

Библиотека
ЭЛЕКТРОМОНТЕРА



Д. С. МЕТРИКИН

Связь и сигнализация в сельских электросетях



С 1486854

БИБЛИОТЕКА ЭЛЕКТРОМОНТЕРА

Выпуск 329

Д. С. МЕТРИКИН

**СВЯЗЬ
И СИГНАЛИЗАЦИЯ
В СЕЛЬСКИХ
ЭЛЕКТРОСЕТЯХ**



«ЭНЕРГИЯ»

МОСКВА 1971

6П2.13

М54

УДК 621.311.1:658.284

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Большам Я. М., Мандрыкин С. А., Розанов С. П.,
Каминский Е. А., Синьчугов Ф. И., Смирнов А. Д., Соколов Б. А.,
Устинов П. И.

Метрикин Д. С.

М54 Связь и сигнализация в сельских электросетях.
М., «Энергия», 1971.

72 с. с илл. (Б-ка электромонтера. Вып. 329).

В брошюре излагаются основные принципы организации связи и телемеханики в сельских электросетях с применением различных видов связи и различной аппаратуры. Рассматриваются вопросы организации эксплуатации и структура связи и телемеханики в сельских электрических сетях. Приведены примеры использования средств связи и телемеханики на районных подстанциях и в распределительных электрических сетях.

Брошюра предназначена для электромонтеров, электромехаников и специалистов, обслуживающих устройства связи и телемеханики в сельских электрических сетях.

3-3-9

119-70

6П2.13

С. 1486854

Метрикин Давид Самойлович

Связь и сигнализация в сельских сетях

Редактор *В. А. Озерский*

Обложка художника *В. И. Карпова*

Технический редактор *О. Д. Кузнецова*

Корректор *Е. В. Житомирская*

Сдано в набор 2/II 1971 г

Подписано к печати 16/VI 1971 г.

T-09739

Формат 84×108¹/₃₂

Бумага типографская № 2

Усл. печ. л. 3,78

Уч.-изд. л.4,05

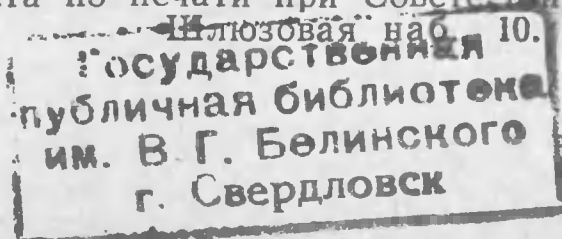
Тираж 15 000 экз.

Цена 15 коп.

Зак. 50

Издательство «Энергия». Москва, М-114, Шлюзовая наб., 10.

Московская типография № 10 Главполиграфпрома
Комитета по печати при Совете Министров СССР.



ВВЕДЕНИЕ

В последние годы достигнуты значительные успехи в области электрификации сельского хозяйства страны. Резко увеличились объемы строительства электрических линий напряжением 0,4—10 кВ (с 100 тыс. км в 1963 г. до 250 тыс. км в последующие годы текущей пятилетки). Увеличивается охват территории страны централизованным электроснабжением. В связи с широкой электрификацией производственных процессов в колхозах и совхозах значительно повысились требования к эксплуатации сельских сетей и надежности электроснабжения сельских потребителей. Многие сельскохозяйственные объекты относятся теперь к потребителям первой категории. Поэтому надежное и бесперебойное электроснабжение их является важнейшей народнохозяйственной проблемой. В обеспечении надежного электроснабжения существенная роль отводится диспетчеризации распределительных электрических сетей, осуществляемой с помощью средств связи и телемеханики. В результате передачи электрических сетей напряжением 0,4—10—35 кВ на баланс энергосистем еще более остро встала задача обеспечения средствами диспетчерского и технологического управления объектов, эксплуатировавшихся ранее предприятиями Сельэнерго, в строгом соответствии с «Объемами средств связи и телемеханики в энергосистемах». Распределительные электрические сети обеспечены средствами связи и телемеханики хуже, чем сети более высоких напряжений. Вопросами организации связи в распределительных сетях, созданием специальной аппаратуры для этого начали заниматься сравнительно недавно. Темпы этой работы

в настоящее время возрастают. В настоящей брошюре рассматриваются вопросы организации связи и телемеханики в распределительных электрических сетях на основе имеющегося опыта работы и научно-технических разработок.

1. ОРГАНИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ

К сельским электрическим сетям относятся сети напряжением 110 кВ и ниже с преобладающей сельскохозяйственной нагрузкой. Сельские потребители — это все организации, предприятия и жилые дома населенных пунктов, расположенных в сельской местности. Распределительной линией называется линия, питающая ряд трансформаторных подстанций от центра питания (ЦП) или распределительного пункта (РП), или вводы к электроустановкам потребителей. Эксплуатация распределительных электрических сетей осуществляется районами электрических сетей (РЭС), а также участками электрических сетей (Уч. ЭС), выполняющими функции РЭС там, где объем электрических сетей на обслуживаемой территории недостаточен для создания района. Районы электрических сетей входят в состав предприятия электрических сетей (ПЭС), которое представляет собой хозяйственную организацию с самостоятельным балансом и выполняет ремонт, эксплуатационное и оперативное обслуживание закрепленных за ним электрических сетей. Районы электрических сетей (РЭС) могут быть образованы в составе предприятия при объеме обслуживаемых электросетей более 1,5 тыс. условных единиц. Если объем электросетей на территории, закрепленной за производственным подразделением, менее 1,5 тыс. условных единиц, на этой территории образуется участок электросетей (Уч. ЭС). Структура обслуживания распределительных электросетей приведена на рис. 1. Расстояние до наиболее удаленных объектов обслуживания в районах и участках электросетей не должно превышать 40—50 км. При малой плотности электросетей зона обслуживания электросетей может быть увеличена до 70—100 км. Районы электрических сетей осуществляют контроль за проведением капитальных ремонтов ВЛ и подстанций напряжением 35 кВ и выше, которые входят в объем обслуживания РЭС, а также

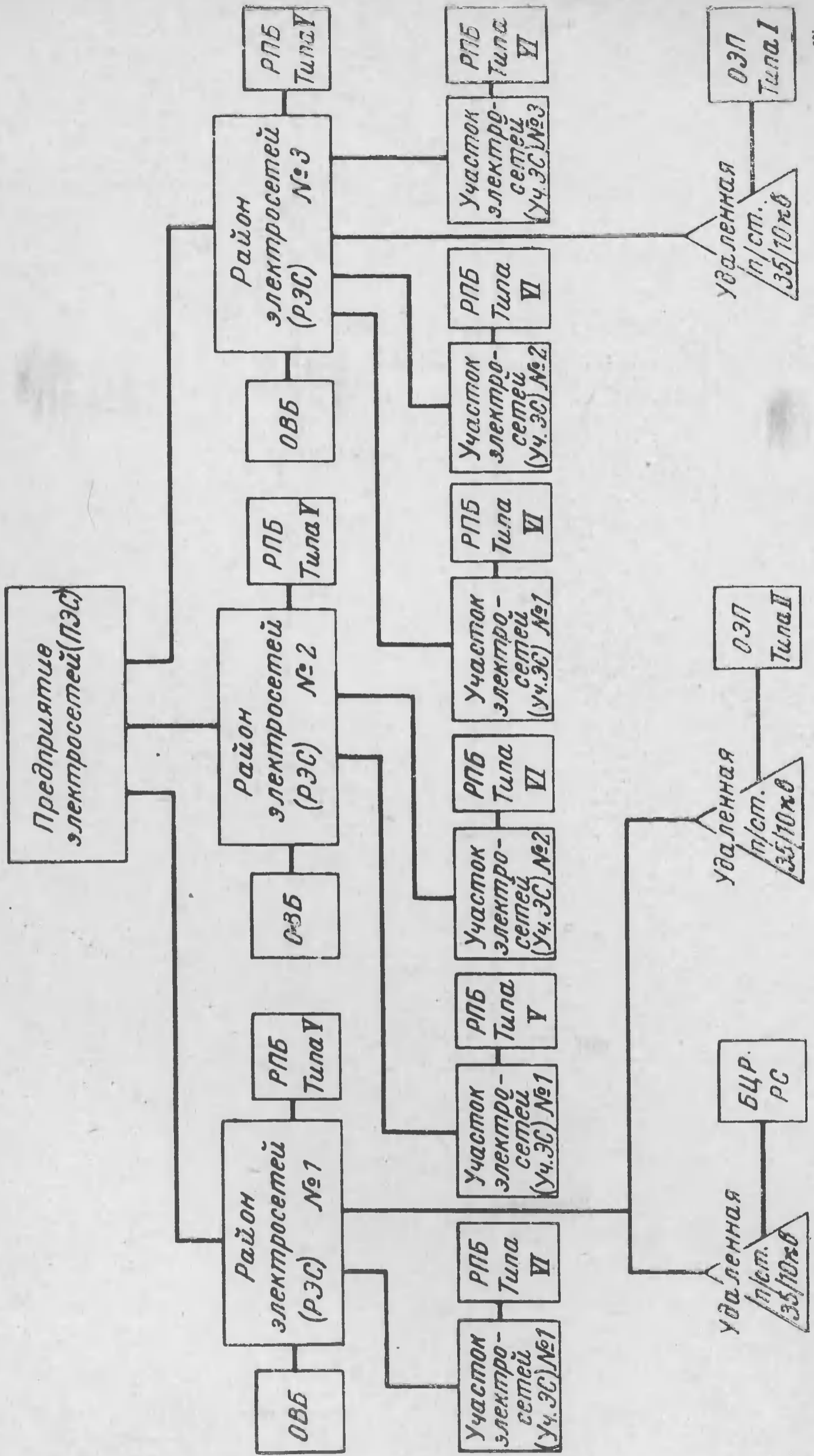


Рис. 1. Структура обслуживания распределительных сетей.

ВЛ 0,4—20 кВ и трансформаторные подстанции ТП (территориальный принцип организации эксплуатации). РЭС организуют работу оперативно-выездных бригад (ОВБ) и оперативно-эксплуатационных пунктов (ОЭП).

Участки электросетей производят оперативное обслуживание, текущий и капитальный ремонты ВЛ 0,4—10 кВ, подстанций 10/0,4 кВ, а также ВЛ и подстанций напряжением 35 кВ, если они входят в объем обслуживания участка. Участки электросетей ведут оперативное обслуживание потребителей в части ликвидации аварий. Зоны эксплуатационного обслуживания ОВБ устанавливаются в зависимости от конкретных условий. Обслуживание распределительных электросетей с помощью ОВБ осуществляется при количестве распределительных и трансформаторных пунктов не менее 40 и радиусе обслуживания, не превышающем 20—30 км. Бригады размещаются в центре обслуживаемого участка электросетей. Обслуживание подстанций 35 кВ, предназначенных в основном для питания сельских распределительных электрических сетей, рекомендуется совмещать с оперативным обслуживанием распределительных электросетей оперативно-выездными бригадами. Капитальный ремонт распределительных электросетей должен быть централизован в районе (участке) электросетей. Радиус зоны обслуживания специализированных бригад по обслуживанию электросетей 35 кВ и выше равен 30—40 км, а для распределительных электросетей напряжением 10 кВ и ниже — 20—30 км. В тех случаях, когда в РЭС входят удаленные подстанции 35 кВ, подъезд к которым затруднен, предусматривается децентрализация проведения ремонтных работ распределительных сетей, питающихся от этих подстанций. При таких подстанциях предусматриваются бригады централизованного ремонта (БЦР — РС), выполняющие капитальный ремонт линий электропередачи, трансформаторных подстанций напряжением 0,4—20 кВ и линий связи. Для оперативно-эксплуатационного обслуживания распределительных сетей 10—0,4 кВ, сосредоточенных вокруг отдельных удаленных подстанций 35—110 кВ, предусматриваются оперативно-эксплуатационные пункты (ОЭП).

Рекомендуется два типа ОЭП:

а) ОЭП типа I—обслуживание электросетей в объеме до 500 условных единиц с радиусом зоны обслуживания до 10 км;

б) ОЭП типа II — обслуживание электросетей в объеме до 300 условных единиц с радиусом зоны обслуживания 6—7 км.

Материально-технической базой ПЭС являются ремонтно-производственные базы (РПБ), категория которых определяется объемом соответствующих работ. Для обслуживания распределительных электрических сетей предусматриваются РПБ V типа (района или участка электросетей) объемом от 1 до 4 тыс. условных единиц или РПБ VI типа (участка электросетей) объемом до 1 тыс. условных единиц. В зависимости от объема оперативного обслуживания в электросетях должны быть организованы диспетчерские или оперативные пункты, оборудованные необходимыми средствами диспетчерского и технологического управления. Места размещения диспетчерских пунктов определяются из схемы электросети и технико-экономических расчетов. Эксплуатацию средств диспетчерского и технологического управления (СДТУ) в предприятии электрических сетей осуществляет местная служба МС СДТУ предприятия, подчиненная главному инженеру предприятия. В районе электрических сетей служба СДТУ отсутствует. Состав МС СДТУ предприятия определяется по объему обслуживаемых устройств связи и телемеханики в соответствии с нормативами численности производственного персонала. Эксплуатационное и профилактическое обслуживание возглавляет старший инженер службы. В службе осуществляется специализация персонала, например эксплуатацию проводных линий связи осуществляют бригады линейщиков, радиостанций — инженер или техник по радиосвязи, высокочастотных каналов связи по ВЛ — соответствующие специалисты по высокочастотной связи.

Если в районе или участке электросетей сосредоточивается значительное количество каналов связи, то там могут быть образованы местные узлы связи МУС, подчиненные МС СДТУ.

В отдельных случаях в соответствии со специализацией персонала в предприятии эксплуатация проводных линий связи может быть возложена на специализированные бригады распределительных сетей, а заградителей, конденсаторов связи, фильтров присоединения и высокочастотных кабелей — на бригады централизованного ремонта подстанций.

2. СТРУКТУРА ОРГАНИЗАЦИИ СВЯЗИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Оперативное управление в электросетях осуществляется оперативно-диспетчерской службой, а технологическое — соответствующими производственными службами.

Оперативный центр, из которого производится диспетчерское управление и осуществляется контроль за работой энергетических систем и энергетических объектов, называется диспетчерским пунктом. В предприятии электрических сетей создается диспетчерский пункт предприятия (ДППЭС), а в районе — диспетчерский пункт района электросетей (ДПРЭС). Для диспетчерских пунктов районов электрических сетей и самих районов электрических сетей энергосистем предусматриваются средства диспетчерской, технологической и местной связи. Для распределительных электрических сетей характерна передача с контролируемого пункта (КП) на диспетчерский пункт (ДП) малого объема информации с большого числа объектов. Поэтому в ряде случаев для сокращения количества оборудования один и тот же канал используется для диспетчерской и технологической связи и передачи сигналов телемеханики. При этом необходимо предусмотреть принудительное преимущественное право использования этих каналов диспетчером РЭС, а также преимущественную передачу АПТС перед телефонным разговором. Телефонная связь диспетчерских пунктов РЭС и районов распределительных сетей должна предусматриваться: с предприятием электросетей (ПЭС), с участками электросетей (Уч. ЭС) или с базисными пунктами (БП) и с подстанциями напряжением 35 кВ и выше, находящимися в оперативном подчинении ДПРЭС. Кроме того, должна быть предусмотрена радиотелефонная связь с оперативно-выездными и ремонтными бригадами, находящимися в подчинении ДПРЭС. Для диспетчерской связи ДПРЭС или БП используется в основном высокочастотная связь по ВЛ либо каналы радиосвязи, либо проводные линии связи. Каждая понизительная подстанция напряжением 35 кВ и выше с дежурством на дому, от которой питаются распределительные сети 6—20 кВ, должна иметь диспетчерскую связь с ДПРЭС или с базисной подстанци-

ей, а также с основными потребителями электрической энергии и с оперативно-выездными и ремонтными бригадами. В тех случаях, когда подстанции 35 кВ и выше обслуживаются централизованно и находятся в зоне уверенного приема УКВ радиостанций, стационарные каналы телефонной связи с указанными подстанциями, как правило, не предусматриваются. Связь с основными потребителями электрической энергии должна осуществляться по каналам внутрирайонной телефонной связи (ВРС) через АТС или ручной коммутатор местного узла связи, а при невозможности использования сети ВРС — по специально сооружаемой линии связи. Для внутриобъектной и местной связи, а также для автоматизации каналов связи в районах распределительных электросетей должны предусматриваться автоматические телефонные станции или коммутаторы малой емкости, которые должны иметь соединительные линии с соответствующими узлами связи Министерства связи или других ведомств. Участок электросетей должен иметь связь с ДПРЭС, подстанцией, в зоне которой он находится, и с монтерскими пунктами. Для организации этой связи используются каналы внутрирайонной связи Министерства связи (или других ведомств) или собственные каналы связи. Если Уч. ЭС расположен вблизи или при подстанции 35 кВ и выше, то для связи его с РЭС должна в первую очередь использоваться общая сеть телефонной связи предприятия электрических сетей. Для ускорения получения информации об авариях и погашениях, происходящих в распределительных электросетях, целесообразно использовать систему специального вызова, организуемую путем использования существующих автоматических телефонных станций и существующей телефонной сети Министерства связи. Для организации такой системы внутрирайонная телефонная связь должна быть полностью автоматизирована. В ряде районов согласовано выделение индекса 05 в спецслужбе ГТС для аварийной службы электросетей. В этом случае на диспетчерском пункте РЭС устанавливаются дополнительно один или два телефонных аппарата. Таким образом, любой абонент, включенный в данную телефонную станцию, набором индекса 05 может передать заявку в аварийную службу РЭС. Такая система организации аварийной службы значительно сокращает время на передачу заявок и устранение повреждений. Средств-

ва телемеханики предусматриваются для оперативного обслуживания подстанций 35/6—10 и 110/6—10 кВ без постоянного дежурного персонала. Объем телемеханики приведен в гл. 6. С распределительных электросетей 6—20 кВ предусматривается, как правило, передача на диспетчерский пункт или подстанцию следующих сигналов:

а) положения секционирующих аппаратов (включено, отключено);

б) наличие и место (участок) замыкания на землю;

в) АПТС неисправности распределительных пунктов (РП) и трансформаторных подстанций 6—20/0,4 кВ и питающейся от нее низковольтной сети.

