы в режиме аналоговой передачи информации с приемным аппаратом «Луга» или аппаратурой сокращения информационной избыточности «Фон» необходимо: подкючить стыкуемую аппаратуру через разъем «Луга» или «Фон», нажать кнопки «Передача», «Подача», «Плотн. разв. 7,6/3,8», которые расположены на блоке автоматики управления и тестов, и кнопки «Скорость развертки, стр/мин 60, 120, 240, 480 и 960», «Несущая, кГц 1,8; 9,4 и 84», которые расположены на аналоговом блоке, а также нажать кнопку «Аналог» на блоке стыков.

Для работы в режиме аналоговой передачи по светооптическому стыку с приемной аппаратурой «Фант Б» необходимо: подключить стыкуемую аппаратуру через разъем СВО, нажать кнопки «Передача», «Подача», «Плотн. разв. 7,6/3,8», «Штрих или Полутон» на блоке автоматики, управления и тестов, а также нажать кнопки «СВО» и «Аналог» на блоке стыков.

Для работы в режиме «Внешнее управление» необходимо: снять заглушку «Внешнее управление», подключить к разъему «Внешнее управление» кабель, через который создается возможность внешнего пуска и остановки аппарата Ф2/ЗД31 «Фант Б». При этом работа аппарата после нажатия кнопки «Пуск» происходит в автоматическом режиме без участия обслуживающего персонала.

В аппарате Ф2/ЗД31 «Фант Б» предусмотрена встроенная система контроля, обеспечивающая возможность проверки работоспособности трактов кодированной информации (блоков запоминающего устройства и кодирования) и аналоговой информации (блоков запоминающего устройства, кодирования и аналогового). Встроенная система контроля позволяет также проверить правильность реакции блока стыков на сигналы «Авария» и «Нет канала». До начала работ по контролю работоспособности аппарат должен быть подготовлен к работе согласно п. 6.6.

Для проверки работоспособности блока запоминающего устройства и блока кодирования в системе встроенного контроля имеются тестовые сигналы «Белое», «Полосы», «Полутоновый клин», «Разрешающая способность», «Шахматное поле», «Бегущая 1». Контроль блока запоминающего устройства производится: по осциллограммам на гнездах «Выход ЗУ 1—8» на блоке ЗУ и «Информ.» на блоке стыков, по миганию индикаторов «Куб 1» и «Куб 2» при группировании строк развертки и по записи графической информации на приемном факсимильном аппарате.

Для проверки работоспособности блока запоминающего устройства необходимо:

— нажать кнопки «Тест», «Плотн. разв. 3,8/1,9», «Бит/с 9600», «Полутон» и «Контроль» на блоке автоматики управления и тестов»; С2 или УДС-2400 на блоке стыков; «Колич. градаций 16» на блоке кодирования;

— подключить на один вход осциллографа сигнал с гнезда «Частота передачи» (блок кодирования), на второй вход — с одного из гнезд «Выход ЗУ» (блок запоминающего устройства); подать на вход «Синхронизация внешняя» сигнал «Конец квадрата» (блок кодирования) и засинхронизировать осциллограф;

— соединить передающий факсимильный аппарат с приемным факсимильным аппаратом «Фант Б» через разъем УДС-2400 или С2.

Для проверки работоспособности блока запоминающего устройства при тестовых сигналах «Белое» и «Полосы» необходимо:

— переключить тумблер в положение «Белое». При этом на всех гнездах «Выходы запоминающего устройства» появляется потенциал логической единицы ($2{,}6\ \text{В} \leqslant U \leqslant 5\ \text{В}$); на гнезде «Информ.» (блок стыков) — меандр, полупериод которого равен периоду частоты передачи. На бланке, записанном на приемном аппарате, должно быть белое поле;

— установить тумблер на передней панели ЗУ в положение «Белое», а тумблер «Полосы» в положение «Выкл». При этом на всех гнездах «Вых. ЗУ» появляется потенциал логического нуля ($0 \leqslant U \leqslant 0{,}5$ В), на гнезде «Информ.» (блок стыков) — импульсный сигнал. Продолжительность сигнала должна быть равна трем периодам тактовой частоты, интервал между импульсами должен быть равен четырем периодам тактовой частоты. На бланке, записанном на приемном факсимильном аппарате, поле должно быть черное;

— установить на передней панели блока запоминающего устройства тумблер «Белое» в положение «Выкл.», а тумблер «Полосы» в верхнее положение. При указанном положении тумблеров на всех гнездах «Вых. ЗУ» должен быть импульсный сигнал с длительностью импульсов, равной двум периодам тактовой частоты, а интервал между импульсами — семи периодам тактовой частоты. На изображении, записанном приемным факсимильным аппаратом, должны быть черно-белые вертикальные полосы шириной $2 \pm 0{,}5$ мм и длиной $8 \pm 0{,}5$ мм при плотности развертки 3,8, после чего происходит инверсия информации (измерения можно провести при помощи штангенциркуля).

Если в информации запоминающего устройства будут ошибки, то на белом поле появятся черные точки или штрихи либо на черном поле будут появлять белые точки или штрихи. Для того чтобы найти неисправную микросхему памяти, предварительно необходимо определить, в какой плате неисправная микросхема смонтирована. С этой целью необходимо переключить тумблер «Ручное-Автомат» в положение «Ручное» и нажатием кнопки «Строка» исключать последовательно одну за другой строки информации на выходе запоминающего устройства. На выходе запоминающего устройства информация при этом замещается на входную информацию запоминающего устройства.

Число нажатий кнопки соответствует номеру исключенной строки. Так как строки 1 и 2 записываются в первую плату, строки 3 и 4 — во вторую плату, строки 5 и 6 — в третью плату, строки 7 и 8 — в четвертую плату, то, определив, в какой строке находится ошибка, нетрудно установить и плату с неисправной микросхемой.

Для устранения ошибки необходимо найденную плату заменить в первом кубе памяти. Если все же ошибка осталась, то это означает, что неисправная микросхема находится во втором кубе памяти на плате, имеющей такой же номер, поэтому ее необходимо заменить.

При подаче на вход осциллографа с одного из гнезд «Вых. ЗУ» и синхронизации от этого входа при включении тумблера «Белое» на гнездах должен быть потенциал логической единицы; в том случае, когда тумблеры «Белое» и «Полосы» установлены в положение «Выкл.», на гнездах должен быть потенциал логического нуля; если тумблер «Полосы» включить, то на гнездах должен быть импульсный сигнал в виде меандра.

Контроль работоспособности блока запоминающего устройства при тестовом сигнале «Полутоновый клин» проводится при нажатой кнопке «Клин», установленной на блоке автоматики управления и тестов. По записи на приемном факсимильном аппарате полутонового клина от минимальной оптической плотности до максимальной и по равномерности записи поля каждого полутона устанавливается степень работоспособности передающего тракта аппарата, относящаяся к работе в режиме «Полутон».

Контроль работоспособности блока запоминающего устройства при тестовом сигнале «Разрешающая способность» проводится при нажатых кнопках «Разреш.» и «Штрих», установленных на блоке автоматики управления и тестов, а также по воспроизводимым на бланке с записью на приемном факсимильном аппарате вертикальным линиям различной толщины и равномерности поля записи. Когда индикаторы блока запоминающего устройства и блока кодирования исправны, световые индикаторы «Куб 1» и «Куб 2» блока запоминающего устройства попеременно мигают с постоянной частотой.

Для контроля работоспособности блока кодирования необходимо:

— нажать кнопки «Тест», «Плотн. разв. 7,6/3,8», «Бит/с 9600», «Полутон», «Бегущая 1» или «Шахматное поле» на блоке автоматики управления и тестов; С2 или УДС-2400 на блоке стыков; «Колич. градаций 4, 8, 16», «Квадрат/участок 8» на блоке кодирования;

— поочередно подключить сигналы «Имп. коммут.», «Конец квадрата», «Конец участка» с одноименных гнезд на первый вход осциллографа, а на второй вход осциллографа подключить сигнал с гнезда «Информ.» Синхронизацию осциллографа следует производить по первому входу.

Помимо лампочки, вмонтированной в отверстие на передней панели блока питания БП-28, контроль исправности блока может осуществляться вольтметром, включенным в контрольные гнезда на блоках БП-28, БП-7 и БР-11. Измеренные вольтметром значения напряжения $U_{изм}$ по отношению к номинальному значению $U_{ном}$ должны находиться в следующих пределах:

$U_{ном}$ В . .	5	6	12	16	27	60
$U_{изм}$ В . .	4,8—5,5	5,7—6,6	11,4—13,2	15,2—17,6	25,7—29,7	57—66

Проверка работоспособности блока стыков осуществляется при помощи кнопок «Авария», «Нет канала» и соответствующих индикаторов. С целью проверки правильности реакции блока стыков на сигнал «Авария импульсного канала» (АИК) необходимо нажать кнопки: «Тест», «Плотн. разв. 7,6/3,8», «Бит/с 2400», «Штрих», «Бегущая 1» на блоке автоматики управления и тестов; С1И-1 на блоке стыков и «Пуск». При нажатии кнопки «Авария» аппарат прекращает работу, загорается соответствующий свето-

вой индикатор и срабатывает звуковая сигнализация окончания передачи.

Контроль работоспособности устройства защиты от ошибок производится в соответствии с инструкцией по эксплуатации, входящей в комплект электронной вычислительной машины «Электроника 60М», используемой в аппаратуре Ф2/3Д31 «Фант Б».

ГЛАВА 7

ПРИЕМНЫЙ АППАРАТ КОДИРОВАННОГО ЦИФРОВОГО ФАКСИМИЛЕ ТИПА Ф2/3П31 «ФАНТ Б»

7.1. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Приемный аппарат кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/3П31 «Фант Б» предназначен для приема по каналам тональной частоты 300—3400 Гц любой графической (штриховой или полутоновой) информации: карт, графиков, текста и других графических материалов с воспроизведением их в черно-белом изображении и сокращением информационной избыточности. Аппарат работает в аналоговом режиме совместно с аналоговыми передающими аппаратами при одинаковых модулях взаимодействия, скоростях развертки и шаге развертки.

При работе в режиме кодированного приема факсимильный аппарат обеспечивает возможность совместной работы:

— с факсимильной передающей аппаратурой Ф2/3Д31 «Фант Б»;

— с передающей факсимильной аппаратурой Ф2/4Д31 «Фант А»;

— с аппаратурой вывода факсимильной информации из ЭВМ «Фант ЕП»;

— с устройством преобразования факсимильных сигналов «Фант В» по выделенным стандартным каналам тональной частоты;

— с устройством преобразования факсимильных сигналов «Фант ГП» по коммутируемым каналам тональной частоты;

— с аппаратурой сопряжения «Фант Ж».

В режиме аналогового приема приемный факсимильный аппарат Ф2/3П31 «Фант Б» обеспечивает возможность совместной работы:

— с передающим факсимильным аппаратом типа Ф2/3Д31 «Фант Б»;

— с передающим факсимильным аппаратом типа Ф3Д21 «Луга»;

— с факсимильной приставкой «Частота—П» или СТК-П «Луга»;

— с факсимильной аппаратурой восстановления информационной избыточности «Фон-П».

При работе в режиме кодированного приема аппарат обеспечивает планарное декодирование сигналов. Система встроенного контроля обеспечивает возможность проверки работоспособности факсимильного аппарата (режим «Контроль»). Питание аппарата осуществляется от сети переменного тока напряжением 220 В±10 %, частотой 50 Гц. Аппарат Ф2/3П31 «Фант Б» работает при температуре окружающего воздуха от 283 до 313 К (от 10

до 40 °С), относительной влажности воздуха до 80 % при температуре 298 К (25 °С), атмосферном давлении от 60 до 104 кПа (от 450 до 750 мм рт. ст.).

Основные технические характеристики приемного аппарата кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/ЗП31 «Фант Б» приведены в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Характеристика	Режим кодированного приема		Режим аналогового приема
	полутон	штрих	
Размер принимаемого бланка, мм	480×660	480×660	480×660
Полезная длина строки (не менее), мм	456	456	456
Число элементов изображения в полной длине развертки	1728	1728	1728
Разрешающая способность (не менее), эл. из/мм	3,0	3,0	3,1
Плотность развертки, стр/мм	7,6; 3,8	7,6; 3,8	3,8; 1,9
Число принимаемых полутонов	8	2	8
Скорость развертки, стр/мин	960	7680	60, 120, 240 480, 960
Скорость приема по цепям, бит/с	800, 1200 2400, 4800 7200, 9600	800, 1200 2400, 4800 7200, 9600	—
Скорость приема по волоконно-оптическим соединительным линиям, бит/с	1200, 2400 4800, 7200 9600, 230 400	1200, 2400 4800, 7200 9600, 230 400	—
Частота несущей, кГц	—	—	1,9; 9,4; 84
Кодирование участков изображения	Планарное 8×8 эл. из.	Планарное 8×8 эл. из.	—
Генератор	Кварцевый	Кварцевый	Кварцевый
Направление развертки	Слева направо, сверху вниз	Слева направо, сверху вниз	Слева направо, сверху вниз
Синтез изображения	Плоскостной многоэлементный	Плоскостной многоэлементный	Плоскостной многоэлементный

7.2. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ РАБОТЫ ПРИЕМНОГО АППАРАТА КОДИРОВАННОГО ЦИФРОВОГО ФАКСИМИЛЕ ТИПА Ф2/ЗП31 «ФАНТ Б»

Принятый в аппарате способ планарного кодирования соответствует ГОСТ 25.872—83 «Аппараты факсимильные высокоскоростные» (см. п. 6.2).

Приемным аппаратом кодированного цифрового факсимиле осуществляется определение скорости приема по сигналу выбора ско-

рости приема активными RC-фильтрами за время измерительного интервала 14—15 с. Сигнал считается принятым, если он в течение измерительного интервала присутствует непрерывно.

С целью повышения помехозащищенности при приеме сигналов автоматики в приемном факсимильном аппарате предусмотрен ряд мер, при которых: а) опознавание сигналов автоматики разрешается лишь после определения частоты приема; б) опознавание сигналов автоматики производится в том случае, если при безошибочном приеме одного из подслов (семнадцати- или тринадцатибитового) в другом оказывается не более двух ошибок; в) сигналы автоматически считаются принятыми, если они опознаны не менее двух раз из трех; г) вид сигналов автоматически определяется битами $\eta\nu\mu$, передаваемыми трижды в каждом сигнале автоматики; прием каждого бита тройки производится методом «два из трех»; д) после определения частоты приема разрешается прием только первого сигнала автоматики; после приема первого — прием третьего; е) прием кодированных сигналов автоматики засчитывается лишь при наличии не менее четырех подтверждений того, что ξ — «1»; в этом случае дается разрешение декодирования; ж) в случае если после определения частоты приема сигналы автоматики не опознаются либо не начнется декодирование информации в течение времени, большего 128 с, приемный факсимильный аппарат останавливается и переводится в дежурный режим.

Прием сигналов автоматики и кодированной фазы осуществляется одним и тем же устройством, при этом при приеме кодированной фазы соблюдаются условия, изложенные в пунктах «б» и «г». При перерыве в приеме двух соседних кодированных фаз, который длится более 128 с, приемный факсимильный аппарат останавливается и переводится в дежурный режим.

Декодирование изображения A осуществляется по A_l в порядке роста l. Декодирование белой A_l заключается в опознании в потоке кодированной информации кодированной фазы вида (6.1). В этом случае всем элементам A_l присваивается «0». Декодирование небелой A_l начинается при опознании в потоке кодированной информации кодированной фазы вида (6.2). Декодирование небелой A_l выполняется по квадратным участкам A_{lk} в порядке роста k. Декодирование A_{lk} выполняется в порядке роста m. Всем элементам $A_{lk}^{(m)}$ присваивается «0», если очередным поступившим битом кодированной информации оказался «0».

В противном случае в ходе анализа четырехбитовых слов a_r и и b_{rs} определяются позиции подматриц 2×2 элемента, в которых размещаются четырехбитовые слова c_{rst}, в то время как в остальные подматрицы 4×4 и 2×2 элемента вносятся нули, если перед a_r было принято двухбитовое слово «10». Если же перед a_r было принято двухбитовое слово «11», в соответствующие подматрицы 2×2 элемента заносятся подслова c_{rst} в обратном коде, а в остальные подматрицы — единицы. Если за двоичным представлением

$A_{lk}^{(m)}$ принят различительный бит «0», происходит переход к кодированию A_{lk+1}; в случае же приема различительного бита «1» происходит переход к декодированию $A_{lk}^{(m+1)}$.

В режиме работы «Штрих» декодирование квадрата A_{lk} ограничивается $A_{lk}^{(1)}$. В этом режиме различительный бит не передается.

Прием кодированной фазы вида (6.4) свидетельствует об окончании участка из P квадратов A_{lk}. Если вслед за кодированной фазой вида (6.2) или (6.4) принята кодированная фаза вида (6.4), то всем элементам участка P присваивается «0». После декодирования ожидаемого числа квадратов A_{lk} запись в блоке запоминающих устройств приемного факсимильного аппарата (БЗУП) декодированной информации A_l прекращается. Декодирование A_{l+1} начинается с появлением кодированных фаз вида (6.1) или (6.2).

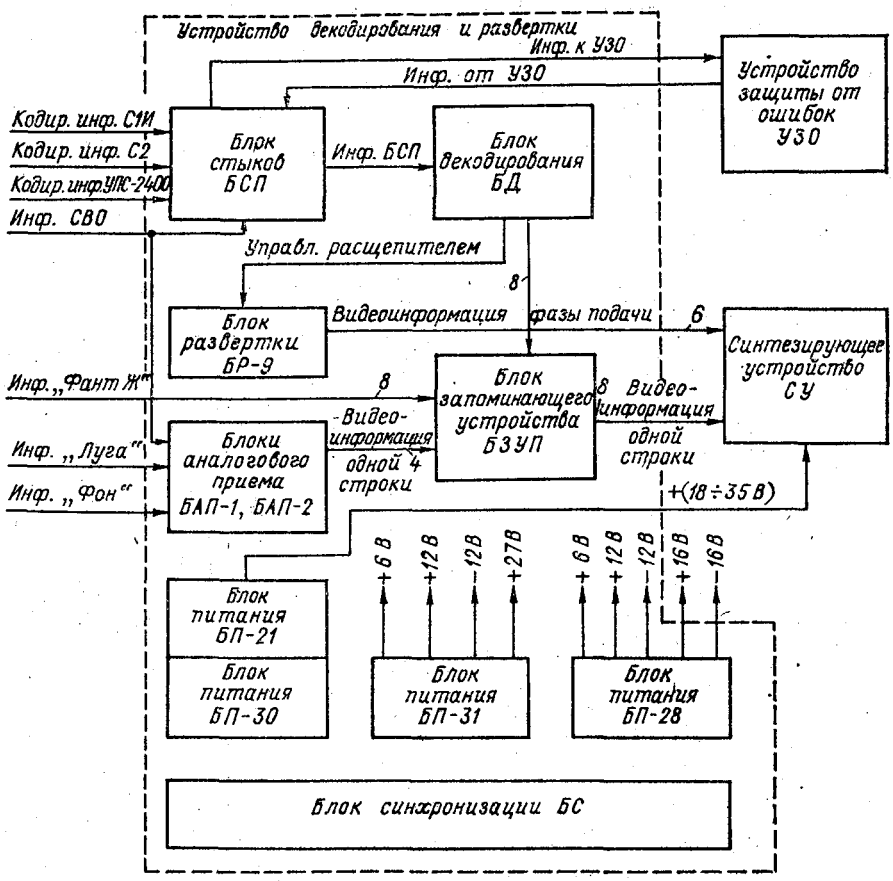
Правильность приема каждого из P участков контролируется путем подсчета декодированных A_{lk} в участке P (сбой первого бита кодового слова «10» или «11», которое передается перед a_r, в разделительном бите или в четырехбитовых словах a_r и b_{rs} приводит к нарушению правильности декодирования последующей информации и, как следствие, к изменению числа квадратов A_{lk} в участке P). В том случае, если это число равно ожидаемому (8, 16, 32 или 216), участок принят правильно. Если это число не равно ожидаемому, то предполагается наличие сбоя. Если участок принят правильно, он запоминается в ЗУ и при повторной передаче декодирование не производится. При неправильном приеме весь участок отбеливается.

С целью обеспечения требований, которые предъявляются к группированию каждых восьми последовательных строк развертки, в приемном аппарате кодированного цифрового факсимиле Ф2/ЗП31 «Фант Б» используется устройство буферной памяти, состоящее из двух кубов, которые поочередно работают на запись и считывание и имеют объем 65536 бит каждый. Запись в каждый куб начинается с началом первого из A_{lk} каждой A_l по окончании считывания из него и записи в другой куб. Считывание из каждого куба начинается с началом первого из A_{lk} каждой A_l по окончании записи в него и считывания из другого куба. На время между окончанием считывания из одного куба и началом записи в него подача носителя записи и синтез изображения в приемном аппарате кодированного цифрового факсимиле прекращаются. Коммутация кубов осуществляется с приходом кодированной фазы вида (6.1) или (6.2), соответствующей началу A_l. Алгоритм группирования строк развертки предполагает, что время передачи любых восьми последовательных строк развертки больше или равно времени их синтеза, поэтому переполнения устройства буферной памяти, т. е. состояния, когда в одном из кубов еще не кончилось считывание, но уже должна начаться запись, не возникает.

В режиме аналогового приема вид и параметры поступающих в аппарат сигналов определяются типом аналогового факсимильного передающего аппарата.

7.3. СТРУКТУРНАЯ СХЕМА

На рис. 7.1 приведена электрическая структурная схема приемного аппарата кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/ЗП31 «Фант Б». Одно из основных устройств аппарата — устройство декодирования и развертки — состоит из следующих блоков: а) стыков приемного факсимильного аппарата (БСП),



7.1. Структурная электрическая схема приемного аппарата кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/ЗП31 «Фант Б».

б) декодирования (БД), в) аналогового приема (БАП-1, БАП-2), г) запоминающих устройств (БЗУП), д) синхронизации, е) развертки (БР-9), ж) питания (БП-7, БП-28, БП-21 и БП-22). К числу основных устройств аппарата относятся также устройство защиты от ошибок (УЗО) и синтезирующее устройство (СУ).

Схемой приемного факсимильного аппарата предусмотрены режимы работы «Прием» и «Контроль». При работе в режиме

«Прием» обеспечивается прием кодированной и аналоговой информации.

При работе в режиме кодированного приема информация поступает в приемный факсимильный аппарат через блок стыков аппарата (БСП), предназначенный для определения скорости приема кодированной информации, коммутации источников сигнала, обеспечения согласования уровней входных сигналов с уровнями ТТЛ-микросхем, а также для формирования частоты синхронизации информации. Затем кодированная информация, сопровождаемая частотой синхронизации, поступает в блок декодирования, в котором осуществляется автоматическая установка режимов работы, декодирование информации и организуется запись декодированной информации в блоки запоминающего устройства. Помимо изложенного, в блоке декодирования вырабатываются сигналы управления расщепителем фаз подачи блока развертки. Блок запоминающего устройства приемного факсимильного аппарата предназначен для согласования скоростей приема и регистрации информации. С выхода этого блока информация поступает в синтезирующее устройство для регистрации.

Блок синхронизации вырабатывает для приемного факсимильного аппарата необходимую сетку частот, а блоки питания — необходимые стабилизированные напряжения питания. Блок развертки осуществляет управление двигателем кадровой развертки.

В режиме «Аналог» информация поступает в канал аналоговой информации, где подвергается аналого-цифровому преобразованию, после чего вводится в блок запоминающего устройства аппарата.

В режиме «Контроль» на вход приемника из формирователя тест-сигнала подаются контрольные тест-сигналы, позволяющие проверить работоспособность блоков: стыка, декодирования, запоминающего устройства и синтезирующего устройства аппарата.

Синтезирующее устройство обеспечивает прием видео- и контрольной информации одной строки развертки восьмиразрядными словами и регистрацию ее на носитель записи — электрохимическую бумагу типа ЭХБ-4 в полутоновом и штриховом режимах.

7.4. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СХЕМА

Более подробно рассмотрим работу приемного аппарата кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/ЗП31 «Фант Б» по функциональной электрической схеме аппарата, приведенной на рис. 7.2 (вкл.).

При работе в режиме кодированного приема графической информации по одному из выбранных стыков информация поступает на входной коммутатор к блоку стыков приемного факсимильного аппарата (БСП). Входное устройство, а также преобразователь блока стыков приемного факсимильного аппарата выполняют функции преобразования биполярных сигналов (которые поступают по стыку С1И) в однополярные.

В том случае, когда прием факсимильных сигналов производится в условиях действия помех в канале, сигналы с входного коммутатора поступают в устройство защиты от ошибок (если в этом есть необходимость), после чего сигнал поступает на второй коммутатор, который предназначен для коммутации входных сигналов, а также сигналов, восстановленных в устройстве защиты от ошибок, тест-сигнала и сигналов по стыку «СВО код.» (стык волоконно-оптический). С выхода второго коммутатора сигналы поступают далее на полосовые фильтры и затем на устройство выбора скорости, предназначенное для автоматического определения скорости приема. Помимо указанного, сигналы, сопровождаемые частотой синхронизации, поступают в блок декодирования для дальнейшей обработки. Как только определилась частота синхронизации, формирователем БСП включается реле времени блока декодирования.

Блок декодирования состоит из формирователя тест-сигнала и собственно устройства декодирования. Формирователь тест-сигнала осуществляет автономную проверку приемного факсимильного аппарата, когда он работает в контрольном режиме. Формирователь тест-сигнала запускается нажатием кнопки «Пуск», расположенной на пульте управления. Информация с блока стыков приемного факсимильного аппарата или тест-сигнал при работе аппарата в режиме контроля через второй коммутатор поступает в регистр опознания фаз, выполняющий функции опознания 17- и 13-битовых подслов кодированной фазы в общем потоке информации. В момент опознания фазы вырабатывается импульс, предназначенный для стробирования дешифратора кодовых комбинаций, функцией которого является дешифрация вида сигналов автоматики или кодированной фазы по тройкам $\eta\nu\mu$ и подсчет числа ξ — «1» в сигналах автоматики.

В соответствии с установленным режимом работы формирователь сигналов управления подачей формирует необходимую частоту подачи (сигнал «Управление расщепителем»), которая выдается на блок развертки БР-9 для обеспечения протяжки электрохимической бумаги. Протяжка ЭХБ включается при подаче сигнала «Шаг», а также при включении ускоренной протяжки с пульта управления. В каждой полосе информации (помимо первой) в начальной ее части вырабатывается импульс «Запуск устройства управления регистрацией» для включения формирователя, выполняющего функции формирования сигнала «Шаг», управления формирователями частот записи и считывания, а также частоты печати.

Назначение формирователя частот записи и считывания состоит в формировании частоты записи видеоинформации из блока запоминающих устройств в блок регистраторов записи аппарата и частоты считывания этой видеоинформации из блока запоминающих устройств. Формирователь импульсов печати предназначен для включения регистрации строки видеоинформации на электрохимической бумаге.

С выхода регистра опознавания фаз кодированная информация через второй коммутатор поступает в устройство управления декодированием, которое совместно с распределителем импульсов и формирователем видеоинформации обеспечивает полное декодирование информации квадрата и организует запись ее в блоке запоминающих устройств приемного факсимильного аппарата. С окончанием декодирования каждого из квадратов формирователь частоты записи в запоминающем устройстве формирует частоту записи «Код», переписывающую видеоинформацию из формирователя видеоинформации в блок запоминающего устройства. Остановку приемного факсимильного аппарата при больших перерывах в приеме информации осуществляет реле времени РВ.

В блоке аналогового приема 1 осуществляется: детектирование, фильтрация, аналого-цифровое преобразование входного амплитудно-модулированного сигнала и формирование тест-сигнала в режиме «Аналог». Четырехразрядный сигнал с выхода аналого-цифрового преобразователя через коммутатор информации поступает на вход блока запоминающего устройства. Имитатор предназначен для автономной проверки аналогового тракта приемного факсимильного аппарата.

Блок аналогового приема 2 предназначен для приема сигналов автоматического управления при работе в режиме «Аналог», а также для коррекции синхронизации при работе с аналоговым передающим факсимильным аппаратом типа Ф4ДН «Иней Д» и ручного фазирования при приеме фотоинформации со спутников.

С выхода коммутатора блока аналогового приема 1 видеосигнал поступает на устройство коррекции синхронизации и устройство автоматического управления, которые формируют частоту ввода и частоту записи, поступающие в блок запоминающего устройства. При помощи двух кнопок «Фаза грубо» и «Фаза точно» производится временная коррекция импульса коммутации памяти, управляющего циклом считывания видеоинформации из блока запоминающего устройства. Блок запоминающего устройства предназначен для промежуточного хранения полосы видеоинформации и построчной поградационной выдачи для регистрации. Кубы запоминающего устройства управляются отдельно своей схемой управления, которая предназначена для формирования адресов обращения к памяти. Входные ключи предназначены для коммутации информации, поступающей от аппаратуры «Фант Ж» и кодовой информации, а также для управления режимом записи и считывания.

Коммутация кодовой и аналоговой информации осуществляется коммутатором входной информации. С выхода коммутатора информация записывается попеременно в первый и второй кубы памяти, откуда считываются построчно через дешифратор номера градаций, которые осуществляют поградационную выборку информации, поступающую в блок регистрации записи.

Блок синхронизации предназначен для обеспечения приемного факсимильного аппарата необходимой сеткой частот. Источником

синхронизации является внутренний опорный кварцевый генератор типа «Ландыш-1» со стабильностью $5 \cdot 10^{-7}$ относительных единиц и частотой 10^7 Гц (или внешний источник синхрочастоты, имеющий такую же частоту).

Блок синхронизации состоит из формирователя опорной частоты, четырех умножителей частоты, делителя частоты и фильтра. Частота 10^7 Гц кварцевого генератора поступает на усилитель-ограничитель, который усиливает и преобразует сигнал кварцевого генератора в прямоугольную форму, после чего поступает на делитель частоты (выполненный на JK-триггерах) с коэффициентом деления 6250, делящий частоту 10^7 Гц с целью получения частоты 1600 Гц. Далее путем осуществления операций умножения и деления частоты 1600 Гц вырабатывается сетка необходимых для работы аппарата синхрочастот.

Все необходимые напряжения на приемный факсимильный аппарат поступают от блоков питания. Управление шаговым двигателем, который осуществляет протяжку электрохимической бумаги, производится блоком развертки БР-9. Поградационное формирование строки видеоинформации и выдача ее на электроды рекордера по импульсу печати осуществляются блоком регистров записи.

Регистрация информации на электрохимической бумаге осуществляется синтезирующим устройством. ЭХБ с помощью протяжного валика подается между многоэлектродным рекордером и контрэлектродом (пишущим барабаном).

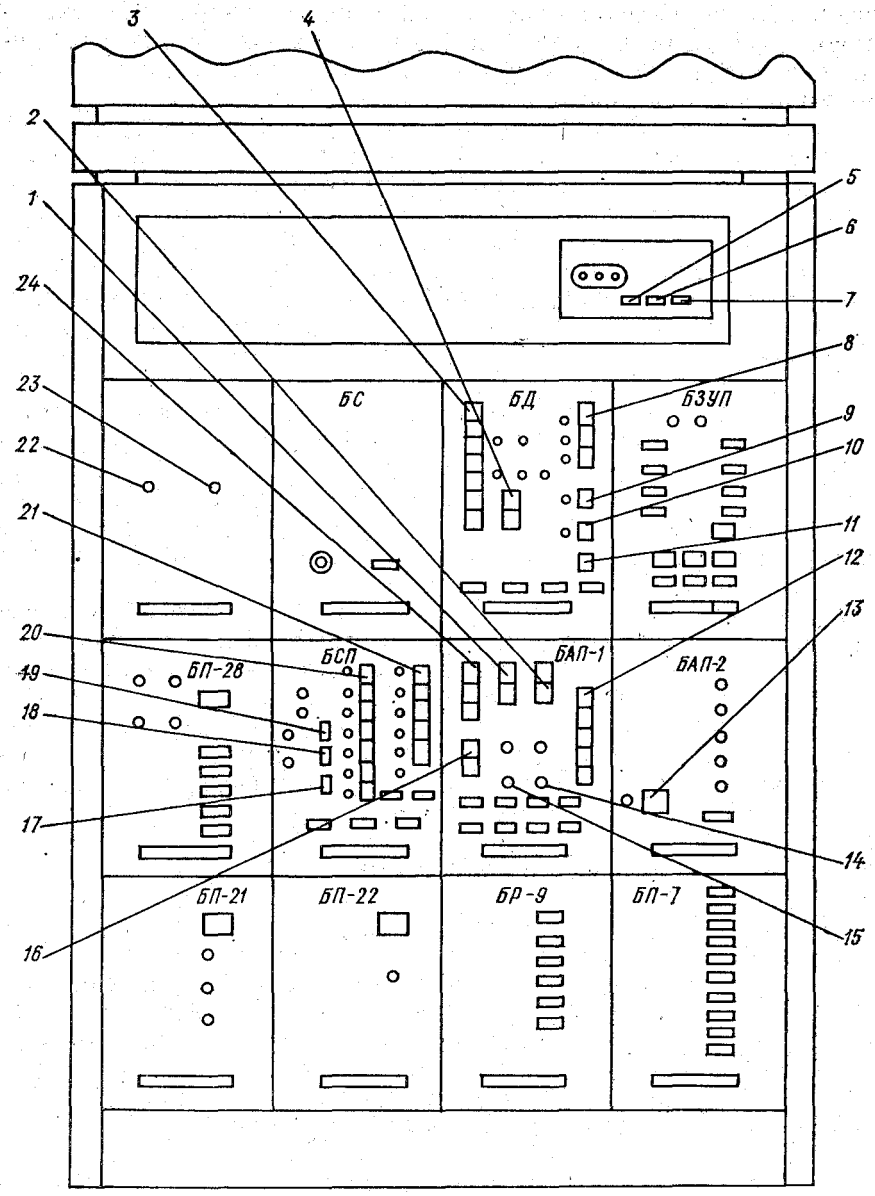
Устройство защиты от ошибок устраняет информационную избыточность, которая вводится УЗО передающей факсимильной аппаратурой с целью повышения помехоустойчивости цифровой информации в процессе прохождения ее через канал связи.

7.5. УСТРОЙСТВО АППАРАТА

На рис. 7.3 приведен внешний вид приемного аппарата кодированного цифрового факсимиле Ф2/ЗП31 «Фант Б». На этом рисунке цифрами *1—24* указаны внешние элементы управления аппаратом. Кроме указанных, в аппаратуре предусмотрены: регулятор «Плотность» (расположен внизу на левой боковой стенке шкафа); индикатор «Продолж. связи»; кнопки «Ускор. протяжка», «Фаза точно», «Фаза грубо», «Освещение строки», «Пуск» и «Стоп».

Приемный аппарат Ф2/ЗП31 «Фант Б» выполнен в виде двух функциональных устройств: синтезирующего устройства и шкафа, сочленяемых между собой соединительными кабелями с разъемами. Синтезирующее устройство предназначено для развертки и записи изображения, располагается на шкафу и крепится четырьмя болтами.

Источником движения привода кадровой развертки служит декадно-шаговый электродвигатель типа ШД-5Д-1М, который посредством пары винтовых колес и червячной пары соединен с протяжным валиком. Передаточное отношение составляет 13. Ба-



7.3. Внешний вид приемного аппарата кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/ЗП31 «Фант Б».

1 — переключатель имитатора «Белое—Черное»; *2* — переключатель режимов работы волоконно-оптического стыка; *3* — переключатель «Вид тест-сигнала белое, черное»; *4* — переключатель имитатора «Плотность развертки 3,8—1,9 стр/мм»; *5* — клавиша «Питание выкл. ЭВМ УЗО»; *6* — клавиша «Программа — Пульт ЭВМ УЗО»; *7* — клавиша «Таймер выкл. ЭВМ УЗО»; *8* — переключатель «Квадрат/участок 8, 16, 32»; *9* — переключатель «Подача»; *10* — переключатель «Прием»; *11* — переключатель «Контроль индикации»; *12* — переключатель скорости развертки «Скорость, стр/мин»; *13* — переключатель включения коррекции

рабан фиксируется в рабочем положении защелками и двумя парами электромагнитов, которые работают в импульсном режиме. Осевое перемещение барабана, вращающегося за счет движения электрохимической бумаги, создается планетарным эксцентриковым механизмом, который размещен внутри барабана. Скорость подачи бумаги может изменяться путем изменения частоты питания шагового электродвигателя.

Устройство записи синтезирующего устройства выполнено в виде поворотного механического блока, в крышке которого размещены: барабан, прижимной валик, кассета, датчик окончания бумаги (ЭХБ), механизм отвода барабана, подвижной ролик, который отрезает электрохимическую бумагу, и токосъемник.

Барабан представляет собой контрэлектрод для многоэлектродного рекордера. Равномерный износ поверхности барабана, возникающий из-за дифундирования ионов металла в электрохимическую бумагу, создается вращательным движением вокруг оси и возвратно-поступательным движением вдоль нее.

Прижимной валик размещен в верхней части устройства записи. В нижней части устройства записи расположена герметизированная кассета. Ее назначение — предохранение электрохимической бумаги от высыхания. Датчик, фиксирующий окончание бумаги в рулоне, расположен в кассете. Датчик выполнен в виде подпружиненной оси с планками, которые контактируют с рулоном ЭХБ. На конце оси, выступающей из кассеты, насажен рычаг, который при уменьшении диаметра рулона до 20 мм нажимает на пружину микропереключателя, сигнализирующего об окончании бумаги в рулоне.

Аппарат оснащен механизмом отвода барабана. Этот механизм предназначен для отвода барабана от электродов пишущего устройства в нерабочем состоянии. Это необходимо, чтобы предотвратить, с одной стороны, деформационную усталость электродов и, с другой стороны, химически агрессивное воздействие ЭХБ на них.

В верхней части устройства записи на подпружиненной направляющей расположен подвижной ролик для отрезки электрохимической бумаги после приема принятого по факсимильной связи бланка с изображением. Подпружиненная направляющая вдоль всей длины имеет лыску. На ползуне крепится ось с закаленным подвижным роликом, установленным на двух шарикоподшипниках. Резка бумаги осуществляется при взаимодействии ро-

---

синхронизации «Режим КС»; *14* — регулятор настройки «Черное»; *15* — регулятор настройки «Белое»; *16* — переключатель имитатора «Фон—ФТА»; *17* — переключатель «Помехозащита»; *18* — переключатель имитатора «Нет канала»; *19* — переключатель имитатора «Авария»; *20* — переключатель режимов работы по стыкам С1И-1, С1И-2, С2, УПС-2400, «Фант Ж», СВО код, «Аналог»; *21* — переключатель скорости приема,, бит/с; *22* — кнопка «Сеть вкл.»; *23* — кнопка «Сеть выкл.»; *24* — переключатель «Несущая, кГц, 1,8, 9,4, 84».

БС — блок синхронизации; *БД* — блок декодирования; *БЗУП* — блок запоминающих устройств приемного факсимильного аппарата; *БП* — блок питания; *БСП* — блок стыков аппарата; *БАП* — блок аналогового приема; *БР* — блок развертки.

лика и режущей кромки ножа, установленного на стенках синтезирующего устройства.

Пульт управления предназначен для управления работой приемного факсимильного аппарата, визуального контроля параметров приема и расположен с обеих сторон синтезирующего устройства. На правом пульте управления находятся кнопочные выключатели: «Пуск», «Стоп», «Ускоренная протяжка», «Фаза», «Освещение строки». На левом пульте расположены: световые индикаторы «Модем готов», «Прием», «Нет канала», «Авария», потенциометр «Плотность» с пятью световыми индикаторами, цифровой индикатор «Продолжение связи».

Шкаф приемного факсимильного аппарата состоит из трех четырехблочных каркасов, блоков, устройства защиты от ошибок и устройства вентиляции. На задней двери установлен фильтр, предназначенный для защиты электросети от радиопомех, возникающих при работе факсимильной аппаратуры.

Монтаж между блоками, сетевым фильтром и синтезирующим устройством произведен жгутами, которые расположены в монтажной зоне между задней дверью и панелями каркасов. Устройство защиты от ошибок состоит из каркаса и установленных в нем на поддоне центрального процессора ЭВМ типа «Электроника-60М», а также правого и левого вентиляционных устройств. Приемное устройство защиты от ошибок предназначено для коррекции обнаруженных ошибок с целью повышения помехоустойчивости приемного факсимильного аппарата Ф2/ЗП31 «Фант Б» при работе на скоростях 1200, 2400, 4800, 7200 и 9600 бит/с.

Помимо центрального процессора ЭВМ «Электроника-60М» в устройство защиты от ошибок входят декодеры *1*, *2* и *3*.

7.6. УПРАВЛЕНИЕ АППАРАТОМ

Прежде чем ознакомиться с порядком работы и управления приемным факсимильным аппаратом Ф2/ЗП31 «Фант Б», рассмотрим расположение органов управления:

— кнопки «Скорость считывания, стр/мин 60, 120, 240, 480, 960; «Фон-ФТА»; имитатор «Белое—Черное»: «СВО Видео-НЦП», «Несущая, кГц 1,8, 9,4, 84» и регулировки «Белое», «Черное» расположены на панели блока аналогового приема БАП-1;

— кнопка «Режим КС» расположена на панели БАП-2;

— кнопки «Вид тест-сигнала», «Разреш.», «Клин», «Нечет.», «Чет.», «8-й электрод», «Квадрат/участок 8, 16, 32»; «Прием», «Контроль индикации», «0,265; 0,53», «Подача» расположены на панели блока декодирования;

— тумблер «Синхронизация внутр.—внешняя» расположен внутри блока синхронизации БС;

— кнопки «Бит/с 9600, 7200, 4800, 2400, 1200», С1И-1, С1И-2, С2, УПС-2400, «СВО код.», «Фант Ж», «Аналог», «Авария», «Нет канала», «Помехозащита» расположены на панели блока стыков приемного факсимильного аппарата БСП;

— тумблеры «Синхронизация внутр.»; «Режим 1», «Режим 2», «Скремблер», «Таймер» расположены внутри блока стыков приемного факсимильного аппарата БСП;

— кнопки «Пуск», «Стоп», «Ускоренная протяжка», «Освещение строки», «Фаза грубо-точно» и регулировки «Плотность», «Градация» расположены на панели синтезирующего устройства СУ.

7.6.1. Кнопками «Вид тест-сигнала» и «3,8; 1,9» задается вид имитируемого тест-сигнала в режиме «Контроль» и плотность развертки; кнопкой «Прием» устанавливается режим приема информации. Кнопкой «Пуск» производится запуск приемного факсимильного аппарата в режиме самоконтроля. Кнопкой «Стоп» осуществляется остановка аппарата в любом из режимов работы. Кнопкой «Контроль индикации» производится проверка индикаторных светодиодов. Путем регулировок «Белое» и «Черное» устанавливается уровень фона и амплитуда сигнала на входе аналого-цифрового преобразователя. Кнопкой «Квадрат/участок» устанавливается режим работы блока декодирования БД. Кнопкой «Подача» в случае необходимости можно отключить подачу электрохимической бумаги в синтезирующее устройство. Кнопкой «СВО Видео» выбирается вид стыка при работе в режиме «Аналог». Кнопкой «Скорость считывания» выбирается скорость развертки. Путем нажатия кнопок «Бит/с» можно выбрать ту или иную из указанных скоростей передачи в режиме С1И.

При работе в полутоновом режиме изменение оптической плотности полутонов осуществляется регулировкой «Градация». Работа в аналоговом режиме устанавливается при помощи кнопки «Аналог». Кнопками С1И, С2, УПС-2400, «Фант Ж», «СВО код.» выбирается вид стыка при работе в кодовом режиме. При помощи кнопки «Помехозащита» осуществляется включение помехозащиты.

При помощи тумблера «Синхронизация внутр.» в блоке стыков аппарата БСП устанавливается внутренняя или внешняя синхронизация.