Для создания необходимых каналов связи в распределительных электрических сетях используются следующие виды связи:

проводные линии связи, которые делятся на наземно-воздушные и подземно-кабельные;

радиолинии в УКВ и КВ диапазонах;

высокочастотная связь по ВЛ.

Каждый из этих видов связи обладает известными достоинствами и недостатками, дополняя друг друга, и обеспечивает передачу необходимого потока информации любого назначения. При выборе того или иного вида связи следует руководствоваться соображениями технического и экономического порядка.

3. ПРОВОДНЫЕ ЛИНИИ СВЯЗИ

Проводные линии связи применяются при организации телефонной связи от монтерских пунктов, участков электросетей, подстанций 35/10 кВ и выше до соответствующих телефонных станций и диспетчерских пунктов районов распределительных электросетей; для связи ДПРЭС и РПБ с узлами связи Министерства связи и ПЭС. Поскольку распределительные электрические сети, подстанции и потребители электроэнергии расположены в сельской местности, при организации телефонной связи необходимо придерживаться нормативов по сельской телефонной связи. Эти нормативы изложены в ряде материалов [Л. 1—5].

Схемы построения сельской телефонной сети. Сельская телефонная сеть (СТС) района строится как единая сеть для внутрипроизводственной связи и для внут-

рирайонной, зонавой и междугородной телефонной связи общего пользования. В нее входят все телефонные сооружения, находящиеся на территории одного административного района. На СТС применяется либо радиальное построение (одноступенчатая схема), либо радиально-узловое построение (одно- и двухступенчатая схема). Телефонные станции СТС делятся на следующие виды: центральная станция (ЦС) СТС, расположенная, как правило, в райцентре. В ЦС включаются соединительные линии узловых станций (при двухступенчатой схеме построения) и соединительные линии конечных станций (при одноступенчатой схеме построения); узловые станции (УС), расположенные в любом из населенных пунктов сельского района. В УС включаются соединительные линии ОС (при двухступенчатой схеме построения); конечные станции (ОС), расположенные в любом из населенных пунктов сельского района. Соединительные линии ОС (в зависимости от схемы построения) включаются в ЦС или УС. Схема организации сельской телефонной связи дана на рис. 2. Одноступенчатая схема построения СТС обеспечивает и ускоряет процесс установления соединений. Поэтому применение одноступенчатого построения на СТС является наиболее предпочтительным. Двухступенчатое построение СТС применяется только при условии технико-экономической целесообразности узлообразования. Для рационального использования абонентских и соединительных линий СТС следует применять: на абонентских линиях спаренное включение телефонных аппаратов, групповые установки ГУ; аппаратуру уплотнения абонентских линий; на соединительных линиях — аппаратуру уплотнения; усилители мостового типа.

Основные типы линейных сооружений. Основным типом линейных сооружений сельских телефонных сетей пока еще остаются воздушные столбовые линии крюкового, траверсного и смешанного профилей со стальными проводами, используемыми в качестве соединительных и абонентских цепей. Опоры для воздушных линий связи изготавливаются из железобетона или пропитанных антисептиком деревянных столбов.

Для абонентских телефонных цепей используются воздушные линии со стальными проводами диаметром 2; 2,5; 3 и 4 мм и однопарные кабели с медными жилами. Для соединительных линий используются:

стальные цепи воздушных линий связи с проводами диаметром 3 и 4 мм, используемые в низкочастотном спектре (неуплотненные); стальные (3 и 4 мм) и биметаллические (2 и 3 мм) цепи воздушных линий связи, уплотняемые высокочастотной аппаратурой; подземные однопарные (ПРВПМ, ПРПВМ, ПРППМ и др.) и многопарные (ТГ, ТПКШ, ТПКШБ, ТБ) кабельные линии, используемые в низкочастотном спектре; подземные однопарные кабельные линии (ПРВПМ, ПРППМ и др.), уп-

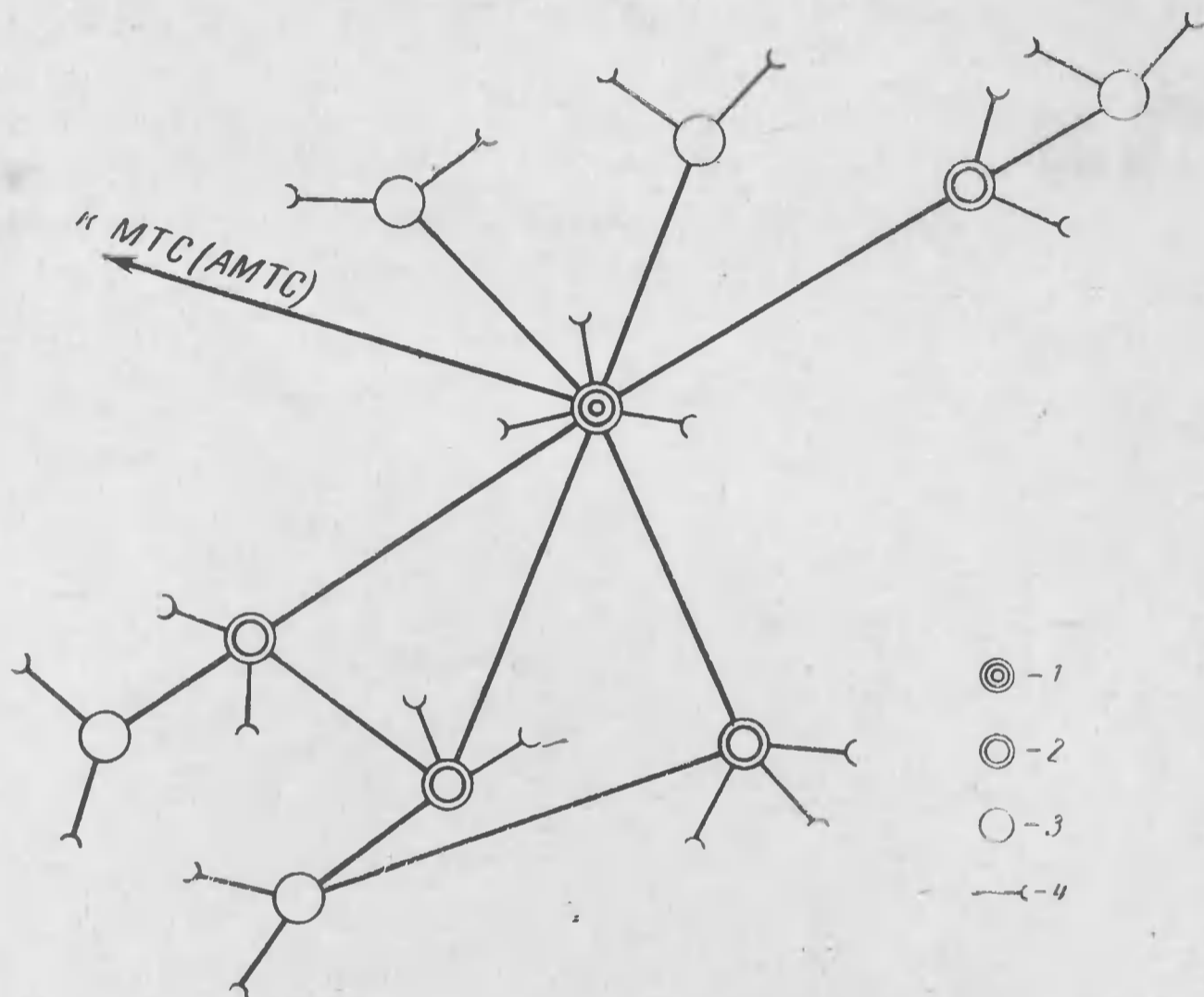


Рис. 2. Схема организации сельской телефонной связи.

1 — центральная телефонная станция; 2 — узловая телефонная станция;
3 — оконечная телефонная станция; 4 — абонентский пункт.

лотняемые двух- и трехканальной высокочастотной аппаратурой; подземные одночетверочные кабельные линии (марок ВТСП, ВТСПБ, МКПВ, МКПВБ, КСПВ), уплотняемые многоканальной высокочастотной аппаратурой. Все телефонные цепи как абонентские, так и соединительные должны быть только двухпроводными. Использование однопроводных телефонных цепей из-за сильной подверженности их влияниям помех не допускается. Электрические характеристики многопарных кабелей приведены в табл. 1, однопарных кабелей — в табл. 2; допустимые длины соединительных и абонентских ли-

ний — в табл. 3, технические характеристики АТС — в табл. 4.

Групповая установка ГУ-10/3. Для организации связи между РЭС, эксплуатационными участками и монтерскими пунктами могут быть использованы групповые установки ГУ-10/3 (рис. 3). Установка рассчитана на включение в оконечные, узловые или центральные сельские координатные АТС типов К-40/80, К-50/200, К-100/2000. ГУ обеспечивает работу 10 абонентов по двум-трем соединительным линиям. Принципиально схема ГУ допускает включение и работу по одной соединительной

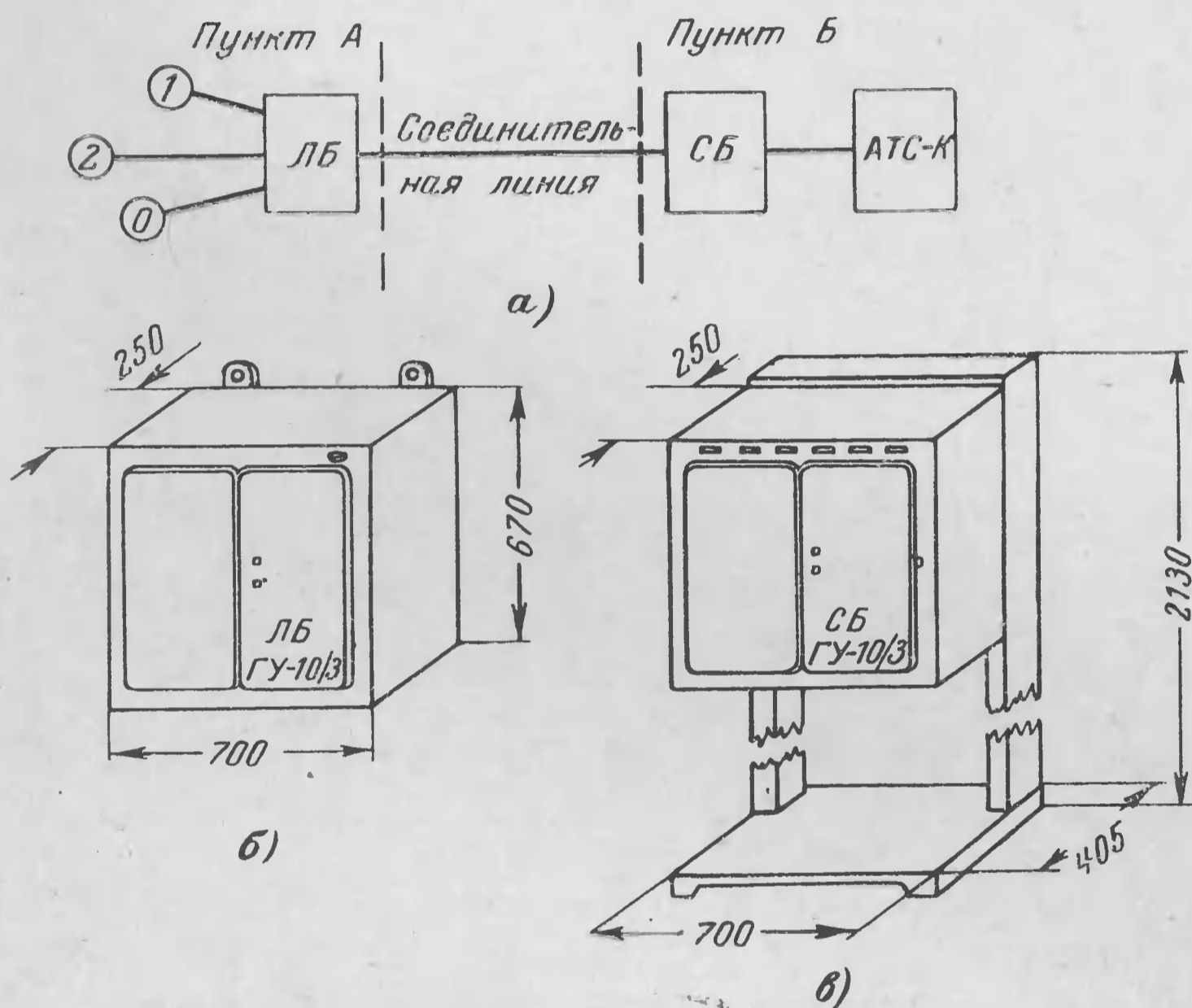


Рис. 3. Групповая установка ГУ-10/3.

а — скелетная схема включения ГУ-10/3; б — блок ЛБ; в — блок СБ.

линии. Соединительные линии двухпроводные. Включение ГУ производится в десятилинейную группу абонентских комплектов опорной АТС. Включение ГУ в абонентские комплекты различных десятилинейных групп опорной АТС не допускается.

Местная связь между абонентами, включенными в ГУ, осуществляется с занятием только одной соединительной

Электрические характеристики многопарных кабелей, применяе

Тип кабеля	Диаметр жил, мм	Сопротивление цепи (шлейфа) постоянно- му току, не более, ом/км	Сопротивление изоля- ции жил, не менее, Мом·км
ТПКШ	0,5	190	2 000
ТПКШ-3	0,4	296	5 000
ТПКШ-3	0,5	186	5 000
ТГ	0,4	296	2 000
ТГ	0,5	190	2 000
ТГ	0,7	96	2 000
ТЗ	0,8	72,2	10 000
ТЗ	0,9	57,0	10 000
ТЗ	1,2	32,28	10 000

¹ В числителе указывается испытательное напряжение между жилами, а в знаме-

линии, что является значительным достоинством. ГУ состоит из блоков станционного (СБ) и линейного (ЛБ). Электропитание блока СБ осуществляется от общей электропитающей установки опорной АТС с номинальным напряжением 60 в. Электропитание блока ЛБ осуществляется от собственной электропитающей установки с номинальным напряжением 24 в. В зависимости от условий электроснабжения предусматривается применение одного из двух вариантов электропитания блока ЛБ: от нерезервируемого стабилизированного выпрямительного блока (БП), установленного в блоке ЛБ. В этом случае при прекращении электроснабжения две выделенные абонентские линии автоматически подключаются непосредственно к соответствующим абонентским комплектам опорной АТС от блока БП и жестко подключенной к его выходу одногрупповой резервно-буферной аккумуляторной батареи, состоящей из 18 аккумуляторов ЖН или КН, емкостью 8—10 а·ч., что обеспечивает 2—3-суточный резерв. Батарея содержится в режиме постоянного подзаряда, а после перерывов в электроснабжении автоматически заряжается от БП без отключения от цепи питания. Установка обеспечивает работоспособность при отклонении напряжения сети в пределах 54—72 в для блока СБ и 22—32 в — для блока ЛБ. Суммарное сопротивление шлейфа абонентской и соединительной линий должно быть не более 1 200 ом, при этом

ных на сельских телефонных сетях, при температуре 20° С

Рабочая емкость цепи, не более, мкф/км	Испытательное напряжение между жилами при переменном токе частотой 50 гц, не менее, в дейст	Коэффициент затухания на частоте 800 гц, не более, неп/км	Модуль волнового сопротивления на частоте 800 гц, ом
0,05	500/500 ¹	0,140	889
0,05	500/500	0,175	1 136
0,05	1 000/1 000	0,130	934
0,05	500/500	0,194	972
0,055	500/500	0,140	869
0,042	500/500	0,095	691
0,033	700/1 000	0,074	648
0,0335	700/1 000	0,060	588
0,0345	1 000/1 800	0,0490	424

нателе — между жилами и экраном или металлической оболочкой.

сопротивление шлейфа отдельной абонентской или соединительной линии не должно превышать 1 000 ом.

Дальность действия ГУ составляет: по воздушным стальным цепям $\varnothing 3$ мм — 25 км; по кабелю типа ПРППМ $1 \times 2 \times 1,2$ — 8,5 км. На рис. 4 представлены два варианта применения установки ГУ-10/3. По первому варианту линейный блок устанавливается в РЭС, а станции-

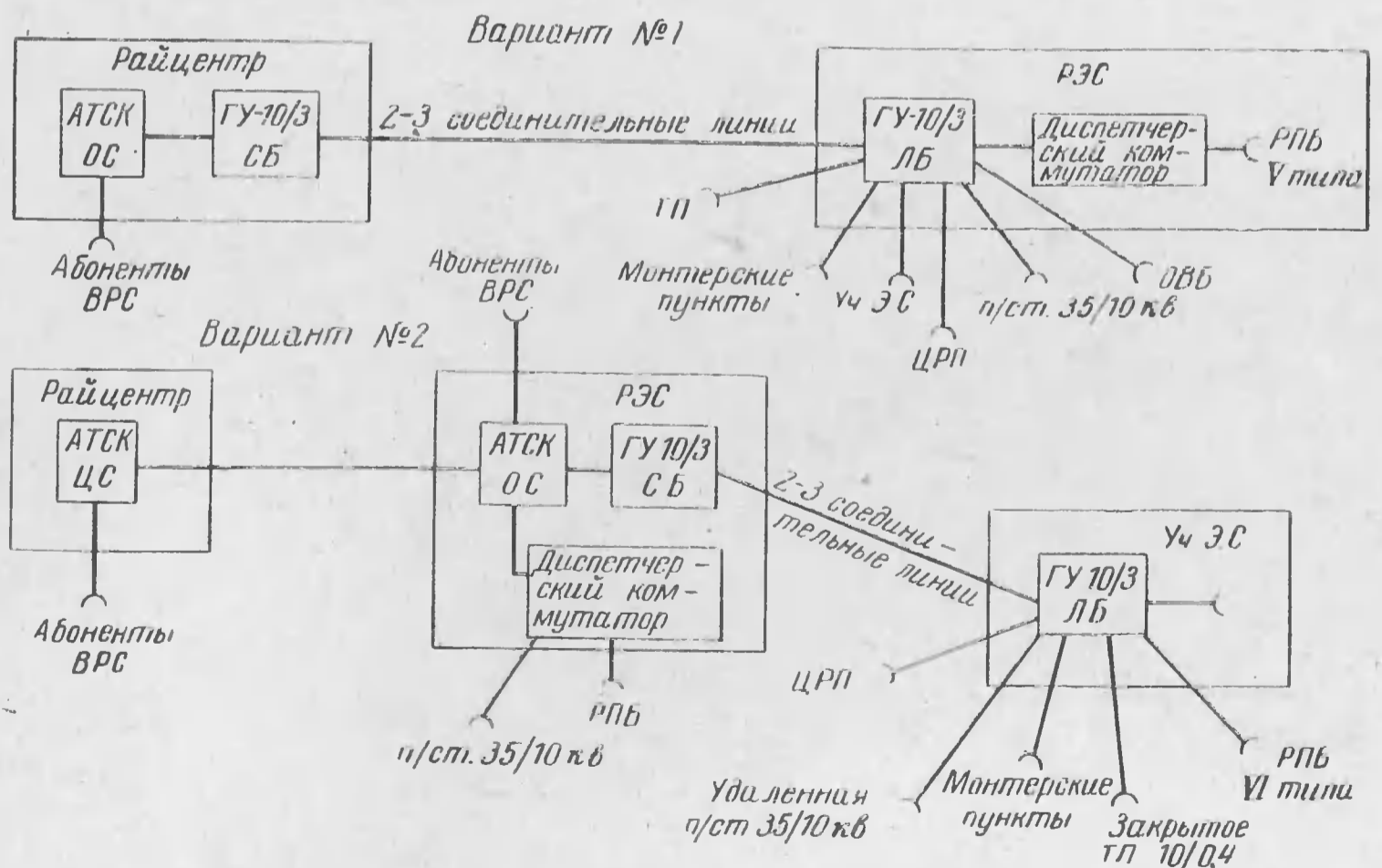


Рис. 4. Схемы организации связи с применением установки ГУ-10/3.

**Электрические характеристики однопарных кабелей
телефонной связи при температуре 20° С**

Тип кабеля	Сопротивление цепи постоянному току, не более, Ом/км	Сопротивление изо- ляции, не менее, Мом·км	Рабочая емкость, не более, мкф/км	Испытательное на- пряжение при часто- те 50 гц	Коэффициент затуха- ния на частоте 800 гц, неп/км	Модуль волнового сопротивления на ча- стоте 800 гц, Ом
ПРВПМ 1×2×1,2	33,4 ¹	10	0,116	2 000	0,096	237
ПРВПМ 1×2×1,0	47,8	10	0,114	2 000	0,115	290
ПРВПМ 1×2×0,8	75,2	10	0,111	2 000	0,143	353
ПРППМ 1×2×1,2	31,6	100	0,070	4 000	0,061	360
ПРППМ 1×2×1,0	45,6	100	0,060	4 000	0,072	443
ПРППМ 1×2×0,8	71,0	100	0,055	4 000	0,083	580
ПТВЖ 1×2×1,8	140	10	—	500	—	—
ПТВЖ 1×2×1,2	280	10	—	500	—	—
ПТВЖ 1×2×0,6	1 200	10	—	500	—	—
ПТПЖ 1×2×1,8	140	60	—	500	—	—
ПТПЖ 1×2×1,2	280	60	—	500	—	—
ПТПЖ 1×2×0,6	1 200	60	—	500	—	—

¹ Сопротивление цепи кабелей ПРВПМ приводится в соответствии с действующими техническими условиями; фактически оно не превышает величин, указанных для кабелей ПРППМ.

онный блок — в райцентре и включается в оконечную телефонную станцию райцентра. По второму варианту линейный блок устанавливается в участке электросетей, а стационарный блок — в РЭС и включается в оконечную телефонную станцию РЭС.

4. РАДИОСВЯЗЬ В УКВ И КВ ДИАПАЗОНАХ

Область применения. Выбор частот. Характеристика систем УКВ радиосвязи. Радиосвязь является наиболее гибким и удобным средством связи для ремонтного обслуживания распределительных сетей и оперативного обслуживания подстанций с централизованным обслуживанием. Радиосвязь предусматривается: для связи диспетчера РЭС с передвижными объектами (ремонтные бригады, транспортные, оперативные, строительные машины и механизмы); для передачи на диспетчерский пункт аварийно-предупредительной сигнализации с подстанций,

Допустимые длины соединительных и абонентских линий
СТС при затухании от абонента до МТС 1,2 nep
на частоте 800 гц

Конструкция линии	Коэффициент затухания, мnep/км	Длина абонентской линии, км, при $a=1,1 \text{ nep}$ и непосредственном включении в ЦС	Длина соединительной линии, км, при $a=0,4 \text{ nep}$ и одноступенчатом построении	Длина соединительной линии, км, при $a=0,2 \text{ nep}$ и двухступенчатом построении	Длина абонентской линии, км, при затухании $a=0,5 \text{ nep}$ и двухступенчатом включении
Стальные цепи воздушных линий с проводами диаметром, мм:					
2	40,0	27,5	10	5	12,5
3	19,8	55,5	20	10	25,0
4	16,8	65,0	24	12	30,0
ПРВПМ 2×0,8	143	11,5	—	—	3,5
ПРВПМ 2×1,0	115	9,6	—	—	4,3
ПРВПМ 2×1,2	96	7,7	4,2	—	5,2
ПРППМ 2×0,8	83	13,2	—	—	6,0
ПРППМ 2×1,0	70	15,7	—	—	7,1
ПРППМ 2×1,2	59	18,6	6,8	—	8,5
ПТВЖ 2×1,8	350	3,1	—	—	1,4
ТГ 50×2×0,5	138	5,3	2,8	—	3,6
ТПКШБ 10×2×0,5	153	5,3	2,8	—	3,2
ВТСП 1×4×1,2	63	17,5	6,3	—	7,9

работающих без дежурного персонала; для организации стационарных каналов связи между диспетчерским пунктом РЭС и РПБ, подстанциями или участками электросетей; между участками электросетей и монтерскими пунктами; для связи дежурного участка электросетей, с отдельными монтерами, обходчиками и ремонтными автомашинами, а также последних между собой.

Стационарные радиоканалы организуются в том случае, если энергообъекты электрически между собой не связаны, или когда организация высокочастотной или другой связи между объектами экономически нецелесообразна (небольшое расстояние между пунктами, большое количество ответвлений от ВЛ, подлежащих обработке, затруднение с выделением частот для в. ч. каналов связи). Для организации радиосвязи в распределительных электрических сетях Государственной инспек-

Технические данные АТС

Тип	Система	Назначение	Емкость		Максимальное количество спаренных телефонных аппаратов	Напряжение питания, в
			начальная	конечная		
АТС-50/100М и АТС-50/100	Декадно-шаговая	Оконечная, узловая	50	50	20	60
			50	80	20	60
АТС-К-40/80	Координатная	Оконечная	40	80	По 8 на каждый блок 40 номеров	60
АТС-К-50/200	Координатная	Оконечная, узловая	50	200	По 20 на каждый блок 50 номеров	60
АТС-100/500М и АТС-100/500	Декадно-шаговая	Центральная, узловая, оконечная	100	В зависимости от количества ступеней искания	По 20 на каждую сотню	60
			100	В зависимости от количества ступеней искания	По 20 на каждую сотню	60
АТС-К-100/2000	Координатная	То же	100	В зависимости от количества ступеней искания	По 20 на каждую сотню	60

Примечания: ¹ АТС-К-100/2000 рекомендуется к применению при начальной емкости 300 и более номеров.

² На АТС-50/100М, АТС-50/100 взаимосвязь между спаренными аппаратами может быть осуществлена при помощи устройства взаимосвязи (УВСА).

цией электросвязи (ГИЭ) Министерства связи СССР выделены два участка частот в УКВ диапазоне. 1-й участок: 33—35 и 44—45 Мгц, в котором могут работать радиостанции 42Р1, 33Р1, ЦРС, АРС, Гранит. 2-й участок: 151—153 Мгц, в котором могут работать радиостанции ФМ-10/160 и ФМ-40/160.

Для использования в энергосистемах радиостанций типа ФМ выделены 20 частот, Мгц:

№ 1—151,125	№ 11—151,900
№ 2—151,150	№ 12—152,100
№ 3—151,350	№ 13—152,125
№ 4—151,375	№ 14—152,150
№ 5—151,400	№ 15—152,350
№ 6—151,600	№ 16—152,375
№ 7—151,625	№ 17—152,400
№ 8—151,650	№ 18—152,600
№ 9—151,850	№ 19—152,625
№ 10—151,875	№ 20—152,650

Частоты № 9—11 рекомендуется использовать для организации радиосетей большой протяженности при эксплуатации магистральных линий электропередачи, а частоту № 12 — для связи монтеров, обходчиков или автомашин между собой и с руководителем ремонтно-восстановительных работ. Во избежание взаимных помех с действующими радиостанциями типа ЖР-5 Министерства путей сообщения использование вышеуказанных частот разрешается с соблюдением следующих условий: все частоты без ограничения могут применяться на расстоянии 15 км и более от границ железнодорожных узлов при наличии там работающих радиостанций МПС; частоты — 151,150; 151,400; 151,650; 151,900; 152,150; 152,400 и 152,650 Мгц могут использоваться на расстоянии 10 км и более от границ железнодорожных узлов при наличии работающих радиостанций МПС с частотами: 151,000; 151,250; 151,500; 151,750; 152,000; 152,250; 152,500; 152,750 Мгц; допускается территориальное сближение радиостанций МЭиЭ на расстояние не менее 2 км с работающими радиостанциями МПС при разносе частот между ними 350 кгц и более. В случае невозможности соблюдения вышеперечисленных условий совместной

работы радиостанций МПС и МЭиЭ вопрос согласования радиочастот решается Госинспекцией электросвязи Министерства связи СССР. Следует избегать использования мобильных (передвижных) радиостанций с частотами настройки, отличающимися на 150 *кГц* и менее от стационарных радиостанций МПС вблизи зон (до 5 *км*) крупных железнодорожных узлов. Указанные выше частоты будут использоваться на линиях радиосвязи, вводимых в действие до 1971 г.

В настоящее время рассматривается вопрос о некотором изменении диапазона частот. Предполагается, что существующие радиосети в диапазоне 151—152 *МГц* будут эксплуатироваться до 1980 г.

При организации радиосвязи в распределительных электросетях на радиостанциях ФМ большое значение имеет правильный выбор системы связи. Возможно применение следующих систем связи: симплексная одночастотная система; симплексная двухчастотная система.

При симплексной одночастотной системе приемники и передатчики всех радиостанций сети работают на одной волне. Абоненты сети работают с центральной станцией поочередно. Все абоненты сети могут иметь связь друг с другом. Разнос частот между соседними сетями должен быть не менее 100—150 *кГц*. Применение для соседних сетей одинаковых частот не допускается. Частоты можно повторять для сетей, центральные радиостанции которых удалены друг от друга на расстояние не менее 100 *км*. При симплексной двухчастотной системе приемники работают на одной частоте, а передатчики на другой. Абоненты сети на передачу работают поочередно и могут вести связь только с центральной радиостанцией. Соседние сети могут иметь одинаковые частоты, если расстояние между центральными радиостанциями будет составлять не менее 60—70 *км*. Применение той или иной системы связи должно соответствовать разработанной схеме организации эксплуатации распределительных электрических сетей. Для обеспечения необходимой вероятности прохождения связи следует учитывать, что максимальное количество радиостанций в одной сети не должно быть более 20.

Дальность взаимодействия УКВ радиостанций определяется многими факторами: мощностью передатчика, рельефом местности, типом антенн и высотой их установки. Обычно центральная радиостанция снабжается не-

направленной антенной, которая устанавливается на опоре высотой 20—30 м. На автомашинах используется штыревая антенна, установленная на высоте 1,5 м. В этих условиях на среднепересеченной местности радиосвязь будет обеспечиваться на расстоянии 25—35 км. Поэтому центральные радиостанции можно располагать на расстоянии, равном двум радиусам сетей, т. е. примерно через 60—70 км.

Помехи в сетях УКВ радиосвязи. Линии электропередачи, открытые распределительные устройства, сварочные агрегаты, различные медицинские приборы создают радиопомехи высокого уровня. Ввиду того, что районы электросетей размещаются при энергетических объектах, следует учесть и принять меры по устранению радиопомех.

Для получения хорошего приема отношение напряженности поля полезного сигнала к уровню помех должно быть равно $\frac{E_c}{E_{\text{ш}}} = 20$ или 26 дБ, где E_c — напряженность поля сигнала на входе приемника; $E_{\text{ш}}$ — напряженность поля помех на входе приемника.

При выборе места для размещения радиостанций в каждом конкретном случае целесообразно производить измерение уровня радиопомех и уровня сигнала. Измерение радиопомех может проводиться прибором типа ПЧ-5А, который имеет полосу пропускания 100 кГц. На основании имеющихся данных можно сделать следующие выводы:

1. Основным источником радиопомех являются открытые распределительные устройства (ОРУ). Помехи увеличиваются при некачественном монтаже, при загрязнении изоляторов.