7.6.2. Рассмотрим, какие операции необходимо выполнить для подготовки аппарата к работе, а также порядок работы по приему факсимильной графической информации.

Если аппарат еще не включался в работу, то для подготовки его к работе необходимо:

— нажать кнопку «Сеть выкл.»;

— клемму с гравировкой, обозначающей заземление, расположенную на задней двери факсимильного аппарата, соединить путем пайки с общей земляной шиной центра или аппаратной связи медным проводом сечением 5 мм^2;

— разъем «~220 В» на задней двери факсимильного аппарата соединить кабелем с электросетью;

— кнопки на передних панелях блоков должны быть отжаты;

— зарядить кассету синтезирующего устройства рулоном электрохимической бумаги (ЭХБ-И);

— нажать кнопку «Сеть вкл.», после чего должны загореться лампочки световых индикаторов блоков питания БП-22, БП-21 и БП-28;

— нажать кнопку «Контроль индикации» на блоке декодирования БД и убедиться в исправности светодиодных индикаторов на передних панелях блоков и на пульте управления;

— установить ручку «Плотность» на пульте управления в положение, при котором светятся два светодиода.

Через 5 мин после включения электропитания при работе по стыку С1И и через 15 мин по другим стыкам аппарат готов к работе.

Приемный факсимильный аппарат выключается после нажатия кнопки «Сеть выкл.». Следует иметь в виду, что если аппарат не находится в дежурном режиме, выключение питания можно производить только после нажатия кнопки «Стоп» на пульте управления.

Для зарядки кассеты электрохимической бумагой необходимо: а) снять крышку устройства записи; б) открыть кассету, зафиксировав ее крышку в поднятом положении; в) извлечь из защелок ось с наконечниками; г) снять пробки с торцов рулона ЭХБ, надеть рулон на ось и установить с обеих сторон наконечники; д) вставить ЭХБ в кассету и зафиксировать концы оси защелками; е) закрыть крышку кассеты, сняв ее с фиксатора; ж) вытянуть участок бумаги 15—20 см (бумага должна легко, без затруднений выходить из губок кассеты), не допускать морщинок и складок; з) приподняв крышку устройства записи, расправить вытянутый участок ЭХБ между протяжным и прижимным валиками и, придерживая его, аккуратно закрыть крышку устройства записи.

Необходимо контролировать плотность оптической записи изображения и при необходимости отрегулировать ручкой «Плотность» на пульте управления. Оптическая плотность записи отдельных градаций может быть отрегулирована потенциометрами «Градация 1—15», которые находятся под крышкой синтезирующего устройства.

Для извлечения записанного на ЭХБ изображения необходимо нажать кнопку «Ускоренная протяжка» на пульте управления. Съем принятого изображения осуществляется отрезным устройством.

7.6.3. Рассмотрим порядок работы в режиме кодированного приема. Перед началом приема необходимо подготовить факсимильный приемный аппарат, как было изложено в п. 7.6.2. Далее необходимо на блоке декодирования нажать кнопки «Прием» (10), «Подача» (9), «Квадрат/участок» (8). Работа при отжатых кнопках переключателя «Квадрат/участок» также возможна.

При работе в условиях помех необходимо подключить устройство защиты от ошибок. Для этого следует нажать клавишу «Помехозащита» (*17*) на блоке стыков приемного факсимильного аппарата, клавиши «Питание выкл.» (*5*) и «Программа пульт» (*6*) на передней панели устройства защиты от ошибок установить

в верхнее положение, а клавишу «Таймер выкл.» (*7*) установить в нижнее положение.

При работе по стыку С2 необходимо снять заглушку с разъема С2 на задней двери приемного факсимильного аппарата, подключить стыкуемую аппаратуру через разъем С2, а также нажать кнопку С2 (*20*) на блоке стыков аппарата.

При работе по стыку УПС-2400 необходимо снять заглушку с разъема УПС на задней двери аппарата, подключить стыкуемую аппаратуру через разъем УПС и нажать кнопку УПС-2400 (*20*) на блоке стыков приемника.

При работе приемного факсимильного аппарата с аппаратурой «Фант Г» необходимо проделать операции, аналогичные проводимым при работе по стыку С2, и тумблер «Таймер» (внутри блока БСП) установить в положение «Вкл».

При работе аппарата с аппаратурой «Фант Ж» необходимо снять заглушку с разъема «Фант Ж» на задней двери аппарата, затем подключить стыкуемую аппаратуру через разъем «Фант Ж» и нажать кнопку «Фант Ж» (*20*) на блоке стыков приемного факсимильного аппарата.

7.6.4. Для работы в режиме аналогового приема необходимо подготовить приемный факсимильный аппарат в соответствии с п. 7.6.2. Далее необходимо нажать кнопки «Аналог» (*20*) на блоке стыков приемного факсимильного аппарата, «Прием» (*10*) и «Подача» (*9*) на блоке декодирования. При работе факсимильного аппарата Ф2/ЗП31 «Фант Б» с аппаратурой «Луга» необходимо подготовить аппарат к работе согласно п. 7.6.2, снять заглушку с разъема «Луга» на задней двери аппарата, подключить стыкуемую аппаратуру через разъем «Луга» и на блоке аналогового приема 1 нажать клавишу «Несущая, кГц 84 или 9,4» (*24*) в зависимости от режима работы аппаратуры «Луга». Далее необходимо откалибровать тракт приема, для чего при приеме от передающего аппарата «Луга» сигнала «Белое» необходимо нажать кнопку «Белое» (*1*) на блоке аналогового приема 1 и вращать ручку «Белое», пока не загорится соответствующий индикатор. При приеме сигнала «Черное» необходимо нажать кнопку «Черное» (*1*) на блоке аналогового приема 1 и вращать ручку «Черное» (*14*) на этом блоке, пока не загорится соответствующий индикатор.

При работе с аппаратурой «Фон», приемный факсимильный аппарат необходимо подготовить, как изложено в п. 7.6.2, снять заглушку с разъема «Фон» на задней двери приемного факсимильного аппарата, подключить стыкуемую аппаратуру через разъем «Фон» и на блоке аналогового приема 1 нажать кнопку «Несущая, кГц 84» (*24*), а на блоке БСП нажать кнопку «Аналог» (*20*). Далее необходимо откалибровать тракт приема, как указано при работе с аппаратурой «Луга».

При работе аппарата с факсимильной аналоговой аппаратурой приемный факсимильный аппарат необходимо подготовить согласно п. 7.6.2 и, кроме того, подсоединить стыкуемую аппаратуру

через разъем «Луга» и нажать клавишу «Несущая, кГц 1,8 или 9,4» (*24*) на блоке аналогового приема 1 в зависимости от режима работы стыкуемой аппаратуры. Тракт приема необходимо откалибровать в таком же порядке, как было изложено выше для случая работы приемного факсимильного аппарата с аппаратурой «Луга».

Фазирование изображения осуществляется кнопками «Фаза грубо» и «Фаза точно», которые расположены на синтезирующем устройстве.

При работе приемного факсимильного аппарата в режиме некодированного цифрового приема (НЦП) аппарат необходимо подготовить к работе, как указано в п. 7.6.2, а также нажать клавишу НЦП на блоке аналогового приема 1. При этом калибровка тракта приема производится так же, как и при работе с аппаратурой «Луга» при работе в режиме аналогового приема.

При работе приемного факсимильного аппарата в режиме «СВО Видео» (волоконно-оптический стык) аппарат предварительно необходимо подготовить к работе согласно п. 7.6.2, подключить флянец оптической линии связи к флянцу СВО и нажать кнопку «СВО Видео» на блоке аналогового приема 1.

ГЛАВА 8

ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ФАКСИМИЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ ПО ПРОВОДНЫМ (КАБЕЛЬНЫМ) КАНАЛАМ ТОНАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ

8.1. ВВЕДЕНИЕ

В этой главе рассматриваются вопросы организации факсимильных связей и их техническая эксплуатация. При организации факсимильных связей, помимо факсимильной аппаратуры и каналов связи, необходима промежуточная аппаратура, выполняющая функции размножения факсимильного сигнала для одновременной передачи одной и той же графической информации ряду корреспондентов (циркулярные усилители), для преобразования частотно-модулированных факсимильных сигналов в импульсы постоянного тока, управляющие работой частотных возбудителей радиопередатчиков (приставки ЧМ-видео), для организации факсимильных передач по радиоканалам связи, контроля и настройки нормалей девиации при приеме факсимильных передач по радиоканалам связи (осциллографические приставки), а также соединительные линии и амплитудные выравниватели для ослабления амплитудных искажений, вносимых соединительными линиями.

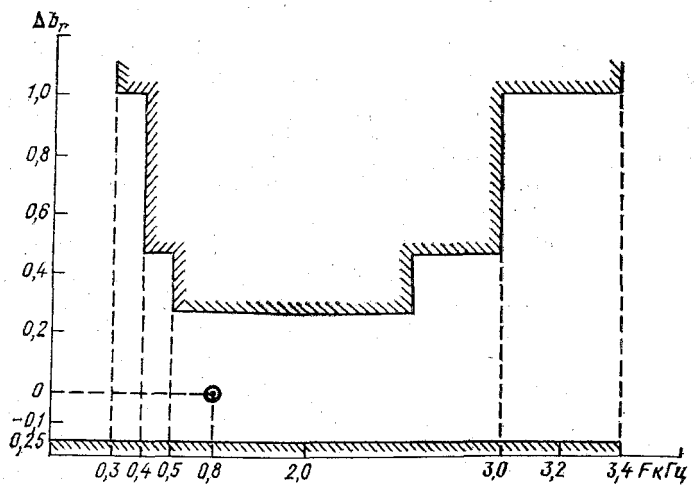
Таким образом, факсимильная связь включает в себя передающую и приемную факсимильную аппаратуру, соединительнные линии, каналы связи, ту или иную промежуточную аппаратуру в зависимости от вида связи, образуя в целом тракт факсимильной связи. Ниже рассматриваются вопросы организации технической эксплуатации факсимильных связей раздельно для каждого вида используемого канала связи.

8.2. ФАКСИМИЛЬНАЯ СВЯЗЬ ПО КАБЕЛЬНЫМ КАНАЛАМ ТОНАЛЬНОЙ ЧАСТОТЫ

Как правило, почти все факсимильные ведомственные связи организуются путем использования арендуемых стандартных каналов тональной частоты. Основными характеристиками каналов тональной частоты являются: остаточное затухание и его частотная зависимость, фазовая и амплитудная характеристики. Определяющим фактором, ограничивающим скорость факсимильной передачи, является ширина полосы эффективно передаваемых частот канала.

8.2.1. Любые сигналы, в том числе и факсимильные, передаваемые по каналам тональной частоты, затухают на различных участках канала и усиливаются в оконечной и промежуточной аппаратуре. Разность суммы затуханий и суммы усилений на всех участках и элементах канала называется остаточным затуханием и обозначается b_r. По нормам МККТТ остаточное затухание канала тональной частоты на частоте 800 Гц равно 0,9 дБ. Стабиль-

ность остаточного затухания составляет ±1,74 дБ, а его мгновенные изменения не должны превышать 0,4 дБ. Величина частотно-амплитудных искажений, возникающих в каналах тональной частоты на счет линий и узлов оконечной и промежуточной аппаратуры, установленной на канале, определяется частотной зависимостью остаточного затухания. Амплитудные искажения отсут-



8.1. Кривая остаточного затухания стандартного канала тональной частоты (не предназначенного для вторичного уплотнения).

ствуют, если остаточное затухание не зависит от частоты. Используя в аппаратуре амплитудные выравниватели, можно скомпенсировать амплитудные искажения.

На рис. 8.1 приведены допустимые отклонения остаточного затухания для каналов тональной частоты с эффективно передаваемой полосой частот 0,3—3,4 кГц. Величина b_r отсчитывается относительно нормированного значения остаточного затухания при частоте 0,8 кГц.

8.2.2. Фазовые искажения канала определяются частотно-фазовой характеристикой. Фазовые искажения в каналах тональной частоты оцениваются по неравномерности характеристики группового времени распространения. Сигналы, передаваемые по каналу, состоят из бесконечно большого количества гармонических составляющих (т. е. группы волн), фазовые скорости которых различны. В связи с этим для определения скорости распространения волн сложных сигналов пользуются понятием групповой скорости.

Групповая скорость представляет собой скорость распространения огибающей сигнала, которую можно определить из выражения

$$t_c = T/m,$$

где T — время передачи бланка, m — число элементов разложения.

Число элементов разложения m определяется путем деления общей площади передаваемого бланка (например, метеорологической карты) на площадь, занимаемую одной элементарной площадкой. Если разность во времени распространения Δt в канале превышает 0,25 t_c, то скорость факсимильной передачи необходимо снизить.

Фазовые искажения в канале приводят к появлению повторных контуров изображения, размытости черно-белой границы и в результате к снижению ее четкости. Предельная скорость факсимильной передачи определяется полосой эффективно передаваемых частот канала тональной частоты. Но, как было указано выше, амплитудные и фазовые искажения в канале снижают предельно допустимую скорость факсимильной передачи. Поэтому при факсимильной связи по стандартным проводным каналам тональной частоты с целью увеличения полезной полосы частот, в пределах которой характеристики канала приближаются к заданным, производится дополнительное корректирование канала при помощи корректирующих элементов каналообразующей аппаратуры специальных корректирующих контуров.

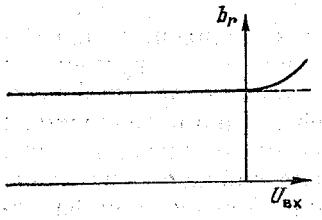
Как отмечалось выше, остаточное затухание зависит от частоты. Максимальная разность между значениями остаточного затухания в пределах рабочего спектра факсимильного сигнала не должна превышать 3,47 дБ. Если максимальная разность в пределах рабочего спектра частот превышает это значение, то факсимильная передача должна производиться в более узкой полосе частот, для чего скорость факсимильных передач должна быть снижена.

Фазовые искажения обусловливают зависимость времени прохождения гармонических сигналов в канале связи от частоты. Для нормальной работы факсимильной связи необходимо, чтобы разность во времени распространения спектральных составляющих Δt в канале не превышала $0{,}25t_c$. Длительность элементарного сигнала, как известно, является одним из определяющих факторов для выбора оптимальной скорости развертки. Частотно-фазовые (или фазовые) искажения возникают в результате неодинакового времени распространения спектральных составляющих сигнала, вследствие чего различные составляющие неодновременно достигают конца цепи и сигнал как бы размывается.

С целью уменьшения фазовых искажений в тракт передачи включают фазокорректирующие четырехполюсники, у которых частотная зависимость группового времени распространения обратна частотной характеристике группового времени распространения цепи. В этих условиях суммарная характеристика времени распространения всего тракта будет мало зависеть от частоты.

8.2.3. Зависимость остаточного затухания канала от уровней на его входе, определяемая на частоте 800 Гц, называется амплитудной характеристикой канала тональной частоты. На рис. 8.2 показан примерный вид амплитудной характеристики канала. Видно, что при некоторых положительных значениях уровней $U_{вх}$ на входе

канала линейность амплитудной характеристики нарушается, что приводит к возникновению нелинейных искажений передаваемых сигналов. Нелинейные искажения обусловливают возникновение гармонических и комбинационных частот спектра сигналов, кото-



8.2. Амплитудная характеристика канала.

рые попадают в другие (близко расположенные по частоте) каналы, внося искажения в их работу.

В междугородных и международных каналах тональной частоты нелинейность определяется коэффициентом нелинейных искажений

$$R_f = \frac{\sqrt{A_2^2 + A_3^2 + A_4^2 + \ldots}}{\sqrt{A_1^2 + A_2^2 + A_3^2 + \ldots}},$$

где A_i — амплитуды напряжений (или токов) основной частоты и гармоник сигнала. В соответствии с действующими нормами коэффициент нелинейности, измеренный на частоте 800 Гц при нулевом уровне на входе канала, не должен превышать 1,5—2 %.

8.2.4. Помехи в каналах тональной частоты создаются как внешними, так и внутренними источниками помех. Внешние источники помех, к которым относятся переходные разговорные токи от соседних в кабеле каналов, оказывают наибольшее воздействие. Если каналы тональной частоты на своем пути имеют радиорелейные вставки, то и они могут быть внешним источником помех (радиопомехи: переговоры по каналам радиорелейных станций, телеграфные сигналы, гармонические составляющие их частот и тому подобное). К внутренним источникам помех относятся нарушения контактов в коммутационных и переключающих устройствах, в оконечной и промежуточной аппаратуре тональной частоты, а также флуктуационные шумы.

Максимально допустимый уровень помех нормируется; он должен быть значительно ниже минимального рабочего уровня, на котором производится факсимильный прием. Так, например, при факсимильной передаче в режиме амплитудно-частотной модуляции уровень передачи белого поля должен быть на 25 дБ ниже уровня передачи черного поля. При факсимильной связи, работающий в режиме частотной модуляции, минимальный рабочий

уровень на входе приемного факсимильного аппарата может достигать —3,5 дБ. Следовательно, уровень помех должен быть существенно ниже этого уровня. Если уровень помех в тракте факсимильной связи имеет такой же порядок, как и допустимый минимальный рабочий уровень приемного факсимильного аппарата, прием факсимильных сигналов становится невозможным из-за малого отношения уровня полезного (факсимильного) сигнала к уровню помех.

Помимо помех, рассмотренных выше, на качество приема графической информации отрицательно влияют импульсные помехи, а также помехи, возникающие при несогласованных с каналом связи нагрузках. Источником импульсных помех могут быть кратковременные перерывы в линейном тракте. Особенно большой уровень импульсных помех возникает, если такие кратковременные перерывы происходят в цепях питания на междугородных телефонных станциях, или на промежуточных пунктах, когда дистанционное питание подается по одной из пар, проходящей в общем кабеле связи. Установлено, что при кратковременных перерывах, вызванных, например, плохим контактом в цепях питания, создаются импульсные помехи в каналах связи, достигающие 1500 мВ.

Источником импульсных помех могут быть также окислившиеся контакты в линейных цепях, в оборудовании телефонных станций, в коммутационных устройствах и т. д. Выше было отмечено, что в большинстве случаев в качестве соединительных линий между центрами (узлами, аппаратами) связи и междугородними телефонными станциями используются пары в кабеле АТС.

Часто в одном кабеле проходят телеграфные связи общего пользования между отделениями связи и Центральным телеграфом. В этом случае при передачах постоянным током в соседних связях создается очень высокий уровень помех. Помехи, обусловленные телеграфными связями, проходящими в общих кабелях отделений связи (а нередко и собственных телеграфных связей), создают на принятом по факсимильной связи бланке с изображением густую горизонтальную сеть черточек, соответствующих токовым посылкам телеграфного кода, что существенно снижает качество изображения.

При несогласованных с каналом связи нагрузках, например при рассогласовании входного сопротивления приемного факсимильного аппарата с входным сопротивлением соединительной линии канала связи, наблюдаются искажения, обусловленные действием отраженных сигналов. При этом сигналы, достигающие конца цепи, частично отражаются и возвращаются к началу цепи, где в результате несогласованности выходного сопротивления передающего факсимильного аппарата с сопротивлением канала тональной частоты вторично отражаются и распространяются в одном направлении с основными сигналами, создавая таким образом попутный поток. Однако отраженный сигнал будет по отношению к основному сигналу запаздывать, образуя при записи на

приемном факсимильном аппарате повторы передаваемого изображения. Линии передаваемого изображения на приемном аппарате получаются утолщенными, что снижает качество принятого изображения вследствие значительного уменьшения разрешающей способности.

При большой протяженности канала связи в случае рассогласования, рассмотренного выше, на приемном факсимильном аппарате появляются два сдвинутых относительно друг друга одинаковых изображения.

К каналам тональной частоты, используемым для факсимильной связи, предъявляются более высокие требования, чем к каналам, используемым для телефонной связи, что является следствием высокой чувствительности аналоговой факсимильной аппаратуры к амплитудным, фазовым искажениям и различным помехам.

8.2.5. Параметры каналов тональной частоты, по которым осуществляется факсимильная связь:

1) полоса эффективно передаваемых частот 300—3400 Гц;

2) остаточное затухание на частоте 800 Гц примерно 0,7 дБ;

3) отклонение остаточного затухания в полосе эффективно передаваемых частот от остаточного затухания при частоте 800 Гц не более 1,74 дБ;

4) амплитудная характеристика канала линейная при уровнях на входе канала в точке с относительным нулевым уровнем от —17,4 до 7 дБ; коэффициент нелинейности не более 2 %;

5) входное сопротивление канала 600 Ом;

6) при относительном уровне —13 дБ уровень на входе канала —27,8 дБ. На выходе канала в точке —13 дБ уровень должен быть равен 4,34 дБ;

7) уровень шумов не более —48,6 дБ.

Факсимильная связь по проводным (кабельным) каналам тональной частоты может осуществляться методами амплитудной модуляции (АМ), частотной модуляции поднесущей частоты (ЧМ) или амплитудной модуляции поднесущей частоты.

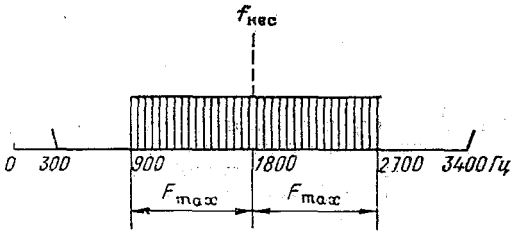
8.2.6. При использовании ЧМ или АЧМ поднесущая частота размещается в полосе частот канала связи. Как уже упоминалось ранее (см. гл. 1), при амплитудной модуляции факсимильные передачи по проводным (кабельным) каналам связи тональной частоты могут производиться при симметричном ограничении боковых полос (двухполосное фототелеграфирование) или при частичном ограничении одной из боковых полос (несимметричное ограничение боковых полос). При амплитудной модуляции спектр частот содержит несущую частоту и две боковые полосы частот.