Поврежденные изоляторы увеличивают помехи в 10—15 раз.

Основным источником помех в распределительных сетях являются заржавевшие вязки проводов.

2. Уровень поля радиопомех в диапазоне 20—150 МГц неодинаков и уменьшается обратно пропорционально частоте.

3. Максимальный уровень поля радиопомех имеет место при совпадении поляризации источника помех с приемной антенной.

4. При увеличении влажности воздуха, при выпадании осадков уровень радиопомех возрастает.

5. С увеличением расстояния от источника помех уровень радиопомех уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния.

Измерения показали, что уровень радиопомех от ОРУ 35/6 кВ на частоте 150 МГц составляет при расстоянии от источника помех 5 м — 1,5 мкВ, а при расстоянии 10 м — 0,9 мкВ. Уровень радиопомех от ОРУ 110/35 кВ на частоте 150 МГц составляет при расстоянии от источника помех 5, 10, 15, и 20 м соответственно 4, 3, 2 и 1 мкВ. Для получения необходимого превышения уровня сигнала над помехой следует радиостанцию и антенное устройство вынести из зоны радиопомех.

Организация сети радиосвязи на радиостанциях ФМ. При построении сети радиосвязи в качестве основного звена принимается район электрических сетей (РЭС).

Радиосети могут создаваться разных типов, например: диспетчерская радиосеть; радиосеть автоматической телесигнализации; радиосеть для связи с автомашинами ОВБ; радиосеть для связи монтеров, обходчиков или автомашин между собой и с руководителем ремонтно-восстановительных работ.

Наиболее целесообразно создание комплексных радиосетей, так как в них лучше используется оборудование и экономятся частоты. В комплексных радиосетях одни и те же радиостанции и рабочие частоты используются для ремонтного обслуживания распределительных сетей и для передачи аварийно-предупредительной сигнализации с подстанций с централизованным обслуживанием.

Радиосеть, организуемая на радиостанциях серии ФМ, комплектуется из следующих станций: центральной станции, располагаемой на диспетчерском пункте или опорной подстанции; радиостанций, располагаемых на подстанциях без дежурного персонала (до 10 шт. в одной сети); радиостанций, устанавливаемых на подстанциях с обслуживающим персоналом; радиостанций, устанавливаемых на автомашинах.

Центральная радиостанция комплектуется следующими блоками: пультом управления типа ФК-50; блоком воспроизведения телесигнализации типа ТЖК-1; блоками дистанционного управления типа ТК-51/К и ТК-52/АВ (в случае необходимости); приемо-передатчиком типа ФМ-40/160; ненаправленной антенной; соединительными кабелями.

Из этих блоков могут быть собраны различные схемы, например: центральная радиостанция с местным управлением (рис. 5); центральная радиостанция с дистанционным управлением с двух пунктов (рис. 6) или одного пункта; центральная радиостанция с дистанционным управлением с одного или двух пунктов без блоков сигнализации.

Пульт управления центральной радиостанции ФК-50 содержит все элементы управления, необходимые для проведения связи, подачи сигналов вызова и телесигнализации и приема сигналов вызова. Пульт управления соединяется с приемо-передатчиком 22-жильным кабелем длиной до 30 м. При включении главного выключателя на пульт поступает напряжение питания. В это же время включается приемо-передатчик ФМ-40/160. Если приемо-передатчик устанавливается на

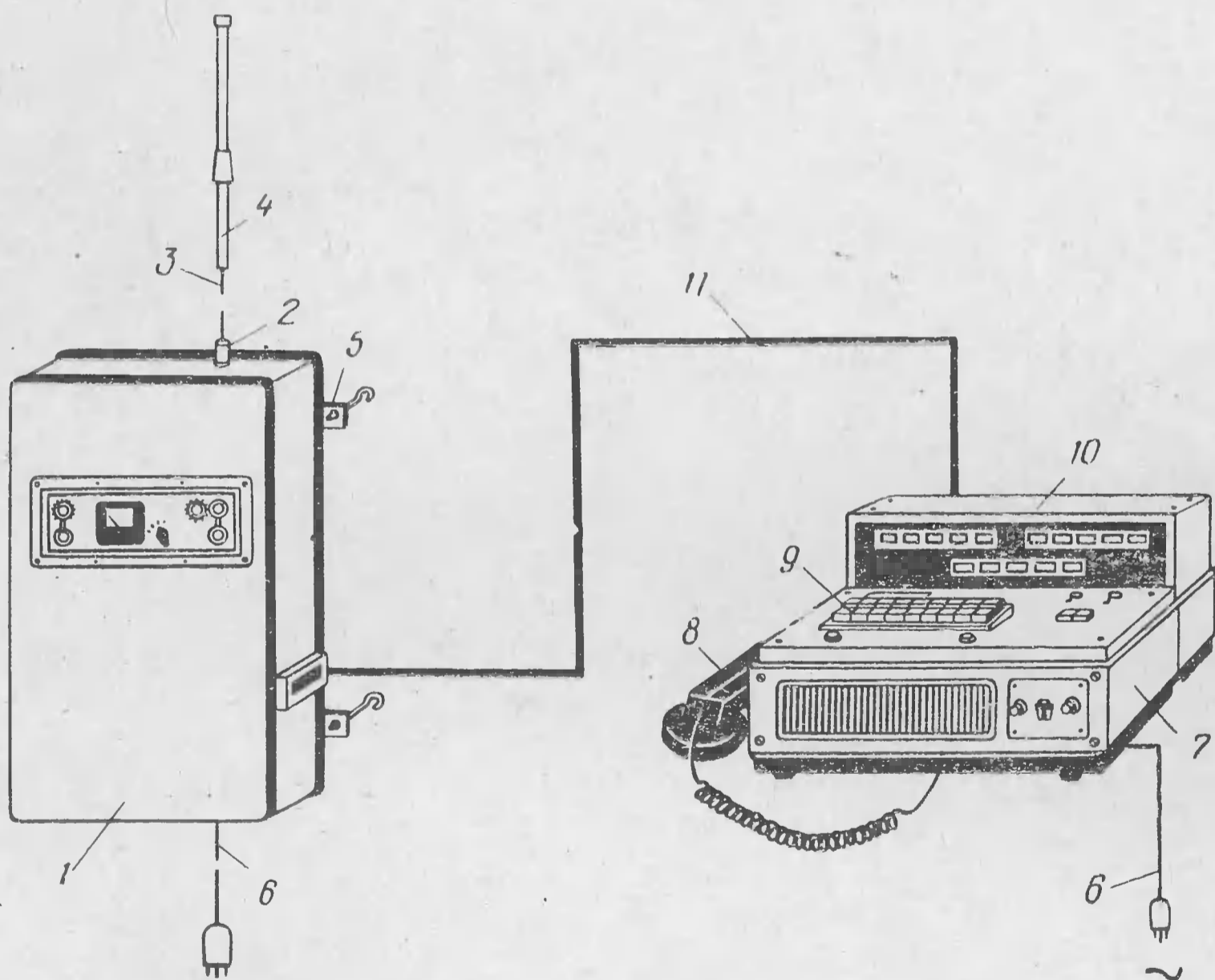


Рис. 5. Схема соединений радиостанции ФМ-40/160 с местным управлением.

1 — приемо-передатчик ФМ-40/160; 2 — антенный разъем; 3 — в. ч. кабель; 4 — антенна с круговой диаграммой направленности; 5 — крепежная планка; 6 — кабель питания; 7 — пульт управления ФК-50; 8 — микрофонная трубка; 9 — кнопки селективного вызова; 10 — блок воспроизведения телесигнализации типа ТЖК-1; 11 — соединительный кабель между пультом с приемо-передатчиком.

некотором расстоянии от пульта, то между ними устанавливается блок дистанционного управления.

Блоки дистанционного управления обеспечивают возможность управления приемо-передатчиком на расстоянии нескольких километров и при необходимости даже с двух пунктов. Для цепей дистанционного управления на каждый блок управления необходима одна пара проводов.

Аппаратура дистанционного управления состоит из двух блоков: типа ТК-51/К, расположенного у пульта управления, и типа ТК-52/АВ, расположенного около приемо-передатчика.

Блок воспроизведения телесигнализации типа ТЖК-1 предназначен для приема и воспроизведения поступающей с подстанций телесигнализации об аварии, предупредительном сигнале, сигнализации работы резервного источника питания и сигнализации о номере подстанции. Блок соединяется с пультом управления и с приемо-передатчиком (или с блоком дистанционного управления) 22-жильным кабелем. На перед-

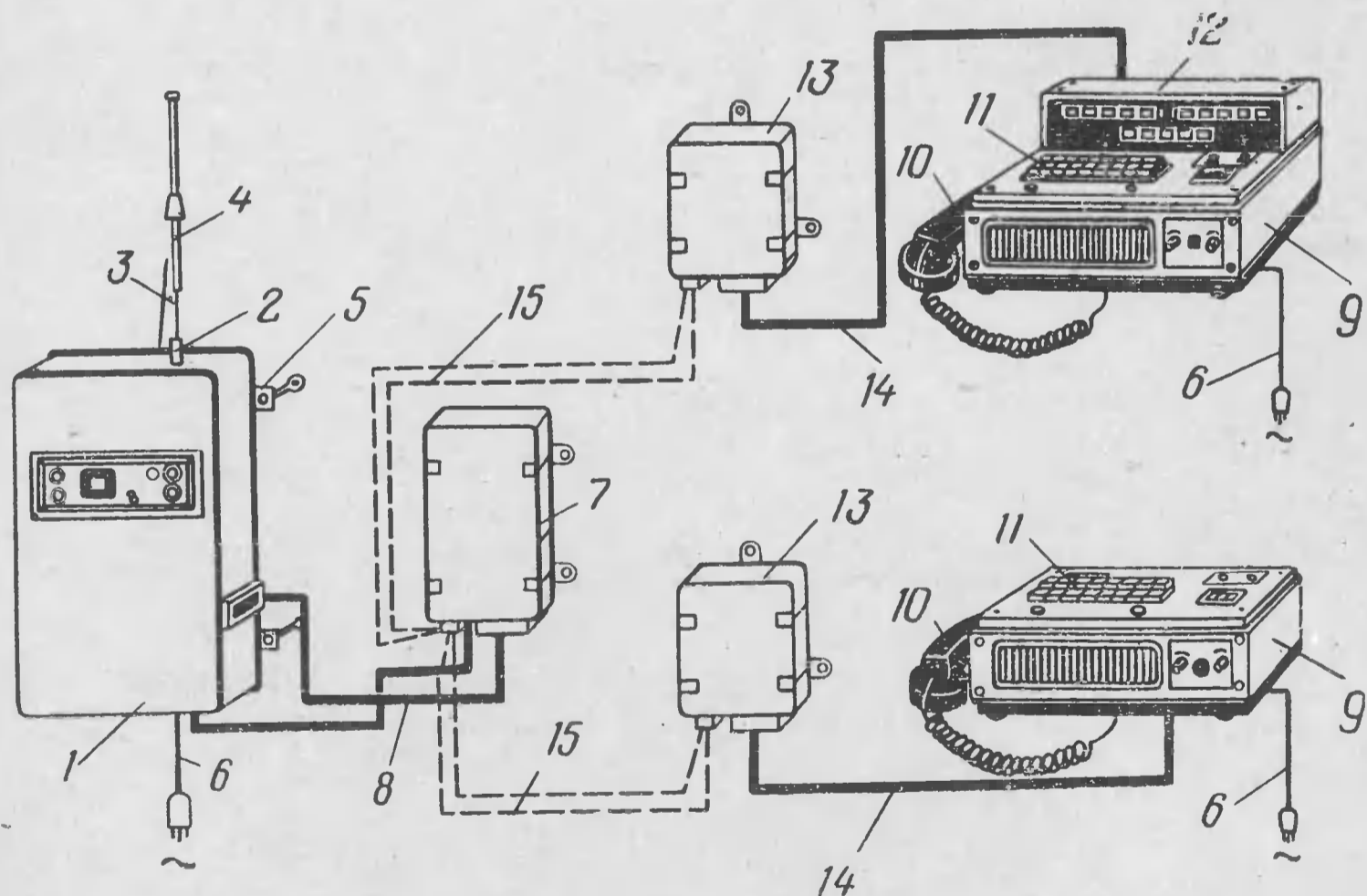


Рис. 6. Схема соединений радиостанции ФМ-40/160 с дистанционным управлением с двух пунктов.

1 — приемо-передатчик ФМ-40/160; 2 — антенный разъем; 3 — в. ч. кабель; 4 — антенна с круговой диаграммой направленности; 5 — крепежная планка; 6 — кабель питания; 7 — блок дистанционного управления ТК-52/АВ; 8 — соединительный кабель; 9 — пульт управления ФК-50; 10 — микрофонная трубка; 11 — кнопки селективного вызова; 12 — блок воспроизведения телесигнализации типа ТЖК-1; 13 — блок дистанционного управления ТК-51/К (2 шт.); 14 — соединительный кабель; 15 — двухпроводная линия связи.

ней панели блока размещено 15 сигнальных ламп, из которых 10 предназначены для определения номера подстанции, передающей информацию, 4 лампы указывают на содержание принятой сигнализации (сигнал аварии, предупредительный сигнал, сигнал работы резервного источника питания и сигнал исправности). Одна лампа сигнализирует о включении самого блока. Габариты блока $400 \times 195 \times 220$ мм.

Приемо-передатчик типа ФМ-40/160. Радиостанция серии ФМ позволяет осуществлять двустороннюю радиотелефонную связь на одном из восьми радиочастотных каналов между стационарной радиостанцией и радиостанциями, установленными на объектах. Переход с одного канала на другой осуществляется ручным переключением.

Диапазон частот	136—174 Мгц
Разнос между частотами соседних каналов	25 кгц
Модуляция	Фазовая
Стабильность частоты возбуждителя передатчика и гетеродина приемника при изменении температуры от -25°C до $+55^{\circ}\text{C}$	$\pm 20 \cdot 10^{-6}$
Выходная мощность передатчика	40 вт
Чувствительность приемника при отношении сигнала к шуму, равном 12 дб	0,5 мкв
Сопротивление антенного входа	50 ом

Радиостанции, располагаемые на подстанциях без дежурного персонала, могут собираться из блоков, обеспечивающих либо местное (рис. 7), либо дистанционное управление (рис. 8). Радиостанции комплектуются следующими блоками: пультом управления дистанционной сигнализации типа ТЖА-1; блоками дистанционного управления типа ТК-51/К и ТК-51/АВ (в случае необходимости); приемо-передатчиком типа ФМ-10/160; блоком питания типа ХАИ 220/12 в; направленной антенной; соединительными кабелями.

При монтаже станции необходимо обратить внимание на правильное выполнение монтажа между приемо-передатчиком и блоком питания, как показано на рис. 7 и 8. Подключение резервного источника питания к блоку питания производится, как показано на рисунках. Пульт управления дистанционной сигнализации типа ТЖА-1 содержит все элементы, которые обеспечивают выдачу

и прием сигналов телесигнализации и сигналов вызова, а также обеспечивает возможность радиотелефонной связи. Передача телесигнализации производится автоматически или по запросу центральной станции. Вместе с пультом включается в режим дежурного приема приемо-передатчик ФМ-10/160. Около пульта управления располагается блок дистанционного управления типа ТК-51/К, а около приемо-передатчика — блок ТК-51/АВ.

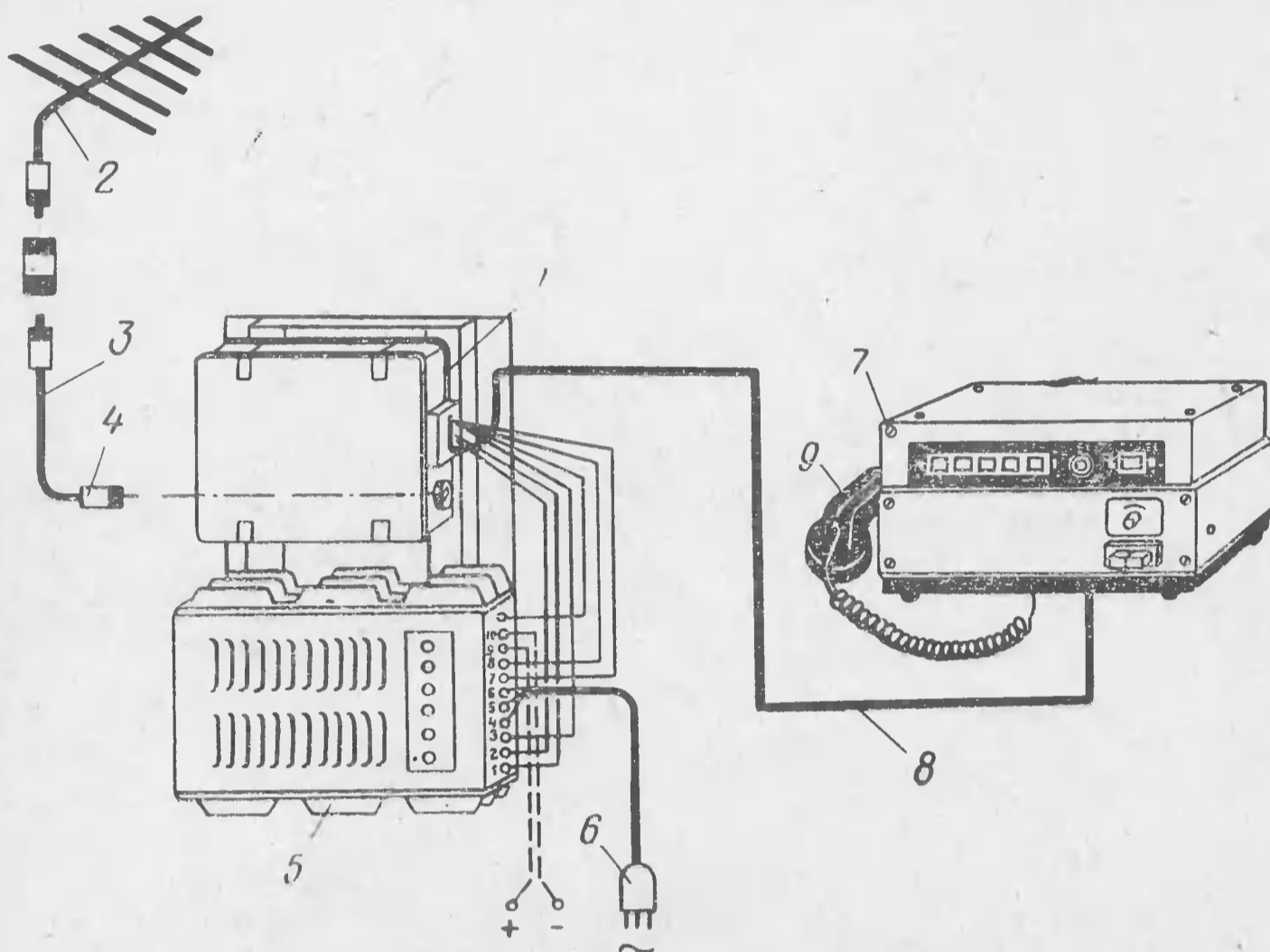


Рис. 7. Схема соединений абонентской станции с местным управлением, располагаемой на подстанциях без дежурного персонала.

1 — радиостанция ФМ-10/160; 2 — направленная антенна; 3 — в. ч. кабель; 4 — антенный штекер; 5 — блок питания типа ХАИ-220/12; 6 — кабель питания; 7 — пульт управления дистанционной сигнализации типа ТЖА-1; 8 — 22-жильный кабель; 9 — микротелефонная трубка.

Питание приемо-передатчика ФМ-10/160 может осуществляться и от аккумулятора напряжением 12 в. При помощи блока питания ХАИ 220/12 приемо-передатчик и пульт управления автоматически переключаются на питание от аккумулятора. Действие блоков дистанционного управления аналогично описанному выше: Отличие заключается в том, что блоки ТК-51/К и ТК-51/АВ позволяют дистанционно включать накал ламп передатчика. Блоки не позволяют управлять радиостанциями с двух пунктов.

Приемо-передатчик типа ФМ-10/160 имеет следующие технические данные:

Диапазон частот	136—174 Мгц
Режим работы	Симплекс, полудуплекс
Количество фиксированных частот	8
Разное между частотами соседних каналов	25 кгц
Вид модуляции	Фазовая
Стабильность частоты возбуждителя передатчика и приемника	$\pm 20 \cdot 10^{-5}$
Выходная мощность передатчика	8 Вт
Чувствительность приемника	0,5 мкв
Питание	6,3; 12,6; 25,2 В
Потребляемая мощность:	
в режиме дежурного приема без накала ламп передатчика	15 Вт
В режиме приема с включенным накалом ламп передатчика	30 Вт
В режиме передачи	75 Вт

Радиостанции, устанавливаемые на подстанциях с обслуживающим персоналом,

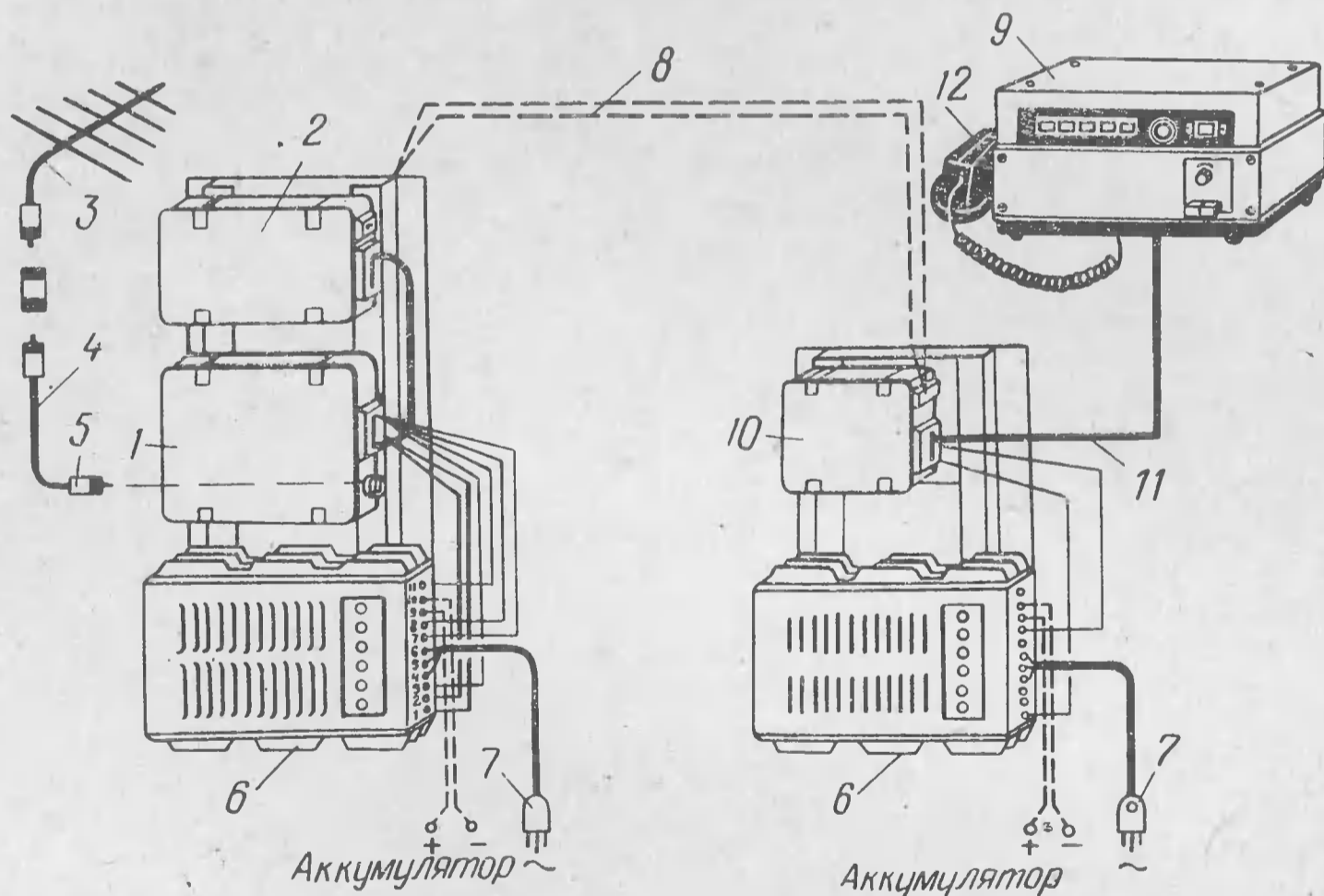


Рис. 8. Схема соединений абонентской станции с дистанционным управлением, располагаемой на подстанциях без дежурного персонала.

1 — радиостанция ФМ-10/160; 2 — блок дистанционного управления ТК-51/АВ; 3 — направленная антенна; 4 — в. ч. кабель; 5 — антенный штекер; 6 — блок питания ХАИ-220/12; 7 — кабель питания; 8 — двухпроводная линия связи; 9 — пульт управления дистанционной сигнализацией типа ТЖА-1; 10 — блок дистанционного управления типа ТК-51/К; 11 — 22-жильный кабель; 12 — микрофонная трубка.

используются в двух вариантах — с местным управлением и с дистанционным управлением.

Радиостанция с местным управлением состоит из следующих блоков: пульта управления типа ФК-50 (или ФК-2); приемо-передатчика типа ФМ-10/160; блока питания ХАИ 220/12; направленной антенны; соединительных кабелей.

Пульт управления типа ФК-2 содержит элементы, необходимые для приема и передачи сигнала вызова и проведения радиотелефонной связи. К пульту управления подключается телефонная трубка, на которой расположена тангента «прием-передача». О приеме сигнала вызова дается звуковая сигнализация.

Радиостанция с дистанционным управлением содержит следующие блоки (рис. 9):

пульт управления типа ФК-50 (или ФК-2);
блоки дистанционного управления ТК-51/К и ТК-51/АВ;
приемо-передатчик типа ФМ-10/160;
блок питания ХАИ 220/12;
направленная антенна;
соединительные кабели.

Радиостанции, устанавливаемые на автомашинах, комплектуются следующими блоками (рис. 10);
приемо-передатчиком типа ФМ-10/160;
антенной „четвертьволновый штырь“;
пультом управления ГК-2;
телефонной трубкой либо блоком динамика с усилителем и ручным микрофоном;
распределительной коробкой с предохранителями.

Пульт управления автомобильной радиостанции представляет собой самостоятельный блок, который соединяется с приемо-передатчиком 22-жильным кабелем. К пульту управления подключается телефонная трубка, на которой имеется тангента «прием-передача». Вместо телефонной трубки может применяться микрофон и динамик с отдельным усилителем.

Использование радиосвязи в электросетевом строительстве. Электросетевое строительство имеет ряд особенностей по сравнению с эксплуатацией энергетических объектов, осуществляемой районными энергетическими управлениями, и в связи с этим — особенностей в организации диспетчерской связи для энергостроительных подразделений. Одной из основных отличающих особенностей электросетевого строительства является передвижной характер почти всех участвующих в строительно-

монтажных работах подразделений; участков, прорабств, бригад. Только управление треста и механизированные колонны являются стационарными. Вторая особенность — большая территориальная разбросанность сооружаемых объектов (ВЛ, подстанций). Ряд строительно-монтажных

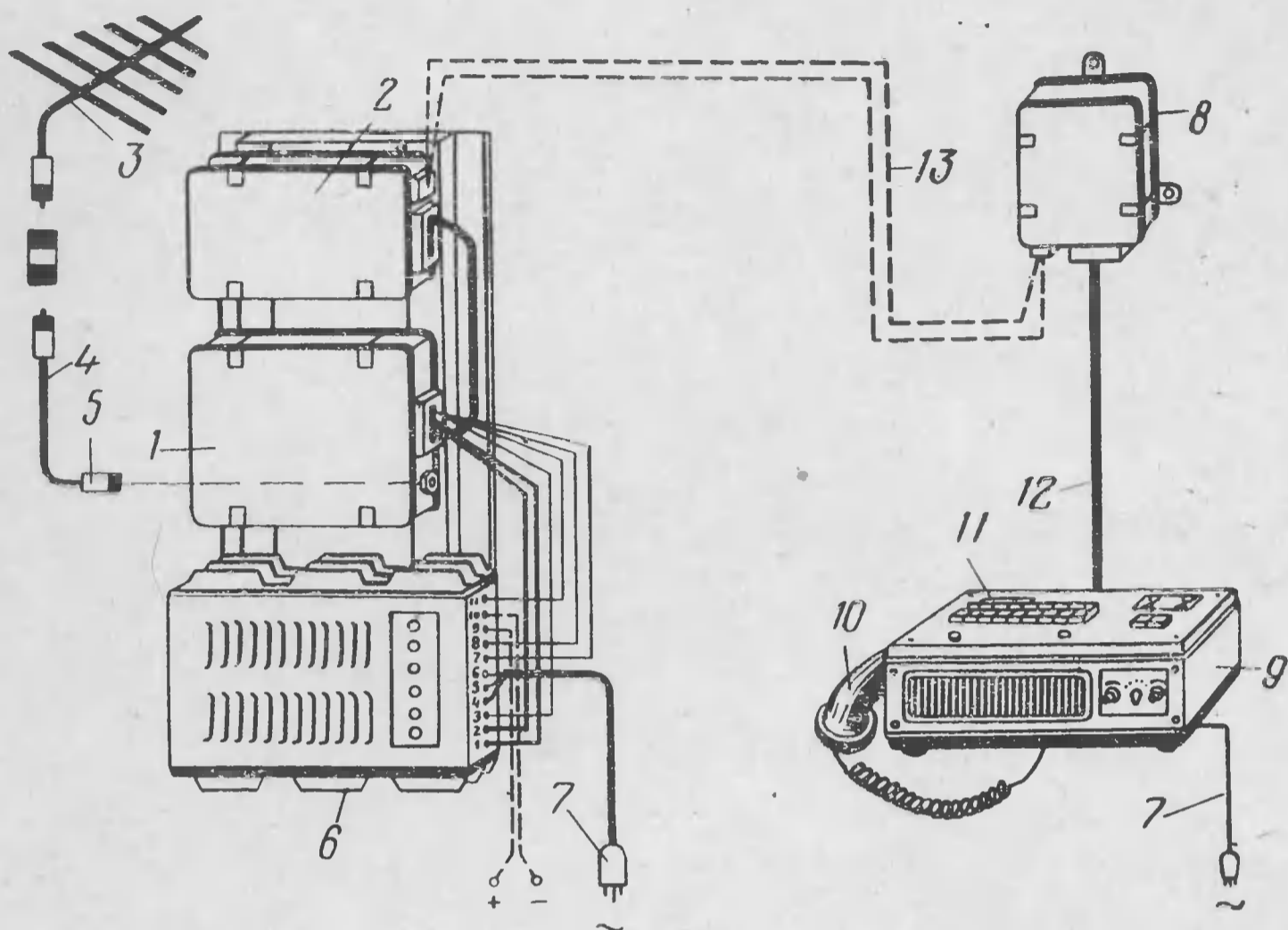


Рис. 9. Схема соединений абонентской радиостанции с дистанционным управлением, устанавливаемой на подстанции с обслуживающим персоналом.

1 — приемопередатчик ФМ-10/160; 2 — блок дистанционного управления ТК-51/АВ; 3 — направленная антенна; 4 — в. ч. кабель; 5 — антенный разъем; 6 — блок питания ХАИ-220/12; 7 — кабель питания; 8 — блок дистанционного управления ТК-51/К; 9 — пульт управления ФК-50; 10 — микрофонная трубка; 11 — кнопки селективного вызова; 12 — соединительный кабель; 13 — двухпроводная соединительная линия.