При факсимильных передачах методом амплитудной модуляции несущая частота, которая модулируется частотой рисунка, должна быть больше максимальной частоты сигнала рисунка F_{max} не менее чем в два раза. Если, например, факсимильная передача производится аппаратом типа Ф4ДН «Иней Д» с шагом развертки d=0,265 мм/стр при скорости развертки 60 стр/мин, то максимальная частота рисунка

$$F_{max} = \frac{nL}{2d_{max} \cdot 60} = \frac{60 \cdot 480}{2 \cdot 0{,}265 \cdot 60} = 905{,}6 \text{ Гц},$$

где n — число строк в 1 мин; L — длина строки, d — минимальная ширина штриха.

Для упрощения расчета примем $F_{max} \approx 900$ Гц. При такой максимальной частоте сигнала рисунка и применении двухполюсного фототелеграфирования методом амплитудной модуляции несущая частота $f_{нес} = 2F_{max} = 2 \cdot 900 = 1800$ Гц. В связи с этим



8.3. Спектр частот при амплитудной модуляции с двухполосным фототелеграфированием при $F_{max} = 900$ Гц.

спектр частот, занимаемый факсимильным сигналом в канале, имеет полосу 900—2700 Гц. Следовательно, спектр частот при двухполосной факсимильной передаче методом АМ будет таким, как показано на рис. 8.3.

При увеличении скорости развертки до 90 стр/мин ($d = 0{,}265$ мм/стр) максимальная частота сигнала рисунка

$$F_{max} = \frac{90 \cdot 480}{2 \cdot 0{,}265 \cdot 60} \approx 1360 \text{ Гц}.$$

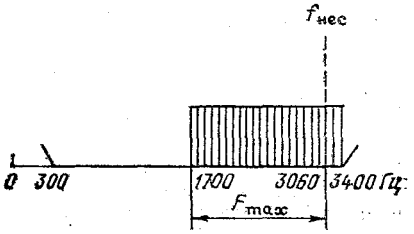
В этом случае несущая частота $f_{нес} = 2F_{max} = 2 \cdot 1360 = 2720$ Гц, а спектр частот, занимаемый факсимильным сигналом в канале тональной частоты, имеет полосу 1360—4080 Гц. Очевидно, что такой спектр частот при двухполосной факсимильной передаче методом АМ в стандартном телефонном канале 300—3400 Гц передать нельзя и, следовательно, осуществить факсимильную передачу со скоростью 90 стр/мин в режиме двухполосной амплитудной модуляции нельзя.

8.2.7. Факсимильная передача на скорости развертки ниже 90 стр/мин неэффективна. Для повышения эффективности использования канала тональной частоты применяют метод однополосной факсимильной передачи путем частичного ограничения одной из боковых полос, т. е. применяется метод асимметричного ограничения боковых полос частот. При этом несущая частота выбирается такой, чтобы в канале связи сохранилось 20—25 % верхней боковой полосы частот амплитудно-модулированного сигнала.

При асимметричном ограничении боковых полос снимаемый с нагрузочного сопротивления фотоэлектронного умножителя электрический сигнал поступает на фильтр нижних частот, у которого частота среза на характеристике частотного затухания рас-

положена несколько ниже поднесущей частоты. В результате модулирующие частоты, лежащие выше поднесущей частоты, подавляются и в модулятор не поступают. Модулированный сигнал с выхода модулятора поступает на фильтр с кососимметричным по отношению к поднесущей частоте спадом и с линейной фазовой характеристикой.

Частотная характеристика кососимметричного фильтра, используемого для частичного подавления верхней боковой полосы, рас-



8.4. Асимметричное ограничение боковых полос при однополосной факсимильной передаче методом амплитудной модуляции (при $F_{max}=1360$ Гц).

считана таким образом, чтобы в середине спада характеристика была кососимметричной по отношению к поднесущей частоте.

Кратко ознакомившись с принципом асимметричного ограничения боковых полос, рассмотрим, как будет располагаться спектр частот факсимильного сигнала в стандартном канале тональной частоты 300—3400 Гц в случае использования метода амплитудной модуляции при однополосной факсимильной связи. Как видно из изложенного выше, для скорости развертки 90 стр/мин при шаге развертки 0,265 мм/стр максимальная частота сигнала рисунка равна 1360 Гц.

Допустим, что в результате асимметричного ограничения боковых полос остаток верхней боковой полосы факсимильного сигнала составляет 25 % ее величины. Тогда оставшаяся часть верхней боковой полосы частот будет равна $\frac{1360}{100}\cdot 25=340$ Гц. Значит, поднесущую частоту в этом случае можно выбрать равной 3400—340=3060 Гц. Нижняя боковая частота находится в пределах 1700—3600 Гц, так как 3060—1360=1700 Гц, а поднесущая частота равна 3060 Гц. Расстановка частот для этого случая показана на рис. 8.4.

Из приведенного примера видно, что при асимметричном ограничении боковых частот спектра факсимильную передачу в стандартном канале тональной частоты со скоростью 90 стр/мин можно осуществить, при этом имеется резерв для дальнейшего увеличения скорости развертки. При асимметричном ограничении боковых полос (однополосная факсимильная связь) скорость факсимильной передачи по сравнению с симметричным ограничением (при двухполосной факсимильной связи) может быть увеличена в 1,8 раза.

В случае когда задана разрешающая способность системы факсимильной связи, скорость факсимильной передачи в основном

зависит от полосы частот используемого канала тональной частоты, его амплитудно-фазовых характеристик и способов передачи факсимильного сигнала. Требуемая ширина канала Δf в зависимости от заданной величины разрешающей способности может быть определена из выражения $\Delta f = RV$, где R — разрешающая способность (лин/мм), V — скорость развертки в направлении строк развертки (мм/с).

Передающие факсимильные аналоговые аппараты, выпускаемые в СССР, обеспечивают передачу с разрешающей способностью, равной примерно 4 лин/мм. При двухполосной факсимильной передаче методом АМ такую разрешающую способность можно получить, если ширина спектра канала $\Delta f = 4V$ Гц. Максимальная линейная скорость развертки при заданной разрешающей способности $R = 4$ лин/мм и ширине полосы частот канала Δf в условиях отсутствия амплитудно-фазовых искажений можно определить из выражения $V = \Delta f/4$ мм/с. Если скорость V выразить числом строк n (или числом оборотов барабана в 1 с), то

$$n = \frac{\Delta f}{\pi D \cdot R} \text{ стр/мин},$$

где D — диаметр барабана (мм), πD — длина строки (мм).

Выше указывалось, что при однополосной факсимильной передаче методом амплитудной модуляции при той же ширине используемого для передач канала скорость факсимильных передач может быть в 1,8 раза увеличена по сравнению с двухполосным каналом. С другой стороны, при одинаковой скорости факсимильных передач для однополосной передачи в режиме АМ требуется полоса частот в 1,8 раза меньше, чем для двухполосной факсимильной передачи. При факсимильной передаче методом частотной модуляции амплитуда сигнала поднесущей частоты не изменяется, а изменяется частота.

Аналоговая приемная факсимильная аппаратура, рассмотренная в предыдущих главах, предназначена для приема позитивных изображений и чаще всего рассчитана для работы с центральной поднесущей частотой 1900 или 2300 Гц. При этом черному полю соответствует частота на величину нормали девиации меньше центральной частоты, а белому полю — на величину нормали девиации больше, чем центральная частота.

8.2.7. Отношение величины девиации ΔF к частоте модуляции F_m называется индексом частотной модуляции m. В процессе передачи методом частотной модуляции индекс модуляции в зависимости от характера передаваемого изображения будет изменяться от минимальной ($m_{\min}$) до максимальной ($m_{\max}$) величины. Например, при скорости развертки 120 стр/мин, ширине развертывающего элемента 0,265 мм и длине строки 480 мм частота рисунка $F_{\text{рис}}$ может изменяться от $F_{\text{рис.min}} = 2$ Гц до $F_{\text{рис.max}} = 2000$ Гц. Поэтому индексы модуляции будут:

$$m_{\min} = \frac{\Delta F}{F_{\max}} = \frac{400}{2000} = 0{,}2 \text{ и } m_{\max} = \frac{\Delta F}{F_{\min}} = \frac{400}{2} = 200.$$

Наиболее широкий спектр частотно-модулированного сигнала будет при индексе модуляции $m=0{,}2$:

$$\Delta F_{max} = 2F_{max} = 4000 \text{ Гц}.$$

С уменьшением частоты сигнала рисунка и возрастанием вследствие этого индекса модуляции спектр частотно-модулированного сигнала сужается и при значительных индексах модуляции будет:

$$\Delta F_{min} = 2\,\Delta F = 800 \text{ Гц}.$$

Методы факсимильной передачи в режиме АЧМ и АМ с частичным ограничением верхней боковой полосы частот наиболее эффективны при применении на проводных каналах связи. Поэтому факсимильные связи целесообразно организовывать по проводным (кабельным) каналам с несущей частотой порядка 3100 Гц, что обеспечивает передачу факсимильного сигнала с максимальной частотой рисунка около 2800 Гц, а следовательно, позволяет увеличить скорость передачи в 1,5 раза.

Факсимильная связь бывает симплексной (односторонней), при которой передача производится для одного корреспондента без подтверждения приема, или дуплексной, при которой производится двухсторонний обмен графической информацией между корреспондентами. В практику очень широко внедрены циркулярные факсимильные передачи, при которых из одного центра связи одна и та же графическая информация передается по каналам факсимильных связей одновременно большому числу корреспондентов, которые осуществляют только прием факсимильных передач.

8.2.8. Как правило, каналообразующая аппаратура, в которой путем частотного уплотнения образованы каналы тональной частоты, расположена в линейно-аппаратных залах междугородных телефонных станций. Арендуемый канал тональной частоты должен быть по соединительным линиям подан в узлы или аппаратные связи ведомства, которое организует факсимильную связь. Крайне редко указанные организации находятся на близком расстоянии друг от друга, вследствие чего протяженность соединительных линий бывает достаточно большой (иногда достигает 10 км и более).

Качество работы факсимильной связи в значительной степени зависит от параметров соединительной линии. Для того чтобы соединительная линия не вносила в работу факсимильной связи существенных искажений, она должна обладать следующими параметрами: собственное затухание на частоте 800 Гц не должно превышать 13 дБ; отклонение собственного затухания в полосе эффективно передаваемых частот 300—3400 Гц от величины собственного затухания на частоте 800 Гц не должно превышать 1,74 дБ; уровень шумов должен быть менее —47,8 дБ. Следует иметь в виду, что при подключении аппаратуры к соединительной линии выходной уровень сигнала падает.

Собственное затухание цепи следует отличать от рабочего затухания цепи. Собственное затухание цепи определяется ее пер-

вичными параметрами (активное сопротивление, емкость и индуктивность линии), а также проводимостью изоляции на 1 км линии. Рабочее затухание цепи отличается от собственного затухания той же цепи тем, что оно зависит не только от первичных параметров цепи, но и от входных и выходных сопротивлений аппаратуры, включаемой на ее концах. При факсимильной связи на рабочее затухание цепи влияют выходное сопротивление передающего факсимильного аппарата и входное сопротивление приемного факсимильного аппарата.

Использование в качестве соединительной линии воздушных цепей нежелательно, так как их параметры непостоянны и сильно зависят от метеорологических условий. Кроме того, воздушные цепи подвержены сильному воздействию помех, создаваемых наводками от соседних линий связи, линий электропередачи и т. д., что снижает качество работы факсимильной связи.

Чаще всего в соединительных линиях используется пара проводов (при симплексной связи) или две пары проводов (при дуплексной связи) в кабелях АТС. Вследствие того, что в этих кабелях провода имеют малое сечение (примерно 0,4—0,5 мм) и проходят через ряд кроссировок на промежуточных АТС и других промежуточных сооружениях связи, затухание, вносимое соединительными линиями в тракт факсимильной связи, часто достигает больших величин. Это тоже существенно снижает качество работы факсимильных связей.

Правильным решением проблемы, связанной с использованием кабелей АТС для организации факсимильных связей, является прокладка отдельного кабеля от узла (или аппаратной) связи до междугородной телефонной станции (или другого помещения, где установлена каналообразующая аппаратура, от которой подается выделенный канал тональной частоты). В кабеле, в котором медные провода имеют диаметр 0,9 или 1,2 мм, затухание равно 0,4 дБ на 1 км длины кабеля, в то время как затухание, вносимое соединительной линией в кабеле АТС, достигает 17 дБ и более.

Для соединительной линии между узлом (или аппаратной) связи и междугородной телефонной станцией можно использовать кабель дальней связи типа ТЗГ со звездной скруткой четверок жил (для прокладки в асбестно-цементных трубах) или типа ТЗБ (для прокладки в земле). Применение кабелей городской телефонной связи типа ТГ (ТБ) и особенно линий городской телефонной сети, проходящих через несколько кроссов, крайне нежелательно, так как такие соединительные линии обычно имеют большой перепад затухания в полосе стандартного канала тональной частоты 300—3400 Гц.

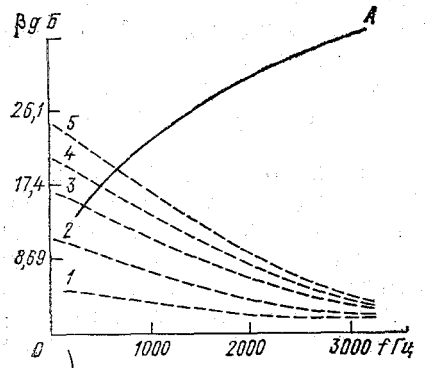
Вследствие экономической нецелесообразности и значительной стоимости строительства новых кабельных сооружений чаще всего соединительные линии для факсимильных связей приходится организовывать в кабельных линиях автоматических городских телефонных станций. Затухание сигнала в таких соединительных линиях с увеличением частоты возрастает. В рабочем диапазоне

частот 300—3400 Гц в зависимости от длины и качества соединительной линии перепад затуханий достигает 26 дБ и более.

Из-за существенного различия затуханий, вносимых соединительной линией на различных частотах, в тракте факсимильных передач возникают амплитудные искажения. Для коррекции амплитудных искажений, вносимых соединительными линиями, проходящими в кабелях АТС, применяются амплитудные выравниватели, которые рассчитаны таким образом, чтобы суммарное затухание амплитудного выравнивателя и соединительной линии во всем диапазоне частот 300—3400 Гц оставалось примерно постоянным.

8.3. АМПЛИТУДНЫЕ ВЫРАВНИВАТЕЛИ

На рис. 8.5 показан примерный характер рабочего затухания (кривые *1—5*), вносимого амплитудным выравнивателем, используемым при факсимильном приеме по соединительным линиям в кабеле АТС.



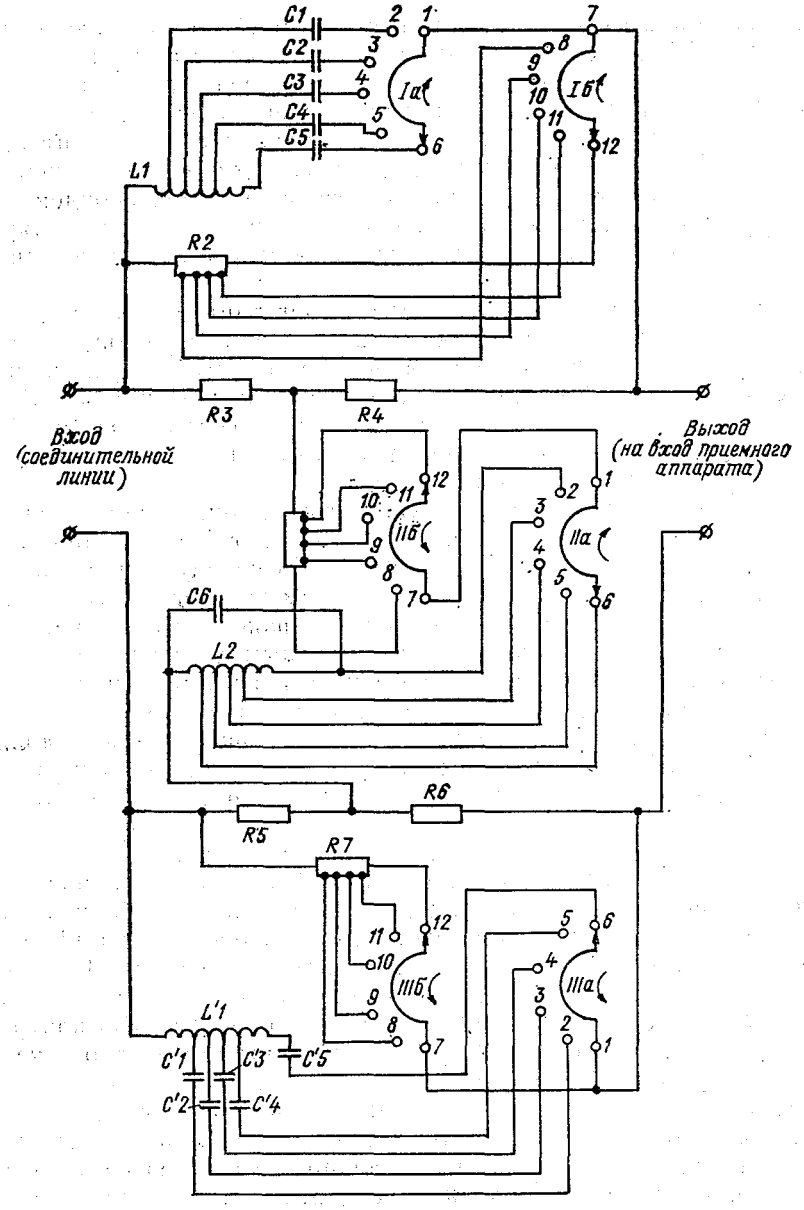
8.5. Рабочее затухание, вносимое амплитудным выравнивателем, используемым при работе по соединительным каналам в кабеле городских телефонных станций.

Амплитудный выравниватель рассчитан таким образом, чтобы с повышением частоты вносимое амплитудным выравнивателем в линию связи затухание, уменьшалось. В то же время затухание, вносимое соединительной линией с увеличением частоты, увеличивается. Таким образом, амплитудный выравниватель позволяет компенсировать увеличение затухания линии с частотой. Так как соединительные линии разные, то и вносимые линиями затухания тоже будут разными. Линию суммарного затухания (соединительную линию и амплитудный выравниватель) стремятся приблизить к прямой.

Для коррекции перепадов затухания в различных линиях используют амплитудный выравниватель, рассчитанный на несколько положений переключателя. Каждому из этих положений соответствует определенный перепад затухания в рабочем диапазоне частот, что позволяет внести коррекцию в величину затухания для различных соединительных линий. Обычно суммарное затухание амплитудного выравнивателя и соединительных линий не-

сколько больше затухания соединительных линий на верхних частотах.

Амплитудный выравниватель (рис. 8.6), применяемый для коррекции перепадов затухания соединительных линий при факсимильном приеме, конструктивно выполнен в виде отдельного



8.6. Схема амплитудного выравнивателя.

блока и имеет переключатель на пять и больше положений, соответствующих кривым затухания линий *1—5*, показанным на рис. 8.5.

8.4. ЦИРКУЛЯРНЫЕ ФАКСИМИЛЬНЫЕ СВЯЗИ

Циркулярные факсимильные связи — наиболее широко распространенная система передач графической информации по каналам связи. При циркулярных факсимильных передачах одна и та же программа факсимильных передач одновременно передается по каналам связи ряду корреспондентов. Число корреспондентов, которые могут быть включены в систему циркулярных передач, ограничивается наличием каналов связи от корреспондента до центра, производящего факсимильные передачи. Циркулярные факсимильные передачи осуществляются через усилители циркулярных передач.

Усилитель циркулярных передач представляет собой устройство, которое позволяет размножать сигнал, поступающий на его вход от передающего факсимильного аппарата, для нескольких корреспондентов. Циркулярные усилители используются также и при необходимости организовать транзит сигнала, поступающего по каналу связи от одного корреспондента с целью передачи этого сигнала ряду пунктов приема.

Как указывалось выше, соединительные линии вносят затухания, величины которых зависят в основном от протяженности линии и диаметра проводов. Поэтому рабочие затухания соединительных линий различны. Но вместе с тем на вход канала тональной частоты, по которому проводится факсимильная передача, сигнал должен подаваться с установленным уровнем. Для этого должна быть предусмотрена возможность регулировки уровня на каждом из выходов циркулярного усилителя в достаточно широких пределах. Такая возможность регулировки уровня должна быть предусмотрена также и при передаче ЧМ-сигнала на радиопередающую станцию при факсимильных передачах по радиоканалам.

Использование циркулярных усилителей в тракте факсимильных передач исключает влияние на работу факсимильной связи других абонентов в тех случаях, когда у одного из абонентов на соединительной линии или в канале связи создалась аварийная ситуация (обрыв, короткое замыкание или попадание «Земли» на провода соединительной линии). Контроль своих факсимильных передач должен быть организован путем подачи на вход контрольного приемного факсимильного аппарата сигнала с одного из выходов циркулярного усилителя.

Подключение контрольного факсимильного аппарата параллельно к одному из действующих выходов циркулярного усилителя недопустимо, так как в этом случае происходит рассогласование между входным сопротивлением соединительной линии и выходным сопротивлением действующего выхода циркулярного усили-

теля, к которому подключен контрольный приемный факсимильный аппарат. Такое рассогласование как указывалось выше, будет приводить к появлению отраженной волны в линии и, как следствие, к удвоению изображения на контрольном аппарате и у абонента, включенного на этот выход циркулярного усилителя.

Рассмотрим функциональную схему циркулярного усилителя на четыре выхода, выпускаемого в СССР (рис. 8.7).

Циркулярный усилитель факсимильной передачи (марки ПЛ) предназначен для организации одновременного (до четырех пунктов) транзита факсимильных сигналов, поступающих на вход циркулярного усилителя по одной (входной) соединительной линии, а также для обеспечения коррекции амплитудно-частотной характеристики этой соединительной линии. Такой усилитель может быть использован и для транзита по каналам связи факсимильных передач с одного передающего факсимильного аппарата нескольким (до четырех) пунктам одновременно.

Циркулярный усилитель собран на полупроводниковых приборах. Конструктивно усилитель выполнен в виде устройства настольного типа, однако при снятом кожухе он может быть установлен на стойку стандартных размеров и прикреплен к ней четырьмя винтами.

8.4.1. Основные технические характеристики циркулярного усилителя на четыре выхода.

1. Максимальный уровень на каждом из четырех выходов в диапазоне рабочих частот циркулярного усилителя достигает 13 дБ.

2. Амплитудный выравниватель усилителя производит коррекцию амплитудно-частотной характеристики входной соединительной линии различной длины и качества с максимальным перепадом от 4,34 до 30,4 дБ с шагом 4,5 дБ.

3. Неравномерность частотной характеристики при выключенном амплитудном выравнивателе не более 10 %; коэффициент нелинейных искажений в рабочем диапазоне частот не более 5 %.

4. Уровень собственных шумов на каждом выходе усилителя не превышает —46 дБ.

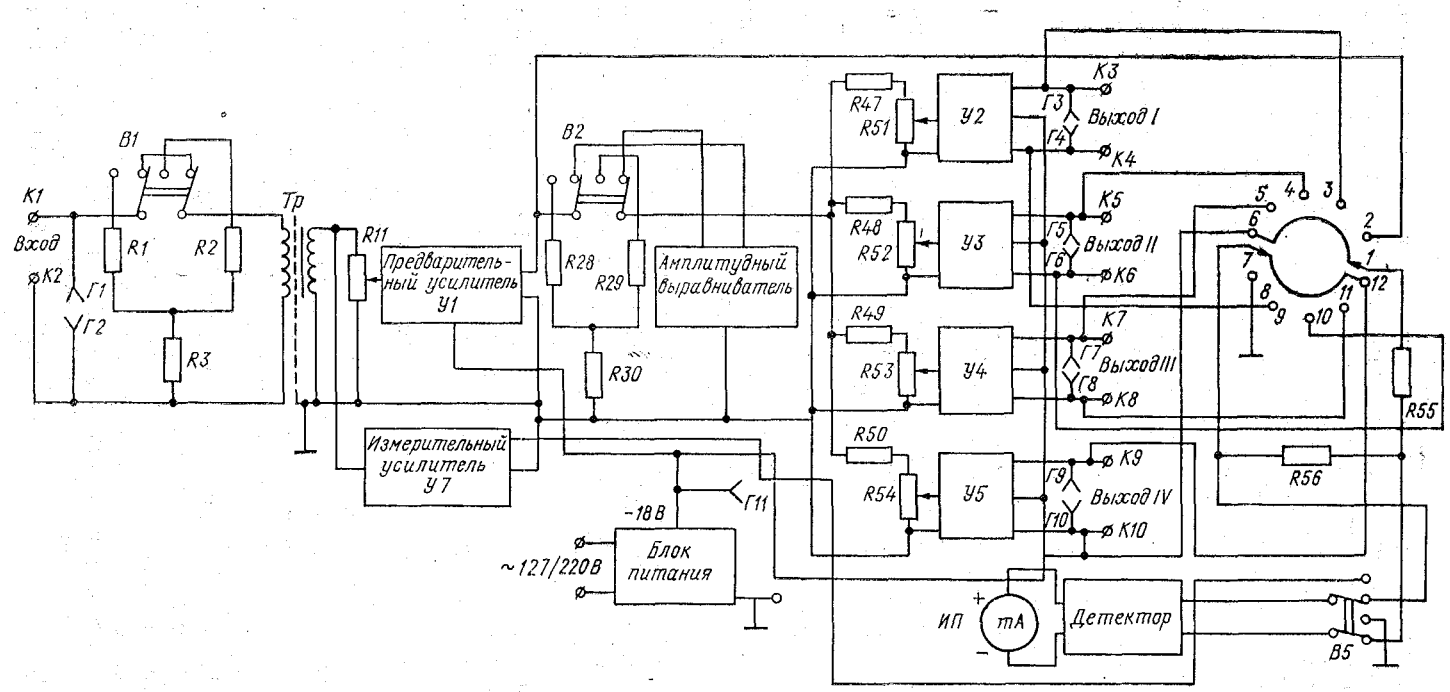
5. Входное сопротивление усилителя, а также выходное сопротивление каждого из четырех выходов составляет 600 Ом±15 %.

6. Питание циркулярного усилителя осуществляется от сети переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 127 или 220 В с допустимым отклонением от номинального значения на ±10 %.

7. Масса прибора 9 кг; габариты: 490×200×350 мм в кожухе, 480×180×350 мм без кожуха.

Принцип работы циркулярного усилителя на четыре выхода состоит в следующем (см. рис. 8.7).

Входной сигнал с соединительной линии или с выхода передающего факсимильного аппарата подается на клеммы *К1* и *К2* и при необходимости может быть проконтролирован на гнездах *Г1* и *Г2*. Если уровень входного сигнала не превышает 0 дБ, тумблер *В1* устанавливается в правое (по функциональной схеме)



8.7. Функциональная схема циркулярного усилителя на четыре выхода.

положение. В этом случае входной сигнал поступает непосредственно на первичную обмотку входного трансформатора. Если уровень входного сигнала превышает 0 дБ, тумблер *В1* устанавливается в левое положение и таким образом включается удлинитель, состоящий из резисторов *R1*, *R2* и *R3*, который понижает входной уровень на 8,7±2,6 дБ.

Вторичная обмотка трансформатора нагружена на потенциометр *R11*, с движка которого снимается напряжение на предварительный усилитель *У1*, который повышает уровень сигнала до 13 дБ. Ко вторичной обмотке входного трансформатора также подключен и вход измерительного усилителя *У7*. С выхода предварительного усилителя *У1* через тумблер *В2* сигнал поступает на вход амплитудного выравнивателя или удлинитель, состоящий из резисторов *R28, R29* и *R30*.

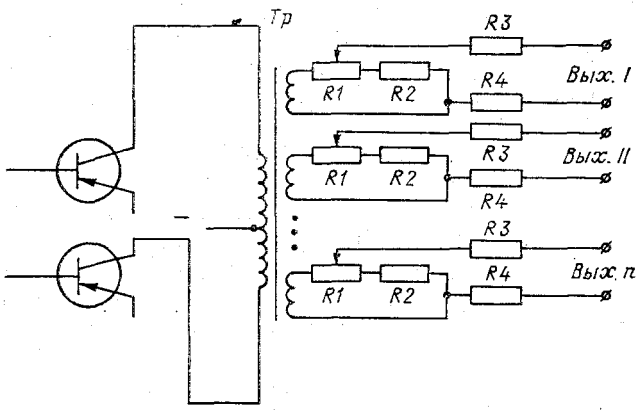
Амплитудный выравниватель, являясь пассивным четырехполюсником, вносит затухание, корректирующее амплитудное искажение, вносимое соединительной линией в пределах рабочего диапазона частот. В амплитудном выравнивателе предусмотрена коррекция амплитудных характеристик различных соединительных линий. В связи с этим переключатель амплитудного выравнивателя имеет несколько положений, соответствующих различным понижениям уровня сигнала частотной характеристики в пределах от 4,34 до 30,4 дБ. Если коррекция амплитудной характеристики соединительной линии не вызывается необходимостью или используется усилитель циркулярной факсимильной передачи для размножения сигнала от своего передающего факсимильного аппарата нескольким корреспондентам, то при помощи тумблера *В2* (по функциональной схеме — правое положение тумблера) амплитудный выравниватель выключается, а сигнал поступает дальше в схему через удлинитель *R28*, *R29*, и *R30* с затуханием 8,7± ±2,6 дБ.

Сигнал с выхода амплитудного выравнивателя или удлинителя через делители напряжения *R47* и *R51*, *R48* и *R52*, *R49* и *R53*, *R50* и *R54* поступает на входы усилителей *У2*, *У3*, *У4* и *У5*. Каждый делитель представляет собой нагрузочное сопротивление амплитудного выравнивателя (примерно 600 Ом). При помощи усилителей *У2—У5* уровень сигнала повышается до 13 дБ. Каждый из указанных усилителей имеет выходное сопротивление около 600 Ом. Соединительные линии к абонентам подключаются к клеммам *К3—К4*, *К5—К6*, *К7—К8* и *К9—К10*. Сигнал на выходах усилителей может быть проконтролирован на гнездах *Г3—Г4*, *Г5—Г6*, *Г7—Г8* и *Г9—Г10*.

При помощи измерительного прибора *ИП* осуществляется контроль уровней сигнала на выходах усилителей *У2—У5*, а также контроль входного и выходного сигналов предварительного усилителя *У1*. Измерительный прибор *ИП* включен через детектор. Измерение уровня сигнала на входе предварительного усилителя *У1* производится через измерительный усилитель *У7*. Переключателем *В5* осуществляется переключение пределов измерений при-

бора *ИП* (гравировка «Вход 0 неп» или «Выходы 2 неп»). Питание циркулярного усилителя на четыре выхода осуществляется стабилизированным напряжением 18 В, поступающим из блока питания.

8.4.2. Очень часто возникает необходимость организации циркулярных факсимильных передач по каналам связи для большого числа корреспондентов. Практически из больших центров связи обеспечивается циркулярная факсимильная передача одновре-



8.8. Схема выходов оконечного каскада циркулярных усилителей.

менно 20 абонентам и более. В связи с этим возникает потребность в циркулярных усилителях на 20—30 выходов. Такие усилители ранее выпускались очень небольшими партиями. Вместе с тем без них невозможно обойтись. Поэтому при необходимости они могут быть изготовлены в мастерских. Для расчета циркулярного усилителя можно принять следующие исходные данные:

— в диапазоне рабочих частот усиление примерно 13 дБ;

— уровень входного сигнала около 0 дБ;

— уровень передачи на каждом из выходов 13 дБ независимо от числа включенных на циркулярный усилитель абонентов;

— регулировка уровня передачи на каждом из выходов плавная 0—13 дБ;

— входное и выходное сопротивление каждого выхода усилителя 600±10 ‰ Ом.

— уровень собственных шумов на каждом из выходов не более —43,5 дБ.

— питание от сети переменного тока 220 В.

Выходной каскад лучше выполнить по двухтактной схеме. В цепь коллекторов выходного каскада включить первичную обмотку выходного трансформатора. Число вторичных обмоток равно числу независимых выходов циркулярного усилителя. Независимую от других выходов регулировку каждого выходного уровня можно обеспечить, если она будет собрана, например, по

схеме, изображенной на рис. 8.8. Каждая вторичная обмотка выходного трансформатора нагружена на сопротивление около 120 Ом, которое складывается из сопротивления потенциометра *R1*, равного 100 Ом, и последовательно соединенного с ним резистора *R2* с сопротивлением 20 Ом.

С помощью потенциометра осуществляется плавная регулировка уровня сигнала на каждом из выходов в пределах от 0 до 13 дБ. К каждому выходу последовательно включены дополнительные согласующие резисторы *R3* и *R4*, обеспечивающие сопротивление выхода примерно 600 Ом. При этих условиях (независимо от числа одновременно включенных абонентов) схема усилителя может обеспечить постоянство уровня выходного сигнала на каждом выходе циркулярного усилителя в пределах ±0,4 дБ. В основном расчет циркулярного усилителя производится так же, как и расчет усилителей низкой частоты.

Как известно, коэффициент трансформации — это отношение числа витков вторичной обмотки трансформатора к его первичной обмотке. В данном случае выходной трансформатор будет понижающим. В схеме циркулярного усилителя необходимо предусмотреть гнезда для измерения входного уровня и выходных уровней на каждом из выходов. Циркулярный усилитель может быть собран на полупроводниках или на микросхемах.

ГЛАВА 9

ФАКСИМИЛЬНАЯ СВЯЗЬ ПО РАДИОКАНАЛАМ

9.1. РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТОТ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ФАКСИМИЛЬНЫХ СВЯЗЕЙ ПРИ РАБОТЕ ПО РАДИОКАНАЛАМ

Факсимильные связи по проводным каналам обеспечивают устойчивую работу независимо от времени суток, сезона, состояния ионосферы, метеорологических факторов и других причин. В то же время использование радиоканалов для организации факсимильной связи сопровождается рядом недостатков, влияющих на стабильность и качество ее работы. Эти недостатки обусловлены в основном особенностями распространения радиоволн и состоянием ионосферы. Однако несмотря на эти недостатки, радиоканалы очень широко используются для организации факсимильных связей как в нашей стране, так и за рубежом в подразделениях связи оперативно-прогностических органов гидрометслужбы, в морском и речном флоте, в авиации и в тех многочисленных случаях, когда в силу необходимости исключается возможность использования проводных (кабельных) каналов связи.

К факторам, дестабилизирующим работу факсимильной связи, вызванным особенностями распространения радиоволн, в частности, относятся: явления многолучевости и замирания сигнала (фединги), грозы, магнитные бури. Для факсимильной радиосвязи используются различные диапазоны радиоволн, однако чаще всего — диапазон коротких радиоволн. К коротковолновому диапазону радиоволн условно отнесены радиоволны длиной от 10 до 200 м (от 30 до 1,5 МГц).

Короткие волны распространяются как вдоль земной поверхности, так и в пространстве. Поверхностные волны, распространяясь вдоль полупроводящей поверхности земли, сильно поглощаются. При этом поглощение земной поверхностью с увеличением частоты резко возрастает. Поэтому поглощение поверхностных волн в коротковолновом диапазоне значительно больше, чем в диапазонах средних или длинных волн. При мощностях радиопередатчиков, применяемых для факсимильных передач по коротковолновым каналам радиосвязи, дальность распространения поверхностных волн вследствие их сильного поглощения поверхностью земли не превышает нескольких десятков километров. Пространственные волны, распространяясь путем однократного или многократного отражения от ионосферы, используются для организации факсимильных радиосвязей в коротковолновом диапазоне на большие расстояния.

Одной из особенностей распространения коротких радиоволн, влияющих на качество работы факсимильных связей, является многолучевость, которая возникает вследствие множественности путей распространения коротких радиоволн. Под воздействием

ионосферы искривляется траектория распространения коротких радиоволн, вследствие чего при определенных условиях они возвращаются на землю.

Пучок лучей от антенны передающей радиостанции падает на ионосферные слои под различными углами и в соответствии с диаграммой направленности излучения антенны в вертикальной плоскости. В зависимости от угла падения лучей, частоты сигнала и степени ионизации изменяются углы преломления и отражения лучей от ионосферы. Поэтому часть лучей может пройти через ионизированные слои воздуха, а часть возвратиться на землю. При этом до пункта приема доходят лучи, распространяющиеся различными путями. Одни лучи приходят от передающей радиостанции к приемной, претерпев лишь одно отражение от ионосферы, другие — после двух- и трехкратного отражения от ионосферы.

В результате из-за многолучевости сигналы коротковолнового диапазона от передающей радиостанции к приемной проходят различные пути и приходят с различным временем запаздывания.

На приемную антенну, помимо основного сигнала, может поступить ряд дополнительных, опережающих или запаздывающих сигналов, отличающихся от основного сигнала по фазе и амплитуде. При факсимильной связи многолучевость распространения коротких радиоволн искажает запись в приемном аппарате: появляются двойные линии и рваные края изображения, нарушаются очертания черно-белых границ изображения или пропадают отдельные его детали. Сложение сигналов, вызванных многолучевостью, приводит к увеличению толщины линий по сравнению с толщиной линий на передаваемом оригинале бланка, что уменьшает разрешающую способность и ограничивает скорость факсимильных передач. По этой причине обеспечить предусмотренную техническими условиями на приемный факсимильный аппарат разрешающую способность можно в случае, если скорость развертки аппарата не будет превышать 90 стр/мин при полной длине строки 480 мм и развертывающем элементе 0,265 мм/стр.

Борьба с явлением многолучевости ведется путем сокращения возможного сдвига по времени между основным и дополнительными лучами радиоволн. Оказывается, что максимальный сдвиг лучей по времени для данной трассы зависит от соотношения между рабочей и оптимальной длинами волн. Чем короче рабочая частота по сравнению с оптимальной частотой, тем больше сдвиг лучей по времени.

Из сказанного следует, что для ослабления искажений, вносимых многолучевостью распространения коротких радиоволн, необходимо факсимильные радиопередачи производить на частотах, близких к оптимальным. Кроме того, искажения, возникающие вследствие многолучевости, можно уменьшить, применив на передающей и приемной радиостанциях направленные антенны.

На качество работы факсимильных радиосвязей в диапазоне коротких радиоволн влияют также явления замирания (фединги)

радиосигналов в месте приема, что является следствием периодических ослаблений и увеличений уровня напряженности поля, поступающего от передающей радиостанции. Замирания радиосигнала при радиоприеме проявляется в беспорядочном изменении радиосигналов на входе радиоприемного устройства (амплитуда сигнала изменяется в десятки и сотни раз). Промежуток времени между двумя следующими друг за другом минимумами или максимумами сигнала колеблется от десятков до долей секунды. Замирание сигналов в месте приема является главным образом следствием интерференции нескольких приходящих в место приема отраженных от ионосферы пространственных лучей, фазы которых из-за постоянного изменения ионизированных слоев непрерывно изменяются.

При факсимильной радиосвязи на коротких волнах борьба с явлением замирания ведется методом частотной модуляции несущей частоты радиопередатчика при глубоком ограничении амплитуды сигнала в приемном факсимильном аппарате, осуществляемым ограничителем амплитуд. Широко распространенным методом борьбы с явлением замирания радиоволн является метод приема на раснесенные антенны. Так как замирания в различных местах, даже на близком расстоянии друг от друга (100—150 м), происходят неодновременно, то методом автовыбора сигнала в каждый данный момент в приемное устройство поступает сигнал от той антенны, от которой уровень сигнала будет более высокий.

Для факсимильной радиосвязи, помимо коротких волн, используются средние, длинные и сверхдлинные волны. Условно к средним волнам отнесены радиоволны в диапазоне 200—600 м (от 5 до 1,5 МГц), к длинным — радиоволны в диапазоне 600—2000 м (от 1,5 МГц до 150 кГц) и к сверхдлинным — радиоволны более 2000 м (короче 150 кГц). Распространение средних, длинных и сверхдлинных волн отличается от распространения волн короткого диапазона.

Для длинных волн характерно пространственное и поверхностное распространение. Однако на расстоянии нескольких сот километров напряженность поля пространственных волн превышает напряженность поля поверхностных волн. В дневные часы пространственные волны распространяются вследствие последовательных отражений от земной поверхности и нижней границы слоя D ионосферы, в ночные часы — в результате отражений от земной поверхности и слоя E.

Факсимильные передачи на длинных волнах характеризуются значительно большим постоянством условий распространения, так как прохождение длинных радиоволн не сопровождается резкими изменениями уровня сигнала на входе радиоприемного устройства, внезапным нарушением радиосвязи и т. п. С наступлением темного времени суток при работе в длинноволновом диапазоне напряженность поля, как правило, возрастает, причем возрастание тем больше, чем короче длина волны. Годовой ход напряженности

поля при факсимильных связях в длинноволновом диапазоне выражен очень слабо, что служит предпосылкой для более широкого использования длинноволнового диапазона.

Если использовать антенны, специально рассчитанные для факсимильных радиопередач, учитывающие необходимую полосу частот и другие параметры, то устойчивость и качество принимаемого изображения при факсимильных передачах на длинных волнах окажутся весьма близкими к устойчивости и качеству изображений, получаемых при факсимильном приеме по проводным каналам связи.

Грозовая деятельность проявляется в том, что на принимаемые изображения, помимо полезного факсимильного сигнала, накладываются хаотические побочные сигналы (помехи в виде почернений на различных участках принятого бланка). Каждый разряд молнии, даже происшедший на удалении нескольких километров от пункта приема, записывается одновременно с записью принимаемого изображения, резко снижая его качество.

Средние волны распространяются в дневные часы в основном как поверхностные, а в ночные — и как пространственные, и как поверхностные. В средневолновом диапазоне резко выражен суточный ход колебаний напряженности поля в месте приема. В дневные часы пространственные волны почти полностью поглощаются и напряженность поля в основном определяется напряженностью поля поверхностных волн. В ночные часы в пункты приема, расположенные в зоне действия поверхностной волны, будут попадать также и пространственные волны. В этих условиях суммарное поле в пункте приема представляет собой результат интерференции поверхностных и пространственных волн.

Вследствие колебаний высоты отражающего слоя ионосферы изменяется длина траектории пространственного луча, попадающего в место приема. Изменение длины траектории пространственной волны сопровождается непрерывным изменением разности фаз между поверхностными и пространственными волнами, что вызывает изменением амплитуды результирующего поля в пункте приема. Непрерывное изменение амплитуды результирующего поля вызывает замирание сигнала.

В диапазоне средних волн расстояние между передающей и приемной радиостанциями влияет на соотношение напряженностей полей пространственных и поверхностных волн. Сезонные изменения уровня сигнала в основном незначительны. Однако следует иметь в виду, что условия приема определяются не абсолютным значением напряженности поля в месте приема, а отношением уровня полезного сигнала к уровню помех. Различие условий приема в летние и зимние месяцы определяется не столько изменением напряженности поля сигнала, сколько сезонным ходом уровня атмосферных помех. В средних широтах интенсивная местная грозовая деятельность, за редким исключением, наблюдается в основном в летние месяцы, что является причиной резкого увеличения уровня помех летом. Отсюда ясно, что в зимние

месяцы отношение уровней сигнала и помех значительно больше, чем летом, поэтому условия приема зимой улучшаются.

Для борьбы с замиранием сигнала в диапазоне средних волн применяются те же методы, что и при радиосвязи на коротких волнах (например, применение разнесенных антенн). Кроме того, применяются специальные антифединговые передающие антенны с прижатой к земле характеристикой направленности излучения в вертикальной плоскости, в которой волны излучаются антенной главным образом как поверхностные.

9.2. ФАКСИМИЛЬНЫЕ ЦИРКУЛЯРНЫЕ РАДИОПЕРЕДАЧИ

Факсимильная связь по радиоканалам осуществляется методом частотной модуляции (так как при амплитудной модуляции не обеспечивается достаточная помехоустойчивость). Для факсимильной радиопередачи в основном применяются радиопередатчики, работающие в режиме с одной боковой полосой частот (ОБП). При этом используется верхняя боковая полоса частот. В указанных радиопередатчиках установлены возбудители типа ВО-71 или ВК-74. Порядок организации факсимильных передач по радиоканалам в режиме одной боковой частоты излагается ниже.