трестов ведет работы на территории не одной, а нескольких областей (Запсельэлектросетьстрой — в шести областях, Южуралэлектросетьстрой — в двух областях, Уралэлектросетьстрой — в 14 областях РСФСР и КазССР и т. д.). Этим обусловлены расстояния, на которые необходимо обеспечить связь. Дальность связи в этих случаях в несколько раз превышает необходимую дальность связи с передвижными объектами (бригадами централизованного ремонта, оперативно-выездными бригадами) в эксплуатационных организациях. Электросетевое строительство зачастую ведется в очень сложных природных условиях (горные районы, болотистая местность, районы

Севера и т. д.); временные базы прорабств и участков, как правило, организуются на трассе строящейся ВЛ вдали от населенных пунктов. Указанные основные особенности электросетевого строительства почти полностью исключают возможность применения общегосударствен-

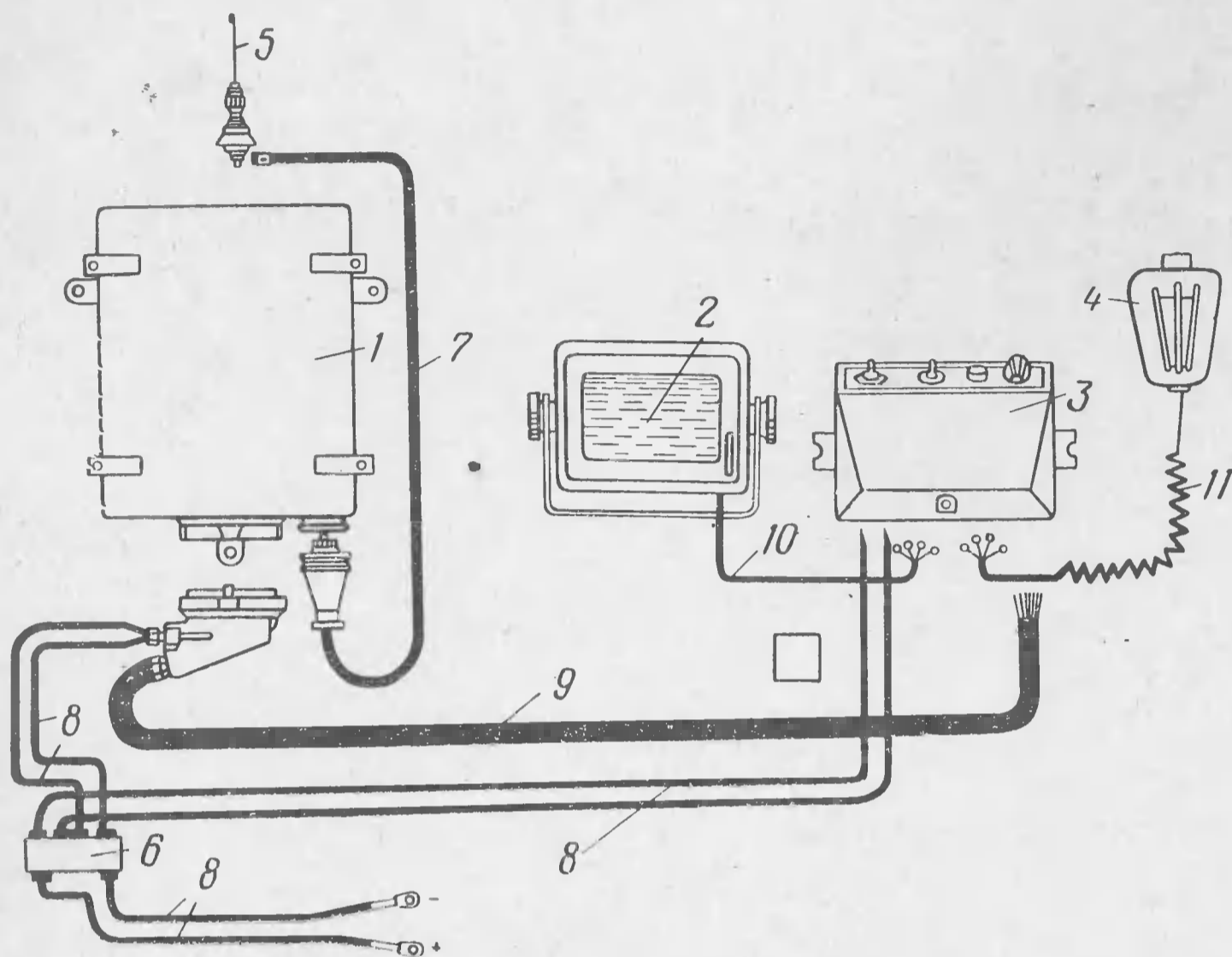


Рис. 10. Схема соединений автомобильной радиостанции.

1 — приемопередатчик ФМ-10/160; 2 — блок динамика; 3 — пульт управления; 4 — микрофон; 5 — антенна; 6 — распределительная коробка с предохранителями; 7 — коаксиальный кабель $l=6$ м; 8 — провод питания; 9, 10 — соединительный кабель; 11 — шнур микрофонный.

ных средств связи Министерства связи СССР. Единственное звено, на котором могут быть использованы средства Министерства связи, — это управление треста — мехколонна. В том случае, если существующая система междугородной связи по заказной системе не удовлетворяет потребности в оперативности, целесообразно включить управление треста и управления мехколонн в систему абонентского телеграфа (АТА), а также организовать систему двусторонней группой громкоговорящей телефонной связи (ДГТС), позволяющей проводить диспетчерские совещания с участием одновременно всех мехколонн. Все работы по подготовке и контролю за каналами междугородной телефонной связи выполняются силами Министерства связи. Во всех остальных звеньях диспет-

черского управления электросетевым строительством — от мехколонны к строительно-монтажному участку, от участка — к прорабству, от прорабства или участка — к специализированной строительно-монтажной бригаде — возможно применение только радиосвязи. В качестве основных средств радиосвязи при организации диспетчерской связи в строительных организациях Министерства энергетики должны в основном использоваться коротковолновые радиостанции различной мощности, обеспечивающие необходимую дальность действия. Примерная схема организации диспетчерской радиосвязи в мехколонне дана на рис. 11.

Типы применяемых радиостанций: РСО-30 «Полоса» — дальность действия до 400 км; РСО-5 «Олень» — дальность действия до 150—200 км; «Карат» — дальность действия до 20 км; может применяться при раскатке проводов и иметь связь с радиостанциями РСО-5 и РСО-30.

В некоторых случаях могут применяться радиостанции типа РСО-300 — мощные КВ станции, обеспечивающие дальность действия до 1 500 км. Их использование возможно в отдаленных районах Сибири и Севера для осуществления связи между управлением треста и мехколоннами или узловыми пунктами на трассах строящихся линий электропередачи в том случае, если существующими общегосударственными средствами связи невозможно обеспечить регулярную связь с необходимыми пунктами. В низовых системах диспетчерской связи (внутри строительно-монтажных участков, в некоторых случаях — внутри мехколонны при небольшой обслуживаемой его территории, что имеет место в ряде трестов Главсельэлектросетьстроя) возможно применение ультракоротковолновых радиостанций, радиус действия которых в зависимости от высоты и типа антенн, мощности радиостанции, рельефа местности колеблется от 20 до 40 км. В качестве аппаратуры возможно использование радиостанций серии «Гранит» (в комплекте 6 типов радиостанций). В крупных строительно-монтажных трестах целесообразно организовать связь между верхолазами-монтажниками и бригадиром монтажников. С этой целью могут использоваться УКВ радиостанции типов Стройка, Ласточка и Кактус, радиус действия которых от 1 до 3 км. Эти же типы радиостанций могут применяться для связи между бригадами, сооружающими переходы рек.

5. ВЫСОКОЧАСТОТНАЯ СВЯЗЬ ПО РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫМ СЕТЯМ

Основные понятия и классификация. Применение каналов в. ч. связи в распределительных электрических сетях технически и экономически оправдано в следующих случаях:

1) гористый или сильно пересеченный характер местности затрудняет или исключает использование радиосвязи в УКВ диапазоне или применение других видов связи;

2) общегосударственные средства телефонной связи в районе развиты слабо и предоставление канала связи производится по заказной системе с длительным ожиданием;

3) при организации связи между РЭС и подстанциями 35 или 110 кВ и питания последних от опорной подстанции, расположенной в другом районе (или ПЭС);

4) когда участки электросетей или подстанции расположены за границей административного района и поэтому использование внутрирайонной телефонной связи затруднено.

Высокочастотные каналы связи по распределительным электрическим сетям осуществляются по разветвленным сетям напряжением 6—10—20—35 кВ сложной конфигурации, имеющим ряд особенностей с точки зрения распространения электромагнитной энергии. Исследования в. ч. параметров распределительных сетей, выполненные в последние годы, и имеющийся опыт разработки и внедрения в эксплуатацию современной аппаратуры для связи и телемеханики в таких сетях показывают возможность более широкого использования в. ч. каналов. Наиболее характерным признаком, по которому различают в. ч. каналы, является конфигурация в. ч. тракта, обусловленная схемой электросети, местом расположения ДП и КП и особенностями аппаратуры уплотнения. Высокочастотный тракт является составной частью в. ч. канала связи по ВЛ. Он начинается с выходных в. ч. зажимов аппаратуры уплотнения на одном конце канала и кончается входными в. ч. зажимами на другом конце канала. Таким образом, тракт — это совокупность линий электропередачи, подстанций, в. ч. элементов обработки ВЛ, разделительных фильтров, в. ч.

кабеля. Линия электропередачи служит для передачи в. ч. сигнала от одной подстанции к другой. Линейное затухание ВЛ зависит от материала и диаметра проводов и типа их подвески, габарита опор, потерь в земле, наличия на линии транспозиции и других данных. Высоковольтная подстанция характеризуется величиной и характером ее входного сопротивления. Входное сопротивление подстанции влияет на затухание, вносимое заградителями, ответвлениями. Высокочастотный заградитель служит для уменьшения влияния входного сопротивления подстанции на затухание в. ч. тракта. Он характеризуется величиной активной и реактивной составляющих полного сопротивления и величиной затухания, вносимого заградителем в тракт. Фильтр присоединения с конденсатором связи служит для передачи с наименьшими потерями токов высокой частоты в линию электропередачи и для защиты аппаратуры и обслуживающего персонала от опасного действия высокого напряжения.

Схема в. ч. каналов. Простой канал организуется по неразветвленной линии электропередачи между двумя подстанциями или по ВЛ с одним-двумя ответвлениями, не используемыми для организации связи с подстанциями, находящимися на их концах. Эти в. ч. каналы объединяются в понятие «простой канал» по той причине, что методика их расчета и проектирования остается, по существу, одинаковой, независимой от длины и класса напряжения ВЛ. Наличие дополнительных элементов в линии электропередачи приводит только к различной величине дополнительного затухания в тракте распространения в. ч. сигналов и изменению необходимой аппаратуры обработки. Методика расчета каналов достаточно подробно изложена в [Л. 6—10]. В разветвленных электрических сетях 35—110 кВ организуются в основном сложные в. ч. каналы: радиальные по в. ч. трактам с подстанциями на ответвлениях, оборудуемыми в. ч. постами (рис. 12,а), или с промежуточными подстанциями (рис. 12,б). Весьма распространены в сетях 35 кВ радиально-лучевые или многолучевые каналы (рис. 12,в), которые также могут быть образованы по электрическим сетям разного класса напряжения. В распределительных сетях 6—20/0,4 кВ характерными являются радиально-лучевые каналы по сети одного класса напряжения. По виду передаваемой информации в. ч. каналы по линиям электропередачи разделяются на каналы телефонной

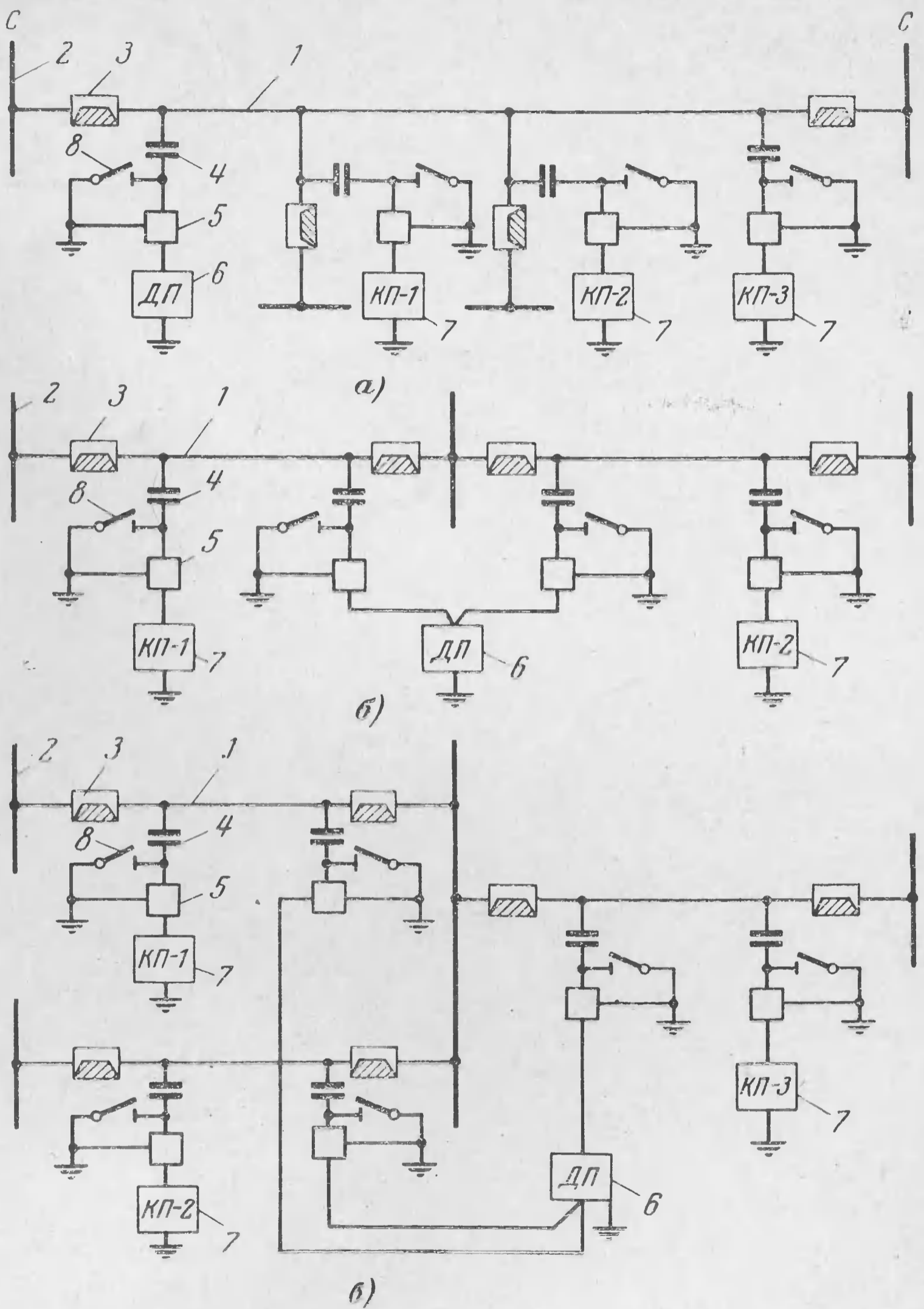


Рис. 12. Сложные в. ч. каналы связи:

а — радиальные в. ч. каналы с подстанциями на ответвлениях; *б* — в. ч. канал с промежуточными подстанциями; *в* — радиально-лучевой в. ч. канал; 1 — линия электропередачи; 2 — шины подстанции; 3 — в. ч. заградитель; 4 — конденсатор связи; 5 — фильтр присоединения; 6 — главный в. ч. пост.; 7 — абонентский в. ч. пост.; 8 — заземляющий нож.

связи и комбинированные каналы, в которых путем вторичного уплотнения образуются каналы телеуправления — телесигнализации — телеизмерения. Специальные каналы телемеханики не применяются, за исключением каналов для передачи аварийно-предупредительной телесигнализации. Выбору схемы в. ч. канала предшествует сбор исходных данных и их анализ. Прежде всего определяется назначение канала и его место в общей схеме средств диспетчерского и технологического управления. С этой целью выполняется анализ структуры эксплуатации, схемы диспетчерского управления и схемы существующих каналов связи, включая в. ч. связь по линиям электропередачи, радиосвязь, проводную связь, а также имеющиеся коммутирующие устройства (АТС, коммутаторы и т. п.). Если указанный анализ показал целесообразность организации данного канала по линиям электропередачи, изучается схема электрической сети, по которой будет организован в. ч. тракт и намечается схема построения канала: определяются пункты установки оконечной аппаратуры канала и пункты, в которых необходимо выделить телефонные каналы и каналы телемеханики. Затем выбирается в. ч. аппаратура, диапазон рабочих частот канала (должен быть увязан с графиками частот существующих каналов и перспективной схемы) и выполняется привязка данного канала к существующим коммутирующим устройствам. В тех случаях, когда в энергосистеме имеется перспективный проект развития в. ч. каналов связи и телемеханики, производится проверка соответствия конфигурации данного канала перспективной схеме. Если проектируется связь предприятия или района электросетей с контролируемыми объектами, то количество каналов и объем сигналов телемеханики определяются в соответствии с перспективными схемами по развитию диспетчерского управления энергосистемой. После составления схемы в. ч. канала связи по ВЛ выполняют проектирование в. ч. тракта, которое состоит в выборе типов и расчета параметров элементов обработки и приспособления, расчета ожидаемого затухания тракта и оценке неравномерности затухания в полосе рабочих частот.