1. Для организации факсимильных передач по радиоканалам связи центры связи по соединительной линии должны подавать на радиопередатчик частотно-модулированный (ЧМ) сигнал с тем, чтобы на вход возбудителя радиопередатчика ЧМ-сигнал поступал с уровнем порядка 0 дБ. Поэтому с выхода передающего факсимильного аппарата уровень сигнала необходимо подать на вход соединительной линии с уровнем, который бы компенсировал затухание, вносимое соединительной линией.

2. Сигнал, поступивший на радиопередатчик с соединительной линии, необходимо подать на вход телефонного канала возбудителя (с соблюдением необходимого уровня — порядка 0 дБ).

3. На возбудителе радиопередатчика набрать частоту ниже номинала на 1,9 кГц.

4. Пилот-сигнал на возбудителе радиопередатчика установить в положение «3 %».

5. При однополосной работе передатчика анодные токи выходного каскада радиопередатчика должны быть вдвое меньше, чем при телеграфном режиме. Если в пункте факсимильных передач радиопередатчики работают с возбудителем типа ВЧД-100, необходимо факсимильные передачи производить с применением приставки ЧМ-видео. Подробнее об организации факсимильных передач с применением приставки ЧМ-видео см. в книге автора «Факсимильная связь в Гидрометслужбе» (Л.: Гидрометеоиздат, 1972).

9.3. ПРИЕМ ФАКСИМИЛЬНЫХ ПЕРЕДАЧ ПО РАДИОКАНАЛАМ

Прием факсимильных передач по радиоканалам является широко распространенным методом. Так как в ряде случаев органи-

зация проводных каналов связи экономически нецелесообразна или невозможна (например, для приема факсимильных передач на судах, а также на других объектах, часто меняющих свое местоположение).

Прием факсимильных передач в центрах и аппаратных связи, расположенных в городах, всегда сопровождается большим уровнем индустриальных помех (искрение проводов трамвайных и троллейбусных электросетей, электросварка, аппаратура медицинских учреждений, системы зажигания в автотранспорте и т. п.). Рассчитывать на получение хорошего качества факсимильного приема в пунктах, расположенных в районе действия индустриальных помех, нельзя. Поэтому при организации приема факсимильных передач по радиоканалам связи лучше всего ориентироваться на прием факсимильных сигналов с выделенных радиоприемных центров, расположенных, как правило, за городом, вне зоны действия индустриальных помех.

При использовании каналов радиоприема на выделенном приемном радиоцентре радиоприемная аппаратура и контрольная аппаратура для настройки нормалей девиации — осциллографические приставки устанавливаются рядом с радиоприемными устройствами. Факсимильные сигналы с выхода радиоприемного устройства подаются в центры или аппаратные связи, расположенные в городе, по кабелю (очень часто по кабелю телефонной сети АТС). Поэтому необходимо следить за тем, чтобы эти соединительные линии не подвергались воздействию помех со стороны других связей, проходящих в том же кабеле. Однако чаще всего выделенные приемные радиоцентры расположены вблизи больших городов. Поэтому в большинстве случаев прием факсимильных передач приходится организовывать в помещении радиоцентра или аппаратной связи, используя построенные специально для них антенны.

Антенны, используемые для приема факсимильных радиопередач, должны эффективно обеспечивать на входе радиоприемного устройства возможно большее превышение уровня полезного сигнала над уровнем помех. Поскольку факсимильные передачи производятся в широком диапазоне частот, для факсимильного приема следует применять диапазонную коротковолновую антенну, так как для установки такой антенны не требуется больших площадей.

Так как прием факсимильных передач в основном производится от передающих радиоцентров, расположенных в различных направлениях от пункта приема, то антенна должна быть слабонаправленной. В качестве такой антенны целесообразно использовать слабонаправленную диапазонную антенну типа ВГД, которую можно применять для одновременного приема факсимильных (и РТТ) передач от разных передающих радиоцентров. Для этой цели фидер антенны ВГД необходимо включить на вход широкополосного антенного усилителя (ШАУ), имеющего несколько (от 8 до 16) независимых выходов. Каждый из выходов ШАУ вклю-

чается на свое радиоприемное устройство. При этом взаимного влияния работы приемных устройств не происходит.

Антенна ВГД обеспечивает прием в достаточно широком диапазоне частот, конструктивно не сложна и ее сооружение не вызывает особых трудностей. При этом следует учитывать, что для расстояний 800 км и менее от передающей радиостанции до пункта приема факсимильных (и других) радиопередач антенна ВГД имеет слабо выраженное направленное свойство в горизонтальной плоскости, а для бóльших расстояний диаграмма направленности имеет форму восьмерки. При размещении антенны ВГД на местности необходимо ее ориентировать таким образом, чтобы вибраторы были перпендикулярно направлены к наибольшему числу получателей.

Устройства для приема факсимильных радиопередач по своим основным параметрам — стабильности частот гетеродинов, избирательности и чувствительности — должны быть на уровне современных магистральных радиоприемных устройств. Это относится как к коротковолновой, так и к длинноволновой радиоприемной аппаратуре.

Из числа современной радиоприемной аппаратуры, выпускаемой нашей промышленностью, для организации приема факсимильных радиопередач лучше всего использовать радиоприемное устройство типа Р-399[а], работающее в коротковолновом диапазоне. Можно также использовать радиоприемное устройство ЕК-500, работающее в диапазоне 14 кГц — 30 МГц. Это устройство позволяет обеспечить прием факсимильных передач в коротковолновом, длинноволновом и сверхдлинноволновом диапазонах. Оно состоит из супергетеродинов с двойным или тройным преобразованием. Второй (или третий) гетеродин дает возможность плавно регулировать частоты в пределах 0—3000 Гц.

Радиоприемное устройство следует располагать рядом с приемным факсимильным аппаратом. Для правильной настройки приемного устройства применяется также осциллографическая приставка, которую тоже нужно размещать вблизи приемного факсимильного аппарата.

Как уже отмечалось, факсимильные радиопередачи на коротких и длинных волнах производятся в основном методом частотной модуляции с нормалями девиации 1500 и 2300 Гц. Для приема факсимильных радиопередач метод настройки радиоприемного устройства состоит в следующем:

1. Включить приемное устройство для прогрева за 1 ч до начала приема факсимильных радиопередач (с целью стабилизации частоты гетеродинов).

2. Указатель частоты второго гетеродина (для радиоприемников с одинарным преобразованием частоты) или третьего гетеродина (для радиоприемников с двойным преобразованием частоты) установить против нулевого деления.

3. С помощью ручки настройки радиоприемника на слух (по динамику звукового контроля факсимильного аппарата или пу-

тем включения на выход радиоприемника телефонных наушников) настроить радиоприемник на нулевые биения.

4. Указатель частоты второго (или третьего) гетеродина установить около деления, соответствующего частоте 2300 Гц.

5. Переключатель полосы пропускания по низкой частоте приемника предварительно установить в положение «0,3—3 кГц», а переключатель полосы пропускания по промежуточной частоте — в положение «3—5 кГц».

6. Включить систему АРУ (автоматическая регулировка усиления), при этом ручку регулировки чувствительности по промежуточной и высокой частоте установить на максимум, в результате чего достигается возможность нормальной работы системы АРУ. Постоянная времени срабатывания АРУ (в пределах от 0,05—0,1—1 с) подбирается опытным путем в процессе приема графического изображения (с целью ослабления влияния помех и федингов).

Следует учитывать, что завышение уровня на выходе радиоприемного устройства приводит к перегрузке амплитудного ограничителя (в частотно-зависимой части схемы приемного факсимильного аппарата), к его неправильной работе и, как следствие, к усилению действия помех при записи изображения. Уровень сигнала на низкочастотном выходе радиоприемного устройства, который подается на вход приемного факсимильного аппарата, не должен превышать 2—3 В.

Во время настройки радиоприемника частота сигнала на его низкочастотном выходе меняется. При совпадении частоты на выходе радиоприемника с установленной ранее частотой 2300 Гц генератора осциллографической приставки на экране осциллографической трубки появляется фигура Лиссажу в виде эллипса, что свидетельствует о правильной настройке радиоприемника.

9.4. ОСЦИЛЛОГРАФИЧЕСКАЯ ПРИСТАВКА ТИПА ПО-80

Осциллографическая приставка ПО-180 предназначена для контроля правильности настройки пределов девиации частотно-модулированного факсимильного сигнала. Ее можно также использовать для настройки некоторых узлов факсимильной аппаратуры. Работа приставки осуществляется совместно с радиоприемным устройством, с выхода которого факсимильный сигнал поступает на приемный факсимильный аппарат.

~~9.4.1.~~ Основные технические характеристики осциллографической приставки ПО-80:

1. Принцип работы приставки заключается в сравнении двух частот, подаваемых на входы приставки от внешних источников, одним из которых является выход радиоприемного устройства.

2. Приставка обеспечивает возможность проверки нормалей девиации частот 1500 и 2300 Гц с погрешностью ±0,1 % путем сравнения внешней частоты, поступающей с выхода радиоприемного устройства, с частотой развертки приставки.

3. Приставка работает в режимах ограничения и линейного усиления входного сигнала.

4. Назначение режима ограничения состоит в возможности получения стабильного размера изображения на экране электронно-лучевой трубки при изменении уровня проверяемого сигнала (например, в результате действия явления фединга).

5. Приставка обеспечивает возможность наблюдения факсимильного сигнала в режиме ограничения с уровнями от —34,7 до 17,4 дБ и в режиме линейного усиления с уровнем от 34,7 до 0 дБ.

6. В приставке имеется два входа («Вход X» и «Вход Y»). Входное сопротивление каждого входа равно примерно (22±±6) кОм.

7. Питание приставки осуществляется от электросети переменного тока напряжением (127 или 220 В) ±10 % с частотой 50 Гц.

8. Потребляемая мощность — не более 20 В·А.

9. Масса приставки — не более 9 кг.

Габариты приставки 400×207×182 мм.

11. Приставка рассчитана на работу при температуре окружающего воздуха от 278 до 232 К (от 5 до 50 °С), относительной влажности окружающего воздуха не более 98 % при температуре не выше 308 К (35 °С) и атмосферном давлении (100±4) кПа ((750±30) мм ртутного столба).

Устройство и принцип работы прибора

~~9.4.2.~~ Принципиальная электрическая схема осциллографической приставки ПО-80 приведена на рис. 30. В состав приставки входят следующие основные узлы: генераторы развертки *G1* и *G2* на фиксированные частоты 1500 и 2300 Гц, усилители горизонтального и вертикального отклонений, электронно-лучевая трубка *V26*, устройство питания, а также органы управления и сигнализации.

В качестве генераторов развертки *G1* и *G2* используются камертонные генераторы ~~(см. п. 2.4)~~. Выходной сигнал синусоидальной формы с амплитудой 1,5 В с камертонного генератора поступает на нагрузочные резисторы *R2* и *R3*. С резистора *R3* сигнал фиксированной частоты поступает через конденсатор *C1* на вход схемы усилителя горизонтального отклонения.

Питание генераторов осуществляется стабилизированным напряжением 12,6 В. При помощи переключателя осуществляется переключение двух фиксированных частот 1500 и 2300 Гц, а также осуществляется подключение гнезда «Вход X» к входу усилителя горизонтального отклонения. Оба усилителя (горизонтального и вертикального отклонения луча осциллографической трубки) состоят из эмиттерных повторителей, усилительного и выходного каскадов. Каждый эммитерный повторитель выполнен на транзисторе *V1* и предназначен для согласования выхода камертонного генератора или внешнего генератора со входом усилительного каскада. Нагрузкой эмиттерного повторителя является потенциометр *R8* «Размер по X (или Y)», ручка которого выведена на боковую стенку.

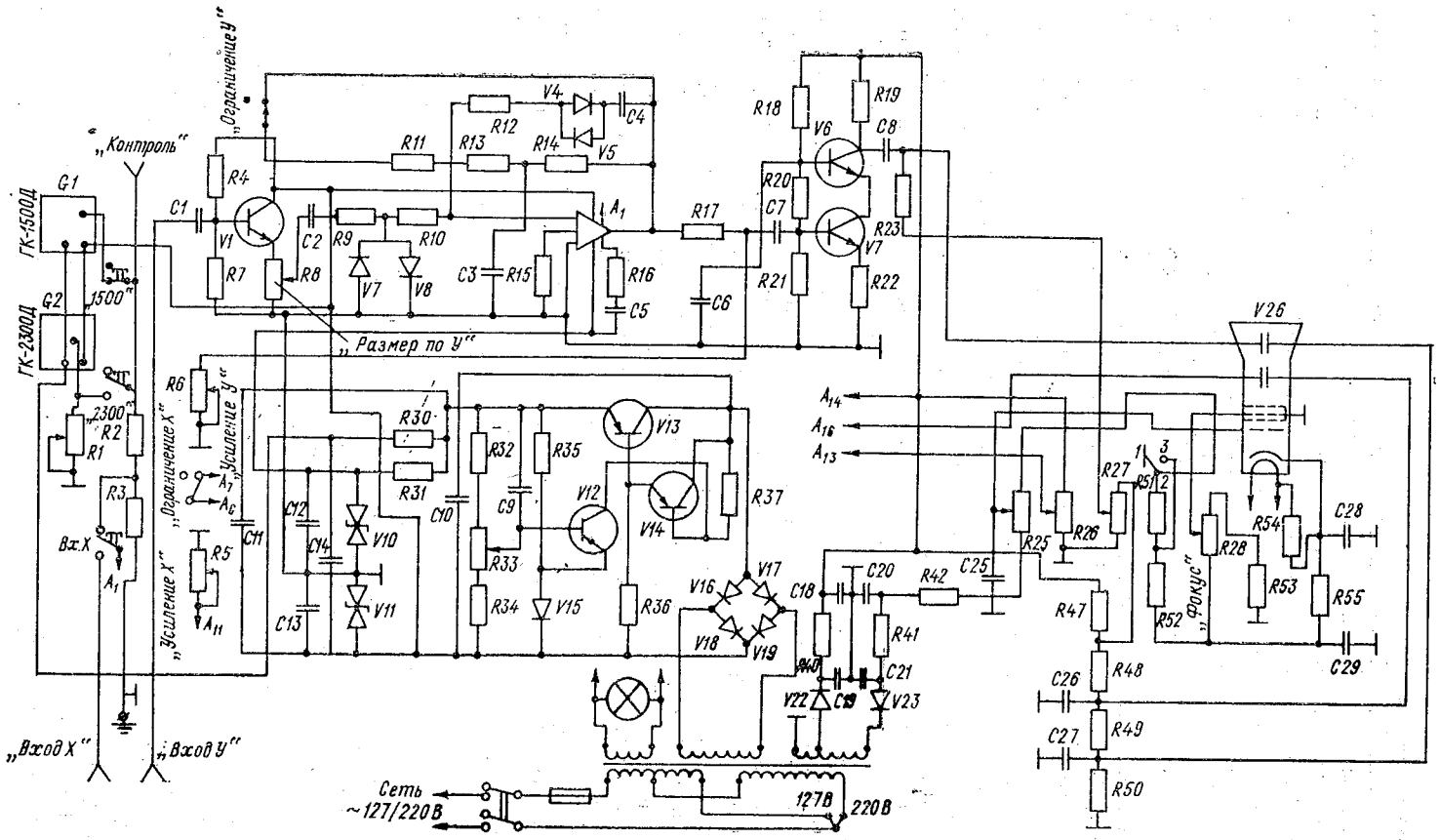


Рис 3. Принципиальная электрическая схема осциллографической приставки ПО-80.

Усилительный каскад выполнен на микросхеме и работает в режиме ограничения или в режиме линейного усиления. В режиме ограничения усилительный каскад максимально усиливает входной сигнал. В этом случае нелинейная отрицательная обратная связь, выполненная на элементах *C4*, *V4*, *V5* и *R12*, имеет минимальный коэффициент передачи. Если уровень сигнала, поступающего на вход усилительного каскада, превышает 1—2 В, то сигнал ограничивается диодами. Регулировка усиления осуществляется на выходе усилительного каскада потенциометрами *R5* и *R6* («Усиление X» и «Усиление Y»), которые установлены на передней панели. В режиме линейного усиления сигнала в цепь обратной связи переключателем включается резистор *R11* параллельно нелинейной цепи. Коэффициент передачи обратной связи возрастает, и схема начинает работать в режиме усиления.

Выходной каскад выполнен на транзисторах *V6* и *V7*. Напряжение питания базы транзистора *V6* стабилизировано делителем, состоящим из резисторов *R18*, *R20*, *R21* и конденсатора *C6*. Нагрузкой выходного каскада является резистор *R19*, напряжение с которого через конденсатор *C8* поступает на отклоняющие пластины электронно-лучевой трубки.

Контролируемый сигнал подается на «Вход Y» вертикального усилителя и далее на вертикальные пластины электронно-лучевой трубки. Для проверки частоты контролируемого сигнала переключателем включается одна из фиксированных частот, соответствующая частоте входного сигнала. При этом на экране электронно-лучевой трубки должна появиться фигура Лиссажу.

При сравнении двух, отличных от 1500 и 2300 Гц, частот развертка луча по оси *X* осуществляется генератором, подключенным на «Вход X» и настраиваемым на частоту, равную или кратную частоте контролируемого сигнала. По фигуре Лиссажу, появившейся на экране электронно-лучевой трубки, и частоте настройки генератора судят о частоте контролируемого сигнала.

Устройство питания осциллографической приставки состоит из силового трансформатора, трех выпрямителей, сглаживающих RC-фильтров и стабилизатора напряжения 14 В. Выпрямитель напряжения 220 В, выполненный по однополупериодной схеме на диоде *V22*, через RC-фильтр питает оконечные каскады усилителей вертикального и горизонтального отклонений луча и отклоняющие пластины осциллографической трубки *V26*. Такой же выпрямитель, выполненный на диоде *V23*, через П-образный фильтр питает электроды электронно-лучевой трубки отрицательным напряжением 600 В.

Питание камертонных генераторов осуществляется напряжением 12,6 В через гасящий резистор *R30* от стабилизированного источника напряжения 14 В, состоящего из двухкаскадного усилителя постоянного тока, собранного на транзисторах *V13*, *V14*, и регулирующего транзистора *V12*.

Напряжение ±6 В, предназначенное для питания микросхем, получается за счет деления напряжения стабилизированного источ-

ника напряжения 14 В двухкаскадными стабилитронами $V\overline{10}$ и $V\overline{11}$. Катод электронно-лучевой трубки питается через П-образный RC-фильтр, состоящий из резистора *R55* и емкостей *C28* и *C29*. Включение луча электронно-лучевой трубки осуществляется переключателем, контактами которого закорачивается резистор *R51*. Тогда потенциал модулятора становится более положительным по отношению к катоду.

В осциллографической приставке имеются потенциометры для регулировки: яркости светящегося пятна электронно-лучевой трубки — потенциометр «Яркость»; фокусировки — потенциометр «Фокус»; смещения луча по осям *X* и *Y* — потенциометры с гравировками «↔» и «↕»; амплитуд напряжений, подаваемых на пластины электронно-лучевой трубки по осям *X* и *Y* — потенциометры «Усиление X» и «Усиление Y», «Размер по X» и «Размер по Y»; стабилизированного выходного напряжения — потенциометр *R33*; выходного напряжения, получаемого от камертонного генератора *G2*, — потенциометр *R1* (при этом выходное напряжение устанавливают равным выходному напряжению, получаемому от камертонного генератора *G1*).

Включение приставки осуществляется переключателем «Сеть» (при этом загорается сигнальная лампа); гасится луч электронно-лучевой трубки переключателем «Луч» без выключения питания осциллографической приставки.

Применение осциллографической приставки при приеме факсимильных передач по радиоканалам производится следующим образом. Для работы приставки в режиме линейного усиления низкочастотный выход радиоприемного устройства должен быть подключен на «Вход У», переключателем «Частота, Гц» устанавливается необходимая частота. Тогда при совпадении частоты, подаваемой от радиоприемного устройства, с частотой генератора на экране электронно-лучевой трубки должна появиться фигура Лиссажу в виде эллипса. Если осциллографическая приставка работает в режиме ограничения, необходимо также нажать переключатели «Ограничение X» и «Ограничение Y». В этом случае при совпадении частот на экране электронно-лучевой трубки появятся прямоугольники.

Режим «Ограничение» полезно использовать при замираниях сигнала принимаемых факсимильных передач. Точная настройка производится в моменты непрерывной передачи сигналов «черного» и «белого» рисунка, которые соответствуют частотам 1500 и 2300 Гц.

9.5. ФАКСИМИЛЬНАЯ СВЯЗЬ ЧЕРЕЗ ГЕОСТАЦИОНАРНЫЕ СПУТНИКИ

В последние годы как в нашей стране, так и за рубежом широко применяются факсимильные связи, организованные через

геостационарные искусственные спутники земли — спутники связи. Геостационарные спутники связи выводятся на круговую орбиту высотой около 36 тыс. км над землей. При такой высоте орбиты создаются условия, при которых угловая скорость вращения геостационарного спутника такая же, как у Земли, и поэтому связь через геостационарный спутник может осуществляться круглосуточно.

При организации факсимильной связи через спутник исключаются такие отрицательные явления, как многолучевость, фединги, влияние грозовой деятельности, а также зависимость от времени суток и сезонов года.

На спутнике установлен ретранслятор, обеспечивающий двухстороннюю связь между многочисленными корреспондентами. Помимо передачи телевизионных программ, геостационарные спутники связи используются для организации факсимильных связей, передачи данных, организации телефонных и телеграфных связей, межмашинного обмена ЭВМ и т. п. Наземный космический комплекс обеспечивает как прием всего спектра частот, поступающего от геостационарного спутника связи, так и передачу на спутник сигналов, поступающих от наземных корреспондентов. Радиосвязь на участке наземный космический комплекс — борт геостационарного спутника связи — наземный космический комплекс осуществляется в гигогерцовом диапазоне частот.