Выбор схемы присоединения аппаратуры к ВЛ. При выборе схемы присоединения аппаратуры к линии электропередачи решаются две задачи: определяется наилучшая для данных условий схема присоединения и выби

рается конкретная фаза линии электропередачи, по которой организуется высокочастотный тракт. Наиболее экономичной схемой присоединения является фаза — земля, так как она требует минимальное количество аппаратуры обработки. Схема фаза — фаза применяется лишь в комбинированных каналах по сети 6 — 10/0,4 кВ с передачей сигналов из низковольтной сети в высоковольтную и обратно через силовые трансформаторы без устройства специальных в. ч. обходов.

Выбор аппаратуры присоединения и обработки. Аппаратура обработки и присоединения должна обладать нужными высокочастотными характеристиками и удовлетворять требованиям, предъявляемым к оборудованию высокого напряжения. Выбор целесообразно начинать с высоковольтных параметров аппаратуры обработки и присоединения.

Выбор конденсаторов связи. Конденсаторы связи выбираются по рабочему напряжению линии электропередачи (табл. 5).

Таблица 5

Данные конденсаторов связи

Напряже- ние линии, кВ	Рекомендуемый тип	Количество конденсаторов в комплекте	Результи- рующая емкость присоеди- нения (ПФ)	Размер и вес одного кон- денсатора	
				мм	кг
6—10—20	СММ-20/ $\sqrt{3}$ -0,035	1	35 000	440×185×92	14
35	СММ-20/ $\sqrt{3}$ -0,035	3	11 667	440×185×92	14
35	СММ-20/ $\sqrt{3}$ -0,107	3	35 667	455×324×112	26
35	СМР-55/ $\sqrt{3}$ -0,0044	1	4 400	798×436	175

Подобранный по рабочему напряжению конденсатор связи обладает определенной емкостью, величина которой определяет настройку системы «конденсатор связи — фильтр присоединения» на полосу пропускания частот всех каналов, работающих по данной фазе.

Расчет величины полосы пропускания, обусловленной заданной емкостью конденсатора связи, выполняется по формуле

$$\Delta f = f_{\text{в}} - f_{\text{н}} = 2\pi f_m^2 Z_{\text{ф.п}} C_{\text{к.с}},$$

где $f_{\text{в}}$, $f_{\text{н}}$ — соответственно верхняя и нижняя границы рабочей полосы пропускания; $f_m = \sqrt{f_{\text{в}} f_{\text{н}}}$ — средняя

геометрическая частота полосы пропускания; $f_{\text{ф.п}}$ — входное сопротивление фильтра присоединения со стороны линии электропередачи; $C_{\text{к.с}}$ — емкость выбранного конденсатора связи.

Задавшись максимально допустимым затуханием фильтра присоединения в полосе пропускания, равным $a_{\text{ф.п}} = 0,2 \text{ nep}$, можно определить требуемую емкость конденсатора связи, необходимую для пропускания рабочей полосы частот канала

$$C_{\text{к.с}} = \frac{\Delta f}{6\pi f_m^2 Z_{\text{ф.п}}},$$

$Z_{\text{ф.п}}$ обычно выбирают для схемы фаза — земля равным 400 ом.

Если выбранная емкость $C_{\text{к.с}}$ не обеспечивает пропускание указанных частот с заданными потерями, выбирают конденсаторы связи с большой емкостью или идут на увеличение затухания в фильтре присоединения.

Выбор фильтра присоединения. Для распределительных электрических сетей рекомендуются фильтры присоединения типов ОФП-4, ФП-РС-6-35 и УФП-66. Фильтр присоединения ФП-РС-6-35 предназначен для присоединения в. ч. аппаратуры связи и телемеханики типа АРС-64 к воздушным и кабельным сетям 6—35 кВ. Предусматривается настройка фильтра по схеме компенсационного устройства на различные диапазоны аппаратуры АРС-64 от 18 до 66 кГц или включение его по схеме фильтра верхних частот. Универсальный фильтр присоединения типа УФП-66 предназначен для присоединения аппаратуры уплотнения в. ч. каналов связи и телемеханики к ВЛ 6—35 и выше по схеме фаза — земля. При присоединении к ВЛ 6—110 кВ через емкость 17 500 пф фильтр целиком перекрывает диапазон частот 18—600 кГц. Детали, из которых скомплектован фильтр, позволяют скроссировать его по схемам полосового фильтра (ПФ), фильтра верхних частот (ФВЧ) или по автотрансформаторной схеме АТ.

Во всех схемных вариантах фильтр присоединения состоит из собственного фильтра, в который входит конденсатор связи, элементов защиты и согласовывающего трансформатора.

Технические данные фильтров даны в табл. 6. Характеристики фильтров ОФП-4 приведены в разделе IV «Руководящих указаний по проектированию в. ч. кана-

Данные фильтров присоединения

Тип филь-тра при-соединения	Вариант включения фильтра	Напряжение ВЛ, кВ	Тип конденсатора связи и емкость, пф	Рабочие диапазоны частот фильтров присоединения, кГц	Сопротивление фильтров, ом
УФП-66	ФВЧ	6—20	СММ-20/ $\sqrt{3}$ -0,035 (35 000)	28—600	200
	ПФ	35	СМР-55/ $\sqrt{3}$ -0,0044 (4 400)	47—79	400
				54—110	400
				65—154	400
				80—123	200
				108—230	200
				124—311	200
	ФВЧ	35	СМР-55/ $\sqrt{3}$ -0,0044 (4 400)	52—600	800
				76—600	600
				104—600	400
212—600				200	
ФВЧ	35	3СММ-20/ $\sqrt{3}$ -0,035 (11 667)	14—600	800	
			18—600	600	
			32—600	400	
			52—600	200	
УФП-66	ПФ	110	2СМР-55/ $\sqrt{3}$ -0,0044 (2 200)	49—81	800
				63—105	600
				65—156	800
				68—96	400
				73—142	600
				80—125	400
				92—250	600
				108—220	400
				126—324	400
				ФВЧ	110
144—600	600				
ФВЧ	110	СМР-110/ $\sqrt{3}$ -0,0064 (6 400)	200—600	400	
			40—600	800	
ФВЧ	110	СМР-110/ $\sqrt{3}$ -0,0064 (6 400)	50—600	600	
			72—600	400	
			152—600	200	
			47—135	400	
ПФ	110	СМР-110/ $\sqrt{3}$ -0,0064 (6 400)	72—140	200	
			90—224	200	
			40—600	800	
ФВЧ	110	6СММ-20/ $\sqrt{3}$ -0,035 (5 833)	54—600	600	
			80—600	400	
			42—87	400	
ПФ	110	6СММ-20/ $\sqrt{3}$ -0,035 (5 833)	73—140	200	
			90—250	200	

Тип фильтра присоединения	Вариант включения фильтра	Напряжение ВЛ, кВ	Тип конденсатора связи и емкость, пФ	Рабочие диапазоны частот фильтров присоединения, кГц	Сопротивление фильтров, Ом
ФП-РС-6-35	ФВЧ	6—35	ЗСММ-20/ $\sqrt{3}$ -0,035 (11 667)	18—66 27—66 54—66	800 400 200
	ФВЧ	6—35	ЗСММ-20/ $\sqrt{3}$ -0,107 (35 667)	18—66 36—66	200, 400, 800 100
	ФВЧ	6—35	СММ-20/ $\sqrt{3}$ -0,107 (107 000)	18—66	100, 200, 400
	ФВЧ	6—35	СММ-20/ $\sqrt{3}$ -0,035 (35 000)	18—66 27—66 54—66	400 200 100
	КУ	6—35	СМР-55/ $\sqrt{3}$ -0,0044 (4 400)	18—30 18—300 27—39 36—48 45—57 36—66 27—57 54—66	1 200 100 100, 400, 1 200 100, 400, 1 200 100, 400, 1 200 100, 400, 1 200 100, 400, 1 200 100, 400, 1 200

лов по линиям электропередачи напряжением 35—500 кВ», выпущенных Энергосетьпроектом за № 15-78 ТМ. Частотные характеристики затуханий и входных сопротивлений фильтров присоединения типа ФП-РС-6-35 и УФП-66 приведены в типовом проекте 407-0-30, выпущенном ВНИПИсельэлектро в 1967 г.

Выбор высокочастотных заградителей. Выбор высокочастотных заградителей производится, во-первых, по высоковольтным параметрам линии электропередачи и, во-вторых, по полосе частот, которую должен запереть заградитель. Выбор заградителей по высоковольтным параметрам осуществляется сравнением паспортных величин (рабочего тока, термической и динамической устойчивости) заградителя с установившимся и ударным токами короткого замыкания линии электропередачи и ее номинальным рабочим током. Заградитель пригоден для установки на данной линии, если выдержаны сле-

дующие соотношения:

$$I_{\text{н.дл}} \geq I_{\text{макс. раб}};$$

$$I_{\text{н.т}} \geq I_{\infty} \sqrt{t},$$

$$i_{\text{н.д}} \geq i_{\text{уд}};$$

$I_{\text{н.дл}}$ — номинальный длительный ток, прохождение которого через силовую катушку заградителя не вызывает ее перегрева выше предусмотренного ГОСТ 8024-56; нормируется в амперах ($I_{\text{действ}}$). $I_{\text{н.т}}$ — номинальный ток термической устойчивости, т. е. ток, который заградитель может выдержать без повреждений в течение одной секунды; нормируется в килоамперах ($ка_{\text{действ}}$). $i_{\text{н.д}}$ — ток динамической устойчивости заградителя — амплитуда максимально допустимого тока, характеризующего электродинамическую устойчивость заградителя; нормируется в килоамперах ($ка_{\text{макс}}$). $I_{\text{макс. раб}}$ — максимальный рабочий ток в линии в форсированном режиме; измеряется в амперах ($I_{\text{действ}}$). I_{∞} — установившийся ток короткого замыкания на линии в месте подключения высокочастотного заградителя в максимальном режиме работы энергосистемы; измеряется в килоамперах ($ка_{\text{действ}}$). $i_{\text{уд}}$ — амплитуда ударного тока короткого замыкания; измеряется в килоамперах ($ка_{\text{макс}}$).

Величина максимального рабочего тока $I_{\text{макс. раб}}$ на каждом участке линии может быть рассчитана, исходя из суммарной мощности всех подстанций, подключенных к линии, и напряжения высоковольтной линии. Значения установившегося тока короткого замыкания I_{∞} для существующих линий и подстанций должны быть получены в энергосистеме; для проектируемых подстанций эти значения рассчитываются проектировщиками релейной защиты.

Амплитуда ударного тока короткого замыкания $i_{\text{уд}}$ определяется из величины установившегося тока короткого замыкания по формуле

$$i_{\text{уд}} = 1,8\sqrt{2} I_{\infty} = 2,55 I_{\infty}, \text{ ка.}$$

При сравнении величин $I_{\text{н.т}} \geq I_{\infty} \sqrt{t}$ входящая в данную формулу величина t характеризует время в секундах от начала короткого замыкания до его отключения (в сельских распределительных сетях порядка 2,6 сек).

Сравнивая расчетные величины с паспортными данными заградителей, приведенными в табл. 7, устанавливают тип пригодного заградителя.

Таблица 7

Электрические данные высокочастотных заградителей

Тип в. ч. заградителя	Индуктивность, мкн	Номинальный ток, а	Термическая устойчивость в течение 1 сек, ка	Динамическая устойчивость, ка	Напряжение ВЛ, кв
ВЧЗС-100В	1,3	100	4,5	17,0	6—20, 35, 110
ВЧЗС-100Н	1,3	100	4,5	17,0	6—20, 35, 110
ВЧЗС-300В	1,3	300	10,5	28,0	6—20, 35, 110
(разрабатывается)					
ВЗ-600	0,25	600	20,0	30,0	35—110

После выбора заградителя по высоковольтным параметрам производят проверку его по полосе заграждения. В табл. 8 приведены величины R , L , C элементов настройки заградителя в зависимости от схемы и полосы настройки по полному сопротивлению для заградителей ВЗ-600-0,25 и ВЧЗС-100.

Пример выбора высокочастотных заградителей. По ВЛ 110 кв между двумя подстанциями организуется в. ч. канал на аппаратуре ВЧА-СЧ с частотами 102 — 110 кгц.

Высоковольтная линия имеет следующие параметры:

максимальный рабочий ток в линии в форсированном режиме составляет $I_{\text{макс.раб}} = 106$ а;

установившийся ток короткого замыкания на шинах подстанции № 1 составляет $I_{\infty} = 2,66$ ка, а амплитуда ударного тока короткого замыкания составит $i_{\text{уд}} = 2,55 \times I_{\infty} = 2,55 \cdot 2,66 = 6,78$ ка;

установившийся ток короткого замыкания на шинах подстанции № 2 составляет $I_{\infty} = 1,6$ ка, а амплитуда ударного тока короткого замыкания составит $i_{\text{уд}} = 2,55 \cdot 1,6 = 4,08$ ка.

При выборе типа заградителя, как указывалось выше, прежде всего должны соблюдаться условия:

$$I_{\text{макс.раб}} \leq I_{\text{н.дл}},$$

где $I_{\text{н.дл}}$ — номинальный длительный ток, прохождение которого через силовую катушку заградителя допустимо. Для заградителя ВЧЗС-100-В значение $I_{\text{н.дл}} = 100$ а, следовательно, применить его в данном случае нельзя и условие $I_{\text{макс}} \leq I_{\text{н.дл}}$ не соблюдается.

Для заградителя ВЗ-600-0,25 $I_{\text{н.дл}} = 600$ а.

Выбрав ВЗ-600-0,25 производится проверка по токам динамической и термической устойчивости заградителя.

При этом производится проверка выполнения следующих условий:

$$i_{уд} \leq i_{н.д}$$

где $i_{н.д}$ — ток динамической устойчивости заградителя, *ка*.

Для заградителя ВЗ-600-0,25 $i_{н.д} = 30$ *ка* (см. табл. 7); $i_{уд}$ на шинах подстанции № 1 составляет 6,78 *ка*; $i_{уд}$ на шинах подстанции № 2 составляет 4,08 *ка*.

Условие $i_{уд} \leq i_{н.д}$ выполняется, следовательно, по току динамической устойчивости заградитель выбран правильно.

$$I_{\infty} \sqrt{t} \leq I_{н.т},$$

где t — время от начала короткого замыкания до момента отключения, *сек* (принимается равным 2,6 *сек*); $I_{н.т}$ — номинальный односекундный ток термической устойчивости заградителя, *ка*.

Величина $I_{\infty} \sqrt{2,6}$ со стороны подстанции № 1 составляет 4,28 *ка*, а со стороны подстанции № 2 — 2,58 *ка*.

Сравнивая эти величины с $I_{н.т} = 20$ *ка* (см. табл. 7), видно, что по току термической устойчивости заградитель выбран правильно.

После выбора заградителя по токовым параметрам производят проверку его по полосе заграждения.

Пользуясь табл. 8, видим, что наиболее приемлемой для ВЗ-600-0,25 является полосная настройка в полосе 95—150 *кГц*.

Выбор высокочастотной аппаратуры. Аппаратура для образования в. ч. каналов связи по ВЛ разделяется по нескольким признакам. По числу каналов различают одноканальную и многоканальную аппаратуру. По виду передаваемой информации различают специализированную аппаратуру (применяемую для передачи информации одного вида: либо телефонного разговора, либо сигналов телемеханики) и комбинированную. В последней сигналы телемеханики передаются либо одновременно с телефонным разговором путем вторичного уплотнения телефонного канала, либо при отсутствии телефонного разговора. Для передачи ТУ — ТС или аварийно-предупредительной телесигнализации (АПТС) применяются комплексные устройства телемеханики, совмещающие в себе как аппаратуру уплотнения, так и аппаратуру телемеханики. В разветвленных сетях 6 — 110 *кв* применяется главным образом одноканальная аппаратура.

При выборе в. ч. аппаратуры для конкретных каналов следует исходить из следующего:

1. Аппаратура должна обеспечивать передачу заданного объема информации в соответствии со схемой выбранной связи и «Основными положениями по объемам СДТУ в энергосистемах».