Как правило, наземные космические комплексы находятся на расстояниях от сотен до тысяч километров от междугородных телефонных станций, от которых корреспонденты получают арендуемые каналы, в том числе и каналы тональной частоты. Для передачи спектра частот от наземного космического комплекса до междугородной телефонной станции прокладывается подземный кабель или при более близких расстояниях используются радиорелейные линии. Таким образом, канал связи через геостационарный спутник связи является составным. Он состоит из наземного участка тракта связи и участка тракта связи через космос. На наземном космическом комплексе спектр частот, полученный со спутника связи, преобразовывается и методом частотного или иного вида деления, с полосой частот порядка 4000 МГц по подземному коаксиальному кабелю или через радиорелейные линии передается на междугородную или международную телефонную станцию, где установлена каналообразующая аппаратура. Применяется и второй метод, при котором выделение стандартных телефонных каналов тональной частоты осуществляется на наземном космическом комплексе и далее передается по обычным кабелям на междугородные или международные телефонные станции.

Поскольку канал связи тональной частоты, организованный через геостационарный спутник связи, составной, наземная часть тракта, которая не отличается от обычных кабельных каналов тональной частоты, может вносить помехи в работу факсимильной связи, подобные помехам, рассмотренным выше при анализе работы факсимильной связи по кабельным каналам связи.

9.6. ПРОФИЛАКТИКА ФАКСИМИЛЬНОЙ АППАРАТУРЫ

Факсимильная аппаратура, как и любая другая аппаратура, не может продолжительный период времени нормально функционировать без регулярного проведения профилактических работ. Как правило, сроки проведения профилактических работ, рекомендуемые разработчиками, приведены в технических описаниях аппаратуры.

В процессе работы аппаратуры отдельные электрические элементы схемы стареют, изменяются их параметры. Поэтому в установленные сроки следует проверять по измерительным приборам, насколько параметры элементов и электрических узлов отклонились от номинала, и при необходимости их надо заменять, не дожидаясь недопустимых отклонений от номинального значения, приводящего аппаратуру в предаварийное состояние. Значительные отклонения параметров даже некоторых отдельных элементов схемы могут быть причиной длительного периода неудовлетворительного качества записи изображения на приемном факсимильном аппарате (например, отсутствие возможности «разогнать» гистерезисный двигатель до необходимой скорости из-за значительного уменьшения пусковой емкости конденсатора в схеме гистерезисного двигателя передающего факсимильного аппарата). Можно привести много примеров, когда из-за значительного отклонения параметров одного из элементов схемы факсимильного аппарата работа факсимильной связи нарушается. При этом время восстановления работоспособности факсимильного аппарата в значительной степени зависит от того, насколько изучены схема и принципы работы всех элементов и узлов приемной и передающей факсимильной аппаратуры. Только при этих условиях возможна быстрая локализация места неисправности.

Особенно большие требования предъявляются к обеспечению своевременной и высококачественной профилактики кинематической и оптической систем факсимильной аппаратуры. Для элементов механических систем приемных факсимильных аппаратов рекомендуется следующий режим смазывания: венцы зубчатых колес, шарикоподшипники развертывающего барабана — через каждые 400—500 часов работы (смазка ОКБ-122-7); шарикоподшипники ведущей группы и двигателя, ролики механизмов записи и резки ЭХБ с принятым изображением — через каждые 500—600 часов работы аппарата (смазка ОКБ-122-7); подшипники зубчатых колес с торцевыми зубчатыми муфтами, подвижные центры барабана, подшипники скольжения протяжных и прижимных валиков — через каждые 80—100 часов работы (смазка ОКБ-122-16). Для элементов механизма системы аналоговых передающих факсимильных аппаратов рекомендуется использовать смазку ОКБ-122-16; смазывать необходимо не реже двух раз в месяц и использовать не более двух капель на каждое смазываемое место. Венцы зубчатых колес смазываются несколькими каплями масла, после чего излишки его удаляются. Шарикоподшипники нужно

смазывать 1—2 раза в год смазкой ОКБ-122-7 при разборке аппарата для профилактического осмотра и ремонта. При смазывании элементов механической системы передающего аппарата следует особенно тщательно следить за элементами оптической системы и не допускать попадания на них масла.

Нарушение режимов смазывания ведет к преждевременному износу кинематических узлов аппаратов, к увеличению качаний, а следовательно, и к значительному ухудшению работы факсимильных связей.

ГЛАВА 10

ФАКСИМИЛЬНАЯ СВЯЗЬ ЗА РУБЕЖОМ

Все более возрастающие потоки обмена различной графической информацией как в рамках отдельных стран, так и в рамках международного обмена осуществляются по факсимильным связям, являющимся в настоящее время наиболее оперативным и устойчивым видом передачи графической информации.

Ниже будут рассмотрены технические характеристики факсимильной аппаратуры, выпускаемой в настоящее время в наиболее индустриально развитых зарубежных странах. Однако перед этим рассмотрим источники информации, которые лежат в основе составления различной графической информации, подлежащей передаче по факсимильным связям. В зарубежных странах факсимильная связь широко применяется в гидрометеорологических службах, в морском и речном флоте, в авиации, в армейских подразделениях, для внутриведомственной, внутриучрежденческой и внутризаводской передачи графической информации, в агентствах печати для международного обмена, для передачи газет в пункты децентрализованного печатания и т. п. При этом следует иметь в виду, что фототелеграфные связи общего пользования, которые находятся в ведении администраций и министерств связи стран, являются частным видом факсимильной связи. Степень широкого развития факсимильных связей в мире может быть охарактеризована тем, что на земном шаре (по оценке японской фирмы «Мацусита») в 1986 г. насчитывалось в работе более 2,6 млн. аппаратов. Есть все основания полагать, что в настоящее время число их превысило 3 млн.

В рамках данной главы будет рассматриваться организация факсимильных связей в той области, которая является доминирующей в вопросах применения факсимильной связи во всех зарубежных странах — в области гидрометслужбы. Карты погоды, различные графики, прогнозы погоды и другие графические материалы, составленные на основе данных наблюдений широко развитых сетей наземных метеостанций, радиолокационных станций, метеорологических искусственных спутников земли и других источников наблюдений на земле, в атмосфере, Мировом океане и космосе, непрерывно в течение суток передаются по каналам факсимильной связи с помощью электронно-вычислительных машин и других технических средств в национальные центры телесвязи, которые в свою очередь передают их через региональные центры в главную сеть телесвязи Всемирной метеорологической организации.

Одновременно национальные центры телесвязи получают через региональные центры данные наблюдений, которыми располагает главная сеть телесвязи. Главная сеть телесвязи ВМО опоясывает земной шар и проходит по трассе Вашингтон — Брекнелл (Англия) — Париж — Оффенбах (ФРГ) — Прага — Москва — Нью-Дели — Токио — Вашингтон.

При этом Москва и Вашингтон являются мировыми центрами, а остальные из перечисленных пунктов — региональными центрами телесвязи. Обмен информацией между соседними центрами телесвязи главной сети телесвязи производится на скоростях от 2400 до 9600 бит/с.

В США за последние годы разработана и внедрена унифицированная система AFOS (Automation of field operations and services). Целевое назначение ее — улучшение работы оперативно-прогностических подразделений гидрометслужбы США посредством широкого применения современных средств телесвязи и ее технологии, вычислительной техники и устройств графического отображения. В каждом оперативно-прогностическом подразделении США установлен и действует комплекс AFOS, который вместе со средствами прогнозирования состоит из пультов управления и прогнозирования.

Пульт управления включает малую универсальную цифровую вычислительную машину (мини-ЭВМ) для автоматического управления сбором, накоплением, распространением, поиском, визуальным выводом, вводом и переадресацией данных.

Основные технические данные мини-ЭВМ: длина слова — 16 бит, емкость запоминающего устройства (ЗУ) — 16 383 слова, время обращения к ЗУ — 1 мкс.

В пульт управления входит связной адаптер, который состоит из двух идентичных синхронных модемов и обеспечивает одновременную работу по двум дуплексным каналам со скоростью 2400 бит/с. Ввод (вывод) данных в (из) ЭВМ производится через канал прямого доступа. Обеспечена работа в режиме запрос/ответ.

Два одинаковых дисковых запоминающих устройства, расположенных в пульте управления, соединены каналом прямого доступа с ЗУ вычислительной машины и имеют емкость около 60 млн. двоичных знаков (каждое дисковое устройство имеет 30 млн. двоичных знаков) или 7,5 млн. байтов. Максимальное время выборки элемента информации составляет 150 мс; среднее время выборки — 100 мс.

В пульте управления расположены также система магнитных лент, датчик времени, дисплей и другие устройства.

Пульт прогнозирования включает устройство управления, четыре независимых индикаторных устройства (графические дисплеи), клавишное устройство ввода данных, функциональную клавиатуру поиска данных и другие устройства.

С помощью устройства управления пульта прогнозирования осуществляется обмен данными с ЭВМ со скоростью примерно

150 000 бит/с и преобразование данных в требуемую форму для формирования соответствующих изображений. Устройство управления обеспечивает включение по команде оператора в работу любого из четырех графических дисплеев, автоматическое стирание предыдущей информации как с записью нового изображения, так и с совмещением нового изображения с уже имеющимся. При необходимости изображение на графическом дисплее по команде с устройства управления пульта прогнозирования может быть записано на бумажный носитель.

Каждый комплект аппаратуры AFOS, установленный в оперативно-прогностическом подразделении, обеспечивает возможность обмена по каналам тональной частоты факсимильной информацией в аналоговом и кодированном цифровом виде со скоростями 1200—4880 бит/с, а с национальным центром кодированной цифровой информации — со скоростью 9600 бит/с. Предусмотрен также симплексный и дуплексный обмен с частотой 75—300 $с^{-1}$.

По каналам тональной частоты производится прием и передача факсимильной информации как между AFOS и оперативно-прогностическим центром страны, так и между оперативно-прогностическими подразделениями. Через национальный метеорологический центр США по трем независимым факсимильным цепям в сутки передается около 500 карт погоды и других графических материалов.

В метеослужбе США действует ряд факсимильных сетей. Национальная факсимильная сеть обеспечивает по каналам связи государственные оперативно-прогностические подразделения (бюро погоды, национальную систему предупреждений и др.) графической информацией. Национальная факсимильная сеть охватывает всю территорию США.

Система цифрового факсимиле (DIFAX). Целевое назначение системы — распространение графических материалов (анализов и прогнозов погоды), подготовленных Национальным метеорологическим центром (NMC). Система DIFAX обслуживает кодированной цифровой факсимильной связью национальные центры и обеспечивает факсимильными картами, передаваемыми по цифровому факсимиле, бюро национальной системы предупреждений, национальные бюро погоды, федеральные бюро авиационной администрации, международную авиацию, сельское хозяйство и другие государственные и негосударственные учреждения.

Факсимильная цепь для передачи тропических региональных анализов и прогнозов погоды (TROPPAH). Ее целевое назначение — распространение анализов и прогнозов погоды тропической зоны, подготовленных Региональным центром ВМО по тропической метеорологии в Майами (штат Флорида), а также графической продукции Национального метеорологического центра США.

Факсимильная сеть, обслуживающая районы Аляски (IAE). Целевое назначение — передача метеорологических графических материалов, подготавливаемых Национальным метеорологическим центром, в несколько бюро погоды региона. Для факсимильной

передачи используются каналы связи радиокорпорации Америки и другие местные сети связи Аляски. Факсимильная сеть осуществляет передачу карт погоды и других графических материалов по кабельным каналам связи, радиоканалам и через спутники связи.

Международное радиофаксимильное вещание. Радиовещательные факсимильные передачи обслуживают графической метеоинформацией тихоокеанское побережье и морской флот (северную, среднюю и южную часть Тихого океана в радиусе 6—7 тыс. км). Передачи производятся на высоких частотах (3—30 МГц). Передачи факсимильных карт погоды и другого графического материала для национальных нужд и международных потребителей ведутся круглосуточно в коротковолновом диапазоне. По дуплексным цифровым факсимильным каналам связи (9600 бит/с) между Вашингтоном и региональным центром Брекнелл Главной сети телесвязи ВМО круглосуточно производится обмен факсимильными картами методом цифрового кодированного факсимиле. Обмен графическим материалом осуществляется по схеме ЭВМ—ЭВМ. Двухсторонний обмен между Вашингтоном и Токио осуществляется также по высокоскоростным каналам (9600 бит/с) методом кодированного цифрового факсимиле.

Региональный центр телесвязи Оффенбах (ФРГ) в главной сети телесвязи ВМО включен между региональными центрами телесвязи Париж и Прага. В обоих направлениях обмен данными и факсимильный обмен цифровым методом производится между ЭВМ со скоростью 4800 бит/с. Центр Оффенбах производит факсимильное радиовещание в коротковолновом и длинноволновом диапазонах волн в течение суток, обслуживая национальных и международных потребителей.

Каждый региональный центр телесвязи круглосуточно производит обмен факсимильной информацией и радиофаксимильные передачи в коротковолновом диапазоне, удовлетворяя нужды национальных и международных потребителей.

Региональный центр Прага в рамках главной сети телесвязи включен между региональным центром Оффенбах и Мировым метеорологическим центром Москва. Поступающая в Прагу цифровая информация автоматически распределяется и передается всем оперативно-прогностическим подразделениям гидрометслужбы и другим ведомствам страны. По тем же каналам главной сети телесвязи между Прагой и Оффенбахом, а также между Прагой и Москвой круглосуточно осуществляется обмен картами погоды и другой графической информацией методом цифрового факсимиле со скоростями 4800 и 2400 бит/с. Региональный центр телесвязи в Праге производит круглосуточно в длинноволновом диапазоне факсимильные радиопередачи для обслуживания оперативно-прогностических подразделений страны, а также для приема этих передач в ряде близкорасположенных стран.

Региональный центр Нью-Дели (Индия), имея прямую связь с Москвой, через геостационарный спутник осуществляет двухсторонний обмен как данными, так и факсимильными картами и гра-

фиками. Центр Нью-Дели ведет факсимильное радиовещание в коротковолновом диапазоне.

Производство различной факсимильной аппаратуры в основном сосредоточено в индустриально развитых странах: Англии, Франции, США, Японии, Швеции и др., в которых многочисленные фирмы разрабатывают и производят совершенную факсимильную аппаратуру, находящую сбыт за их пределами. Эти страны производят как аналоговую факсимильную премную и передающую аппаратуру, так и аппаратуру кодированного цифрового факсимиле.

Ниже приводятся основные технические характеристики некоторых типов факсимильной аппаратуры, производимой рядом зарубежных фирм.

Франция. Фирма METEAC

Приемный аналоговый факсимильный аппарат METEAC типа FS. 07/510 A

Скорости развертки — 60, 90, 120, 180 и 240 стр/мин.

Модули взаимодействия — 576±1 % и 288±1 %.

Входной сигнал — АМ. При скоростях развертки 60, 90 и 120 стр/мин несущие частоты 1500 или 2500 Гц; используются обе боковые полосы частот. При скоростях развертки 180 и 240 стр/мин передача осуществляется одной ослабленной боковой полосой частот и ослабленной несущей частотой 2500 Гц.

Контраст — от 12 до 25 дБ.

Фазирование — 95 % и (4,5±0,5) % длины строки или 50 % и (50 %±0,5) % длины строки.

Стабильность скорости развертки — ($\pm 3 \cdot 10^{-6}$) от номинальной скорости развертки.

Входное сопротивление — (600±50) Ом.

Носитель записи изображения — электрохимическая бумага.

Управление аппаратом — ручное и автоматическое.

Габариты — высота 600 мм, ширина 455 мм, глубина 340 мм.

Масса — 50 кг.

США. Фирма ALDEN

Приемный аналоговый факсимильный аппарат ALDEN типа 9271M

Рабочая ширина строки — 457 мм.

Скорости развертки — 60, 90, 120 и 240 стр/мин.

Модули взаимодействия — 576 и 288.

Управление аппаратом — ручное и автоматическое.

Входное сопротивление — 600 Ом.

Носитель записи изображения — электрочувствительная бумага в рулонах длиной 51,8 м. При остатке в рулоне 3 м бумаги аппарат автоматически останавливается.

Входные сигналы — ЧМ или АМ. При ЧМ частота 1500 Гц соответствует черному полю, 2300 Гц — белому. Уровень сигнала: от —25 до +10 дБ. При АМ — максимальная амплитуда соответствует черному полю.

Питание аппарата — от электросети переменного тока 105—125 или 210—250 В, 48—62 Гц.

Потребляемая мощность — 55 В·А.

Масса — 44,6 кг (включая рулон бумаги в кассете).

Помимо широко используемых приемных факсимильных аппаратов с рабочей шириной строки 457 мм, фирмы различных стран производят факсимильные приемные и приемопередающие аппараты с более узкой шириной строки, которые имеют все более широкое применение.

Англия. Фирма „Muirhead"

Приемный аналоговый факсимильный аппарат типа К-449А

Скорость развертки — 60, 90, 120, 180 и 240 стр/мин.

Модули взаимодействия — 576 и 288.

Рабочая ширина строки — 224 мм.

Время приема бланка максимальной ширины для скоростей развертки 60, 90, 120, 180 и 240 стр/мин соответственно составляет 35,2, 22,5, 17,6, 11,25 и 8,8 мин при модуле взаимодействия 576 и 17,6, 11,55, 8,8, 5,77 и 4,4 мин при модуле взаимодействия 288.

Носитель записи изображения — электростатическая бумага в рулонах.

Входной уровень сигнала — от —20 до +20 дБ.

Фазирование — черное 95 %, белое 5 % или черное 50 %, белое 50 %.

Управление аппаратом — ручное и автоматическое (сигналами управления в соответствии с рекомендацией ВМО).

Япония. Фирма „Oki"

Приемно-передающий высокоскоростной цифровой факсимильный аппарат типа „Okifax-23"

Аппарат обеспечивает работу по междугородным каналам тональной частоты и городским телефонным линиям. Программы набираются при помощи клавиш на аппарате. Аппарат снабжен дисплеем на жидких кристаллах и запоминающим устройством. Аппарат обеспечивает автоматическое выполнение различных операций. Например: заложив подлежащий передаче бланк в аппарат и нажав клавишу, аппарат автоматически передаст изображение, как только окончится передача предыдущего бланка; автоматически обеспечивается многократный вызов корреспондента при его занятости или отсутствии. Если у корреспондентов заранее заложена в память графическая информация, она может быть последовательно автоматически получена от 99 таких корреспондентов. Аппарат обеспечивает прием и передачу графической информации в пределах всего 16-польного клина. Подтверждение о приеме переданной информации поступает от корреспондентов также автоматически.

Основные технические характеристики

Скорость передачи — 9600/7200/4800/2400 бит/с (скорость передачи подбирается автоматически).

Время передачи — 10 с (при скорости передачи 9600 бит/с).

Размер бланка — ширина 148—297 мм, длина 128—455 мм.

Эффективная ширина считывания — 296 мм.

Эффективная ширина записи — 252, 208 и 205 мм в зависимости от типа бланка.

Разрешающая способность — в горизонтальном направлении 8 эл. из/мм, в вертикальном — 3,85 лин/мм.

Носитель записи изображения — бумага термочувствительная шириной 257 или 210 мм в рулонах длиной 100 м.

Передача полутонов — 16-польный полутоновый клин.

В аппарате имеется указатель состояния аппарата и канала, встроенные часы, а также выполняются функции самодиагностики.

Функции программирования — при помощи специальной печатной формы путем фотокопировального считывания на аппарате.

Электропитание — 115/230 В±15 %.

Габариты — ширина 320 мм, высота 152 мм, глубина 522 мм.

Масса — 12,5 кг.

Япония. Фирма „Taiyo"

Приемный аналоговый факсимильный аппарат типа „Taiyo TF-733":

Скорости развертки — 60, 90, 120 и 240 стр/мин.

Модули взаимодействия — 576 и 288.

Входной сигнал — АМ; несущая частота 1900 Гц; девиация ±400 Гц.

Уровень входного сигнала — 0 дБ.

Носитель записи изображения — термочувствительная бумага в рулонах длиной 60 м.

Рабочая ширина строки — 257 мм.

Обеспечивается прием в черно-белом изображении или семи полутонов 16-польного полутонового клина.

Входное сопротивление — 600 Ом.

Управление аппаратом — ручное и автоматическое.

Аппарат оснащен встроенным радиоприемником, выполненным по гетеродинной схеме с двойным преобразованием изображения; диапазон частот 80—160 кГц и 3—24 МГц; режимы приема ЧМ и ОБП.

Габариты (включая встроенный радиоприемник) — ширина 382 мм, высота 117 мм, глубина 426 мм.

Габариты блока питания — ширина 135 мм, высота 92 мм, глубина 292 мм.

Питание 100, 110, 115 или 200, 220, 230 В, 50 или 60 Гц.

Потребляемая мощность — 80 В·А.

Масса аппарата со встроенным радиоприемником — 11,5 кг; масса блока питания — 6 кг.

Япония. Фирма „Honda cusin sedzu"

Приемно-передающий аналоговый факсимильный аппарат

Аппарат — переносной. Может быть подключен к линии любого телефонного аппарата городской телефонной сети с целью передачи информации в графическом виде в различные учреждения, которые оснащены совместимой по модулю взаимодействия и скоростям развертки факсимильной аппаратурой.

Размер оригинала передаваемого бланка — 297×216 мм.

Размер принимаемой записи изображения — 297×210 мм.

Размер принятой копии — 291×197 мм.

Система развертки — барабанная.

Носитель изображения — электрочувствительная бумага.

Модуляция — амплитудная с частично подавленной нижней боковой полосой частот и частотная.

Разрешающая способность — 3,85 лин/мм.

Время передачи одного бланка — 3 мин.

Питание аппарата — никелево-кадмиевая батарея 13,2 В емкостью 1,65 А/ч.

Потребляемая мощность — 22 Вт.

Габариты — ширина 420 мм, высота 275 мм, глубина 95 мм.

Масса — 5,8 кг.

Помимо отдельных передающих или приемных факсимильных аппаратов некоторые зарубежные фирмы выпускают комплексы оборудования для организации центров факсимильной связи, обес-

печивающих циркулярную факсимильную передачу, а также выполнение других работ по передаче и приему графической информации по каналам тональной частоты.

США. Фирма „Alden"

Комплекс аппаратуры цифрового факсимиле „Alden 1800"

Система состоит из передающего аппарата цифрового факсимиле типа „Alden 9600D", приемного цифрового факсимильного аппарата типа „Alden 9500 DM", передающего модема типа „MPP RS232 Standarts" приемного модема типа „Meets RS232 Standarts", передающего и приемного цифровых преобразователей.

Комплекс можно использовать для сбора и распространения высокоскоростной графической информации методом цифрового факсимиле в сетях связи, в составе абонентов которых имеются ЭВМ и низкоскоростная аппаратура. В нем применен метод компрессии (сжатия) информации на основе распространенного в США 6-битного кода. Скорость движения бланка в передающем и приемном аппаратах регулируется в соответствии с пропускной способностью, определяемой системой компрессии. Графическую информацию можно вводить или от ЭВМ, или с пульта при помощи клавиш (обработка в коде ASC II; в США этот код называется стандартным для обмена информацией).

Данный комплекс позволяет непосредственно ввести с пунктов в систему телеграфные сообщения до 22 000 знаков в 1 мин. Графическая информация может вводиться непосредственно (если она подготовлена вручную) или от вычислительной системы.

Приемный аппарат цифрового факсимиле типа „Alden 9500DM" вместе с цифровым преобразователем и приемным модемом „Meets RS232 Standarts" являются оконечным оборудованием для приема графических факсимильных передач в цифровом виде. Приемный факсимильный аппарат и цифровой преобразователь размещены на общей станине.

Основные технические данные системы

Ширина передаваемого бланка — 457 мм.
Ширина принимаемой копии — 457 мм.
Разрешающая способность — 3,78 лин/мм.
Скорость развертки — 720 стр/мин.
Максимальная скорость подачи — 191 мм/мин.
Число знаков в строке — 180.
Скорость ввода телеграфных сообщений — до 22 000 зн/мин.
Входной сигнал — код ASC II, 64-значный код логической совместимости сериала битов.
Носитель изображения — электрочувствительная бумага типа „Alfax".
Габариты приемного аппарата — высота 1,3 м, ширина 762 мм, глубина 508 мм; габариты передающего аппарата — высота 1,1 м, ширина 692 мм, глубина 603 мм.
Масса приемного аппарата — 100 кг; масса передающего аппарата — 93,2 кг.

Япония. Фирма „Nec"

Приемно-передающий аппарат цифрового факсимиле типа „Nefax-II"

Ширина бумаги носителя изображения — 210 мм (рулон 50 м).
Эффективная ширина бланка приема — 205 мм.
Плотность развертки — 8 и 7,7 эл. из/мм.
Разрешающая способность — 3,85 лин/мм.
Система развертки — плоскостная.
Метод записи — термическая запись.

Линия связи — двухпроводная в кабелях телефонных сетей.
Скорости модема — 9600/7200/4800/2400 бит/с.
Время передачи одного бланка — около 20 с.
Питание — сеть переменного тока 220 В±10 %, 50—60 Гц.
Потребляемая мощность в режиме ожидания — передатчика 45 В·А, приемника 35 В·А.
Габариты — ширина 290 мм, глубина 340 мм, высота 145 мм.
Масса — 10 кг.

Япония. Фирма „Panasonic"

Приемно-передающий цифровой факсимильный аппарат типа „Panafax UF-400"

Система развертки — плоскостная.
Эффективная ширина развертки — 208, 252 и 205 мм.
Плотность развертки — 8 и 7,7 эл. из/мм.
Разрешающая способность — 3,85 лин/мм.
Метод записи — термический.
Ширина бумаги для приема изображения — 210 мм×100 м в рулоне.
Скорости модема — 9600/7200/4800/2400 бит/с.
Потребляемая мощность — в режиме ожидания 8 В·А, в режиме передачи 70 В·А, в режиме приема 90 В·А.
Питание — сеть переменного тока 110—120 или 200—240 В, 50—60 Гц.
Габариты — ширина 360 мм, высота 65 мм, глубина 340 мм.
Масса — 12 кг (включая рулон бумаги).

В ряде стран производством различных типов факсимильной аппаратуры занимается несколько фирм. Например, в Японии производством факсимильной аппаратуры (от 5 до 13 модификаций) занимается 18 фирм. Большое количество факсимильной аппаратуры производят фирмы США, Великобритании, Франции и других стран. Аппаратура непрерывно совершенствуется. Наряду с аналоговой факсимильной приемной и передающей аппаратурой все больше производится аппаратуры, работающей методом кодированного цифрового факсимиле, позволяющим во много раз повысить скорость передачи графических изображений по местным, междугородным и международным каналам связи. Аппаратура компактна, работает как в ручном, так и в автоматическом режимах управления. Некоторые модификации факсимильной аппаратуры оснащены запоминающими устройствами достаточно большой емкости, дисплеями и другими устройствами.

Характерно, что в зарубежной современной факсимильной аппаратуре запись изображений производится в основном на термочувствительной бумаге (термический способ записи) и реже на электростатической бумаге. Электрохимическая бумага для записи изображений почти не применяется, что объясняется ее токсичностью и необходимостью хранения в герметически закрытой кассете, которая в свою очередь из-за больших размеров вызывает необходимость увеличения габаритов приемной факсимильной аппаратуры. Кроме того, ворсистость ЭХБ, увеличивающаяся во влажном ее состоянии, является источником бумажной пыли и ворса, которые загрязняют аппарат.

Основным направлением развития и совершенствования факсимильной аппаратуры за рубежом является снижение энергоемкости и металлоемкости, а также переход к кодированному цифровому факсимиле.

В приложении приведены технические характеристики некоторых модификаций приемной, передающей и приемно-передающей факсимильной аппаратуры, выпускаемой различными фирмами Японии для обмена графической и текстовой факсимильной информацией по местным и междугородным каналам связи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барба Д. Ф. и др. Приборы с зарядовой связью/Пер. с англ.— М.: Мир, 1982.
2. Бредшо П., Гош С., Олридж. Применение интегральных схем/Пер. с англ.— М.: Мир, 1987.
3. Василевская Л. М., Костюков Е. В., Павлова З. В. Линейная фоточувствительная схема с зарядовой связью типа К1200ЦЛ2.— Электронная промышленность, 1982, № 7—8.
4. Орищенко В. И. Сжатие данных в системе сбора и передачи информации.— Радио и связь, 1985.
5. Ошеров В. Е. Аппаратура факсимильных связей.— Л.: Гидрометеоиздат, 1966.
6. Ошеров В. Е. Факсимильная связь в гидрометслужбе.— Л.: Гидрометеоиздат, 1972.
7. Савченко А. В., Снитко О. В. Фотоэффекты в приповерхностных слоях полупроводников.— Киев: Наукова думка, 1984.
8. Степаненко И. П. Основы микроэлектроники.— М.: Советское радио, 1980.
9. Хокинс Г. Цифровая электроника/Пер. с англ.— М.: Мир, 1986.
10. Чупг-Ки Ким. Приборы с зарядовой связью/Пер. с англ.— М.: Энергоиздат, 1981.

ПРИЛО

Факсимильная аппаратура,

Параметр	Фирма и тип		
	Sanyo Ltd.		
	Sanfax-625	Sanfax-715	Sanfax-615
Длительность передачи бланка, с	20	10	20
Максимальная ширина строки развертки, мм	208	293	208
Плотность развертки, эл. из/мм	8; 7,7	8; 7,7	8; 7,7
Разрешающая способность, лин/мм	3,85	3,85	3,85
Система развертки	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная
Максимальная скорость модема, бит/с	9600	9600	9600
Способ записи изображения	Термический	Термический	Термический
Размер бумаги записи изображения×длина рулона, мм×м	216×100	216×100	216×100
Максимальный размер передаваемого бланка, мм	216	305×1500	257
Количество записываемых полутонов	—	8	—
Емкость памяти, Кбит	—	—	—
Потребляемая мощность, В·А	300	300	300
Габариты (ширина×глубина×высота), мм	485×365×160	485×445×185	485×365×160
Масса, кг	15	19	15

ЖЕНИЕ

выпускаемая различными фирмами Японии

аппарата				
Sharp corp.		Toshiba corp.		
Fo-1800	Fo-2715	TF-250	TF-270	TF-310
25	15	15	15	11
210	256	252	296	296
7,7	7,7	7,7	7,7	7,7
3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная
9600	9600	9600	9600	9600
Термический	Термический	Термический	Термический	Термический
216×30	216×100	216×100	257×100 216×100	257×100 216×100
257	305×1500	305×1500	305×1500	305×1500
3	3	—	—	—
—	—	—	—	256
20	20	20	65	25
280×320×100	412×410×185	420×420×175	480×487×198	480×440×198
6,4	15,5	15	19	15

Параметр	Фирма и тип		
	Canon Inc.		
	Fax-510	Fax-520	Fax-710
Время передачи бланка, с	15—17	15—17	12
Максимальная ширина строки развертки, мм	254	254	292,5
Плотность развертки, эл. из/мм	8; 7,7	8; 7,7	8; 7,7
Разрешающая способность, лин/мм	3,85	3,85	3,85
Система развертки	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная
Максимальная скорость модема, бит/с	9600	9600	9600
Способ записи изображения	Термический	Термический	Термический
Размер бумаги записи изображения×длина рулона, мм×м	210×100	210×100	210×100 257×100
Максимальный размер передаваемого бланка, мм	257	257	305×1500
Количество записываемых полутонов	—	—	16
Емкость памяти, Мбит	—	—	1 или 4
Потребляемая мощность, В·А	220	220	300
Габариты (ширина×глубина×высота), мм	416×400×162	416×400×184	478×470×195
Масса, кг	13	13	22

аппарата				
Fujitsu Ltd.			Hitachi Ltd.	
Facom = Fax 20	Facom-Fax 2000	Facom-Fax 4000	HF = 1000	HF = 800
20	12	7	15	15
208	296	296	292	292
8; 7,7	8; 7,7	8; 7,7; 4	8; 7,7; 4	8; 7,7
3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная
9600	9600	14 400	9600	9600
Термический	Термический	Термический	Термический	Термический
210×50 216×50	216×100 257×100	216×100/200 257×100/200	216×100 257×100	216×100 257×100
Размер письма	305×1500	305×1500	305×1500	305×1500
—	16	16	16	16
—	—	1,2 или 10	—	—
160	250	300	320	320
370×360×175	510×490×210	530×540×900	430×470×205	430×470×205
13	26	65	22	22

Параметр	Фирма и тип		
	Hitachi Ltd.	Matsushita	
	HF = 400	UF = 400 АД	UF = 400
Время передачи бланка, с	20	20, 180	30, 180
Максимальная ширина строки развертки, мм	210	252	252
Плотность развертки, эл. из/мм	8; 7,7	8; 7,7; 15,4	8; 7,7
Разрешающая способность, лин/мм	3,85	3,85	3,85
Система развертки	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная
Максимальная скорость модема, бит/с	9600	9600	9600
Способ записи изображения	Термический	Термический	Термический
Размер бумаги записи изображения×длина рулона, мм×м	216×100	210×100	210×100 280×100
Максимальный размер передаваемого бланка,мм	210	280×1000	257
Количество записываемых полутонов	—	—	—
Емкость памяти, Мбайт	—	—	—
Потребляемая мощность, В·А	150	120	120
Габариты (ширина× ×глубина×высота), мм	390×320×150	360×340×165	360×340×165
Масса, кг	12	12	12

аппарата				
Graphic communication I nc.				
UF = 900 АД	UF = 800 АД	UF = 800 А	MV = 3000	PX = 100
13, 180	20, 180	20, 180	20, 180	20, 180
252	252,3	252,3	252	252
8; 7,7	8; 7,7	8; 7,7	8; 7,7	8; 7,7
3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная
9600	9600	9600	9600	9600
Термический	Термический	Термический	Термический	Термический
216×100	210×100 216×100	210×100	216×100	216×100
257×100	257	257	305×1500	257
—	16	16	—	—
—	5	—	—	—
220	450	450	300	220
370×492×248	650×500×230	650×500×230	595×605×290	370×492×248
23	29	29	42	23

Параметр	Фирма и тип		
	Matsushita Graphic Communication Inc.		
	FA = 5	FA = 5150	FA = 3050
Длительность передачи бланка, с	20	12	15
Максимальная ширина строки развертки, мм	210	303	254
Плотность развертки, эл. из/мм	8; 7,7	8; 7,7	8; 7,7
Разрешающая способность, лин/мм	3,85	3,85	3,85
Система развертки	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная
Максимальная скорость модема, бит/с	9600/7200/ 4800/2400	9600/7200/ 4800/2400	9600/7200/ 4800/2400
Способ записи изображения	Термический	Термический	Термический
Размер бумаги записи изображения×длина рулона, мм×м	216×50	216×100/200 257×100/200	257/216×100
Максимальный размер передаваемого бланка, мм	257	305×1500	305×1500
Количество записываемых полутонов	—	16	—
Емкость памяти, Мбит	—	—	—
Потребляемая мощность, В·А	70	250	68
Габариты (ширина× ×глубина×высота), мм	369×420×120	560×480×230	420×435×150
Масса, кг	10	26	15

аппарата				
Nec Corp.			Murata machine Ltd.	
Nefax 22/BIT-I	Nefax 27/BIT-II	Nefax 17/BIT-III	F=510	F=550
12	12	15	24	15
291	291	252	256	256
8; 7,7	8; 7,7	8; 7,7	8; 7,7	8; 7,7
3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная
9600	9600	9600	9600	9600
Термический	Термический	Термический	Термический	Термический
210×100 257×100	210×10 257×100	210×100	216×100	257/216×100
305×1500	305×1500	257	280	280
16	16	16	—	—
—	4 и 8	—	—	—
200	200	130	200	200
480×535×245	480×535×245	365×415×170	540×410×185	540×410×185
29	29	14	18,5	18,5

Параметр	Фирма и тип		
	Murata machine Ltd.		Oki
	Mufax F = 830	Mufax F = 870	OF = 23
Время передачи бланка, с	12	9	9
Максимальная ширина строки развертки, мм	303	303	294
Плотность развертки, эл. из/мм	8; 15,4; 7,7	8; 15,4; 7,7	8; 7,7
Разрешающая способность, лин/мм	3,85	3,85	3,85
Система развертки	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная
Максимальная скорость модема, бит/с	9600	9600	9600
Способ записи изображения	Термический	Термический	Термический
Размер бумаги записи изображения×длина рулона, мм×м	257/216×100	257/216×100	210×100 257×100
Максимальный размер передаваемого бланка, мм	306	306	305×1500
Количество записываемых полутонов	8	8	16
Емкость памяти	—	1 Мбайт	64 Кбайт
Потребляемая мощность, В·А	250	250	175
Габариты (ширина× ×глубина×высота), мм	443×370×178	443×370×178	320×450×152
Масса, кг	14	14	11,5

аппарата				
electric Co Ltd.			Ricon Co Ltd.	
OF = 27	OF = 7850	OF = 1	1301H	1301HS
9	12	20	9	9
294	257	255	297	297
8; 7,7	8; 15,4; 7,7	8; 7,7	8; 7,7	8; 7,7
3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная
9600	9600	9600	9600	9600
Термический	Термический	Термический	Термический	Термический
210×100 257×100	210×100 257×100	210×100	210×100 257×100	210×100 257×100
305×1500	280	305×1500	305×1500	305×1500
16	—	—	8	8
1 Мбайт	56 Кбайт	32 Кбайт	—	На 30 бланков
175	570	280		А4
320×456×152	570×635×285	340×480×180	884×570×944	700×570×944
11,5	32	14	154	146

Параметр	Фирма и тип		
	Ricon		
	9300FH	2313H	2313HS
Длительность передачи бланка, с	9	15	15
Максимальная ширина строки развертки, мм	297	297	297
Плотность развертки, эл. из/мм	8; 7,7; 16	8; 7,7	8; 7,7
Разрешающая способность, лин/мм	3,85	3,85	3,85
Система развертки	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная
Максимальная скорость модема, бит/с	9600	9600	9600
Способ записи изображения	Электростатический	Термический	Термический
Размер бумаги записи изображения×длина рулона, мм×м	216×280 257×280	216×100 257×100	216×100 257×100
Максимальный размер передаваемого бланка, мм	305×1500	305×1500	305×1500
Количество записываемых полутонов	16	8	8
Емкость памяти	—	—	30/A4 (оптимально 60/A4)
Потребляемая мощность, В·А	1200	200	200
Габариты (ширина×глубина×высота), мм	520×500×1000	565×455×243	565×455×243
Масса, кг	131	35	48

аппарата				
Co Ltd.				
131	121	307	FX = 120	FX = 5000
30	20	180	20	15
250	250	243	252,3	
8; 7,7	8; 7,7	4,92	8; 7,7	8; 7,7
3,85	3,85	3,85	3,85	3,85
Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная	Плоскостная
9600	9600	1200	9600	9600
Термический	Термический	Термический	Термический	Термический
216×100 257×100	216×100 257×100	216×35 257×35	216×100	216×100 257×100
257	257	257	257	305×1500
—	8	—	8	8
—	—	—	—	—
120	120	120	120	200
426×298×143	426×298×143	386×412×164	426×248×143	565×455×243
13	13	11	13	35

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Глава 1. Введение 5
1.1. Основные понятия и определения . . . . . —
1.2. Основные параметры высокоскоростной передающей и приемной факсимильной аппаратуры 12

Глава 2. Узлы и элементы факсимильной аппаратуры 18
2.1. Приборы с зарядовой связью . . . . . —
2.2. Двоичная система счисления. Триггеры. Счетчики импульсов 29
2.3. Логические элементы: инвертор, дизъюнктор, конъюнктор . . . 38
2.4. Камертонный генератор 44
2.5. Стабилизация частоты синхронизации в факсимильной аппаратуре при помощи кварца. Кварцевый генератор 47
2.6. Гистерезисные двигатели 50
2.7. Дискриминаторы 56

Глава 3. Аналоговый передающий факсимильный аппарат типа Ф4ДН «Иней Д» 59
3.1. Введение . . . . . —
3.2. Основные технические характеристики . . . . . —
3.3. Устройство и принцип работы аппарата 62
3.4. Тракт синхронизации 64
3.5. Функциональная группа автоматики 65
3.6. Блок питания аппарата 66
3.7. Преобразователь осветителя и фотоэлектронного умножителя . . 68
3.8. Преобразователь напряжения и усилитель осциллографа . . . —
3.9. Управление аппаратом 69

Глава 4. Аналоговый приемный факсимильный аппарат типа Ф4ПН «Иней П» 72
4.1. Введение . . . . . —
4.2. Основные технические характеристики 73
4.3. Устройство и принцип работы аппарата 74
4.4. Тракт преобразования входного ЧМ-сигнала в АЧМ-сигнал . . 75
4.5. Тракт приема в режиме АЧМ 76
4.6. Тракт синхронизации 79
4.7. Ручное управление аппаратом 81
4.8. Автоматическое управление аппаратом 83
4.9. Реле времени 88
4.10. Акустический контроль входного сигнала. Контроль уровня входного сигнала, тока записи и напряжения сети 89
4.11. Питание аппарата 90

Глава 5. Аналоговый приемный факсимильный аппарат типа Ф3П21 «Фиалка П» 91
5.1. Введение . . . . . —
5.2. Основные технические характеристики . . . . . —
5.3. Устройство и принцип работы приемного факсимильного аппарата Ф3П21 «Фиалка П» 93
5.4. Тракт приема и преобразователя сигнала 94
5.5. Тракт синхронизации 97

5.6. Тракт дистанционного (автоматического) управления приемным факсимильным аппаратом 104
5.7. Устройство управления разверткой 113
5.8. Плата управления 114
5.9. Кинематическая схема приемного факсимильного аппарата Ф3П21 «Фиалка П» . . . . . —
5.10. Устройство питания аппарата 116

Глава 6. Передающий аппарат кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/3Д31 «Фант Б» 118
6.1. Технические характеристики . . . . . —
6.2. Способ кодирования 119
6.3. Структурная схема 123
6.4. Функциональная схема 128
6.5. Конструкция аппарата 136
6.6. Подготовка аппарата к работе 137
6.7. Техническая эксплуатация и профилактический контроль . . . 140

Глава 7. Приемный аппарат кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/3П31 «Фант Б» 147
7.1. Основные технические характеристики . . . . . —
7.2. Общие принципы работы приемного аппарата кодированного цифрового факсимиле типа Ф2/3П31 «Фант Б» 148
7.3. Структурная схема 151
7.4. Функциональная электрическая схема 152
7.5. Устройство аппарата 155
7.6. Управление аппаратом 158

Глава 8. Организация и техническая эксплуатация факсимильных связей по проводным (кабельным) каналам тональной частоты 163
8.1. Введение . . . . . —
8.2. Факсимильная связь по кабельным каналам тональной частоты —
8.3. Амплитудные выравниватели 174
8.4. Циркулярные факсимильные связи 176

Глава 9. Факсимильная связь по радиоканалам 182
9.1. Распространение радиоволн различных частот и факторы, влияющие на стабильность факсимильных связей при работе по радиоканалам . . . . . —
9.2. Факсимильные циркулярные радиопередачи 186
9.3. Прием факсимильных передач по радиоканалам . . . . . —
9.4. Осциллографическая приставка типа ПО-80 189
9.5. Факсимильная связь через геостационарные спутники 193
9.6. Профилактика факсимильной аппаратуры 195

Глава 10. Факсимильная связь за рубежом 197

Список литературы 207

Монография

Ошеров Вольф Еселевич

Факсимильная связь. Техника и эксплуатация

Редактор Л. И. Штанникова. Художник Е. З. Имангулова. Художественный редактор Е. Н. Чукаева. Технический редактор Н. И. Перлович. Корректор И. А. Динабург.
ИБ № 1880.

Сдано в набор 09.07.90. Подписано в печать 28.11.90. Формат 60×90 1/16. Бумага книжная. Гарнитура литературная. Печать высокая. Печ. л. 16,0 с вкл. Кр.-отт. 16,0. Уч.-изд. л. 16,96 с вкл. Тираж 1630 экз. Индекс МОЛ-8. Зак. 162. Цена 3 р. Гидрометеоиздат. 199226. Ленинград, ул. Беринга, д. 38.

Ленинградская типография № 8 ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгении Соколовой Государственного комитета СССР по печати. 190000, Ленинград, Прачечный переулок, 6.