Данные для настройки заградителей

Тип настройки заградителя	Полосы настройки по полному сопротивлению, кГц	Сопротивление в полосе настройки, Ом	Элементы ЭН-0,25					
			I_3 , Мгн	L_3 , Мгн	C_1 , пф	C_2 , пф	C_3 , пф	R_3 , Ом
ВЗ-600-0, 25								
Одночастотная резонансная	От 50 до 300	3 500	Не включена	Не включена	10—70 000	Не включена	Не включена	—
			Замкнута ПЗ	0, 11; 0, 14; 0, 17; 0, 21; 0, 455	10—70 000	10—10 000	10—70 000	—
Двухчастотная приглушенная	От 50 до 300	700	То же, но с включенными сопротивлениями R_1 и R_2					
			3, 77 2, 39 1, 47 0, 64 Не включена	0, 455 0, 455 0, 455 0, 455 0, 455	6, 950 4 420 2 700 1 170 800	435 435 435 435 370	3 820 2 430 1 470 650 Не включена	820 820 820 820 820
Полосная	95—150	575	3, 77	0, 455	6, 950	435	3 820	820
	113—197	575	2, 39	0, 455	4 420	435	2 430	820
	136—275	575	1, 47	0, 455	2 700	435	1 470	820
	172—500	575	0, 64	0, 455	1 170	435	650	820
	200—560	800	Не включена	0, 455	800	370	Не включена	820

Тип настройки заградителя	Элементы ЭН-0,25						
	Полосы настройки по полному сопротивлению, кГц	Сопротивление в полосе настройки, Ом	$L_3, \text{Мгн}$	$L_3, \text{Мгн}$	$C_3, \text{пф}$	$C_3, \text{пф}$	$R_3, \text{Ом}$
Одночастотная при- туленная	ВЧЗС-100Н						
	27—39	300	—	—	22 500	—	—
	36—48	600	—	—	14 100	—	—
	45—57	900	—	—	10 000	—	—
	54—66	800	—	—	6 600	—	—
	ВЧЗС-100В						
	43—62	400	—	—	10 510	—	—
	50—90	400	—	—	5 910	—	—
	58—94	600	—	—	4 950	—	—
	64—120	700	—	—	3 400	—	—
	95—185	700	—	—	1 550	—	—
	110—165	700	—	—	1 205	—	—
	118—290	700	—	—	900	—	—
	160—490	800	—	—	450	—	—
210—500	900	—	—	255	—	—	
280—680	1 200	—	—	195	—	—	

2. Аппаратура должна соответствовать классу напряжения ВЛ и параметрам в. ч. тракта, организованного по этим линиям.

3. Аппаратура должна работать в выбранном диапазоне частот. Если указанным условиям удовлетворяют несколько типов аппаратуры, то при дальнейшем выборе учитывают экономические соображения, удобства эксплуатации и перспективу развития схемы в. ч. каналов.

Из выпускаемой в настоящее время промышленностью аппаратуры уплотнения для сетей 6—20 кВ и разветвленных сетей 35—110 кВ находит применение следующая аппаратура: АРС-64, АС-2, ТС-2М, ВЧА-1ТФ, ВЧУ-1ТФ, ВЧА-СЧ, КМК-64, МК-60М, МК-Ц/Д.

В табл. 9 приведены технические данные указанных типов аппаратуры. Для диспетчерской и технологической связи ПЭС и РЭС с эксплуатационными участками и подстанциями с дежурством на дому, а также при необходимости передачи АПТС с подстанции централизованного обслуживания по ВЛ напряжением 35 кВ следует применять как наиболее экономичную аппаратуру АРС-64 и АС-2. Для подстанций 35 и 110 кВ централизованного обслуживания, с которых необходимо передать АПТС в объеме двух сигналов, целесообразно использовать аппаратуру ТС-2М. Аппаратура имеет также симплексный канал связи, который служит для организации служебной связи. Для организации телефонной связи и передачи телесигнализации в распределительных сетях 6—20 кВ целесообразно применять аппаратуру АРС-64, МП и АС-2. Следует иметь в виду, что в ранее опубликованной литературе указывалось, что аппаратура АРС-64 обеспечивает телефонный разговор и передачу аварийно-предупредительной телесигнализации с любого из 10 контролируемых пунктов. При эксплуатации аппаратуры АРС-64 было установлено, что в случае передачи АПТС с большого количества КП перегружается групповой тракт приемника телесигнализации. Для исключения указанного явления в настоящее время аппаратура АРС-64 выпускается в объеме, предусматривающем телефонную связь ДП с любым из 10 КП и АПТС с любых пяти из этих КП.

Аппаратура АС-2 выпускается для передачи АПТС с 10 КП с двумя группами спектров по 5 КП в каждой группе. В первой группе АПТС передается как и в АРС-64-КП на частотах 2,5; 2,9; 3,3; 3,7 или 4,1 кГц в спек-

Технические данные высокочастотной аппаратуры связи по ВЛ

№ п/п.	Наименование величин	АРС-64	АС-2	ТС-2М	ВЧА-1ТФ	ВЧА-СЧ	КМК-64	МК-60М	МК-Ц/Д
1	Диапазоны рабочих частот, кгц	18—66	18—70	40—500	40—500	40—500	45—350	50—350	40—350
2	Объем и характеристика передаваемой информации	(1ТФ×10п)+1ТМ×5п	1ТМ×10п	1ТМ×6п+1ТФ×6п	1ТФ+4/4ТМ	1ТФ×10п	(1ТФ+1/3ТМ)	1ТФ+2/2ТМ	1ТФ×5п
3	Класс напряжения ВЛ, кв	6—35	6—35	6—110	110	35—110	35 и выше	35—110	35—110
4	Мощность передатчика, вт	3,0	ИУ—0,4	1,35—3,0	10	3,64	6,25—10	6,25—10	6,25—10
5	Ширина линейного спектра частот в каждом направлении связи, кгц	3,0	—	4,0	3,1	3,1	6,0/5,5	2,6	—

№ п/п.	Наименование величин	АРС-64	АС-2	ТС-2М	ВЧА-1ГФ	ВЧА-СЧ	КМК-64	МК-60М	МК-Ц/Д
6	Минимальные уровни приема на входе в. ч. аппаратуры (при превышении измерительного уровня над помехами на 3 неп, без учета гололеда) на ВЛ: 35 кв неп 10 кв неп	-1,4 -0,4		-2,8 -1,8	-1,74/-1,96 -0,74/-0,96	-1,96 -0,96	-2,1 -1,1	-2,1 -1,1	
7	Перекрываемое затухание (неп) для: ВЛ 35 кв ВЛ 110 кв	5,0 4,0	5 5	6,8 5,8	6,2 5,2	5,0 4,0	6,2 5,2	- -	- -
8	Электропитание: а) от сети переменного тока напряжением, в	127/220	ДУ, ИУ-220 или емкостного отбора мощности	127/220	127/220	127/220	220	220	220

Продолжение табл. 9

№ и/п.	Наименование величин	АРС-64	АС-2	ТС-2М	ВЧА-1ТФ+ВЧУ	ВЧА-СЧ	КМК-64	МК-60М	МК-Ц/Д
8	б) от аккумуляторов напряжением, в	24±5% (резерв)	ДУ-24	24±5% (блок питания)	24±5% (резерв.)	24±5% (резерв.)	—	—	—
	в) потребляемая мощность, вт	22	ДУ-20 ИУ-3,5	24	100 (ТФ) 150 (ВЧ) ВЧУ: 200 (ТФ), 600 (ВЧ)	120	ВЧ-63-240 Н-1—60 МК-63-185	220	—
9	Условия работы:		ИУ—40÷ ÷+40 ДУ-0÷40	0—40		—	—	—	—
	температура, °С	0+40	80	—	—10÷+40 98 при t = 25°С	—10÷+40 98 при t = 25°С	5÷45	5÷45	—
	относительная влажность, %	80					80	70	—

№ п/п.	Наименование величин	АРС-64	АС-2	ТС-2М	ВЧА-1 ТФ+ВЧУ	ВЧА-СЧ	КМК-64	МК-60М	МК-Ц/Д
10	Габариты одной стойки, мм	870× 435× 350	ДУ-475× 585×420 ИУ-350× 225×490	КП-460× 480×340 НЧ-779× 445×288 ВЧ-460× 445×288	970×654×325	970× 654× 325	1 550× 511×29 блок пита- ния 200×500× 410	2 000× 435× 350	—
11	Вес, кг	80	ДУ-40, ИУ-16	КП-22, НЧ-40, ВЧ-20	105 ТФ, 80 НЧ, 105 (ВЧУ-1), 170 (ВЧУ-2)	105	140	160	
12	Относительная стоимость оборудования: ДП, руб. КП, руб.	1 400 1 200/582	800 256	2 278 1 290	ВЧА-1ТФ-3402 ВЧУ-1ТФ-5037	2 940 2 940	3 540 1 770	1 385 1 385	

Примечание: ТФ — телефонный канал; 1/3 ТМ — каналы телемеханика; в числителе количество каналов в направлении ДП—КП; в знаменателе — в обратном направлении; n — количество направлений (контролируемых объектов).

трах нижних боковых полос КП (исполнительное устройство — ИУ). При этом используются несущие 27, 36, 45, 54, 63 или 72 кГц. Во второй группе АПТС передается на частотах 2,7; 3,1; 3,5; 3,9 или 4,3 кГц в спектрах верхних боковых полос ИУ. При этом используются несущие 15, 24, 33, 42, 51 или 60 кГц. В случае, если в одном канале необходимо обеспечить АПТС не более чем с 5 КП, можно использовать схему, представленную на рис. 13. На тех КП, с которых передача АПТС по условиям эксплуатации не требуется, устанавливается аппаратура АРС-64-КП (без использования блоков телесигнализации) или упрощенная аппаратура АРС-64-МП. Выбор типа аппаратуры определяется экономическими соображениями и условиями эксплуатации КП. Аппаратура АРС-64-КП снабжена полной автоматикой только на одного абонента. При отдельном заказе специальной приставки обеспечивается подключение второго абонента (телефонный аппарат АТС, линия на коммутатор или АТС) или двухпроводный переприем на АРС-64-ДП другого канала. При соединении ДП с одним из КП все другие КП блокируются. АРС-64-МП телефонной автоматикой не имеют и связь обеспечивается только с одним абонентом.

Блокировка МП, не участвующих в разговоре, не производится. Если в одном канале необходимо обеспечить передачу АПТС более чем с 5 КП, то с остальных КП передача сигналов АПТС осуществляется при помощи аппаратуры АС-2. Практически же целесообразность объединения одним каналом более 5 КП может встретиться редко. Аппаратура ВЧА-1ТФ, ВЧА-СЧ и КМК-64 применяется для организации диспетчерской и технологической связи и телемеханики ПЭС с ЦДП и РЭС. При организации каналов связи по ВЛ 110 кВ по двум направлениям (с двумя объектами) целесообразно применять аппаратуру КМК-64, которая является более экономичной и занимает меньшую полосу частот. Для организации телефонной связи ПЭС и РЭС с эксплуатационными участками электросетей или с контролируемыми подстанциями напряжением 110 и 35 кВ, на которых имеется дежурный персонал, целесообразно использовать аппаратуру типа МКЦ и ВЧА-СЧ. Аппаратуру ВЧА-СЧ, имеющую полосу эффективно передаваемых частот телефонного канала 0,3—2,4 кГц, целесообразно использовать для организации каналов связи с

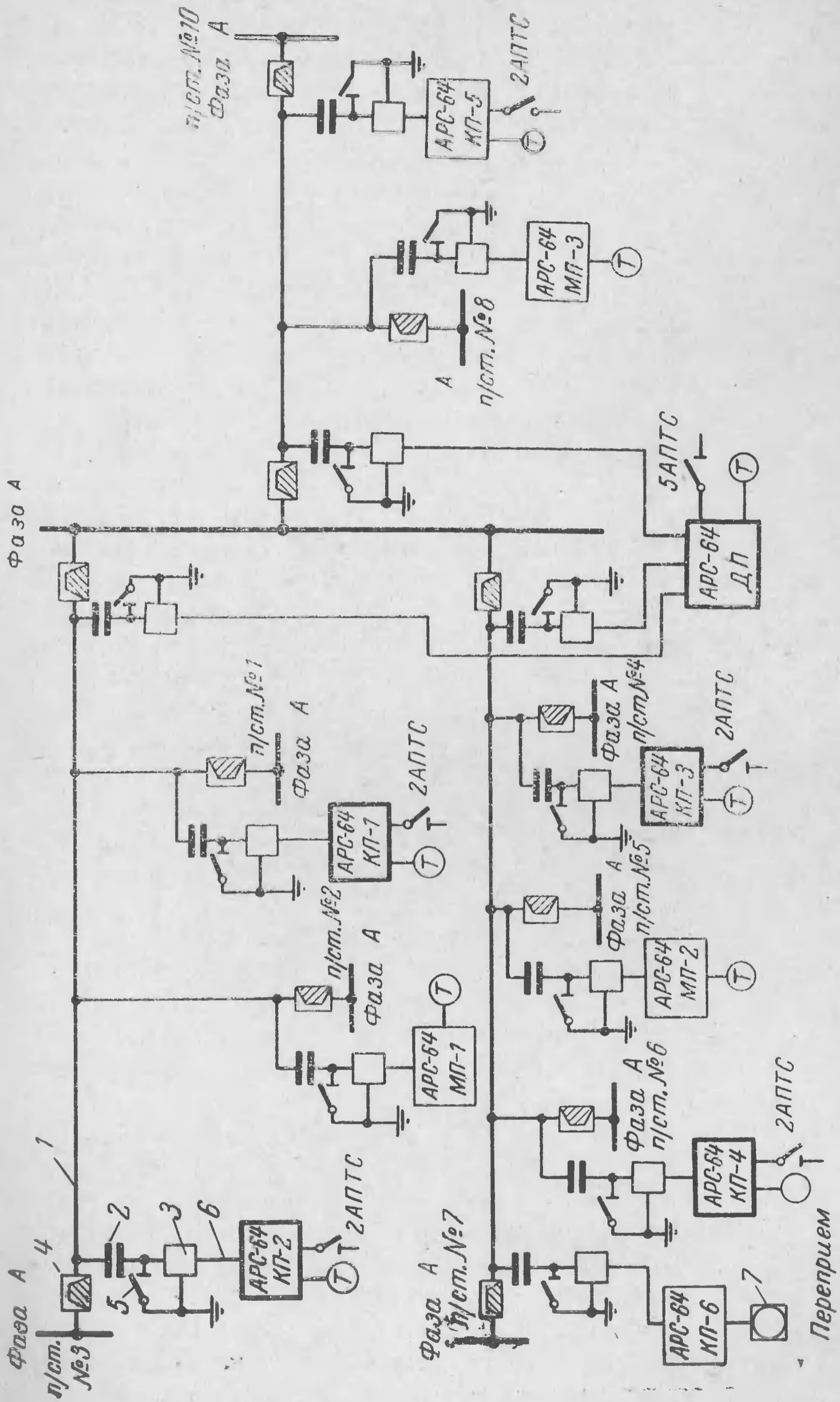


Рис. 13. Схема в. ч. канала связи на аппаратуре APC-64 при передаче АПТС с пяти подстанций.

1 — линия электропередачи; 2 — конденсатор связи; 3 — фильтр присоединения; 4 — высокочастотный соединительный кабель; 5 — заземляющий нож; 6 — высокочастотная соединительная линия; 7 — приставка автоматки.

переприемами и при необходимости организации связи «каждого с каждым». В ряде случаев есть необходимость, помимо канала телефонной связи между ДПРЭС и подстанциями, организованного на аппаратуре ВЧА-СЧ, передавать с подстанции аварийный и предупредительный сигнал на диспетчерский пункт. В этом случае может применяться схема, при которой для передачи телесигнализации используется аппаратура ТС-2М. Оба в. ч. канала телесигнализации и телефонной связи организуются по одной фазе с использованием на каждой подстанции одного общего для обоих каналов комплекта элементов обработки и присоединения. Малогабаритная аппаратура ТС-2М, АРС-64 может размещаться в ячейке телемеханики и связи типа ЯТС-66, выполненной на базе шкафов КРН-10.

Рекомендации по выбору частот. Выбор частот для канала связи и телемеханики по распределительным сетям 6—10 и 35 кВ имеет свои особенности и может производиться в следующей последовательности:

1. Для каналов в. ч. связи по линиям 35 кВ следует использовать полосы частот 18—70 и 350—500 кГц. Нижнюю полосу рекомендуется применять для протяженных линий 35 кВ (более 60 км) в гололедных районах и для разветвленных сетей 35 кВ с наличием подстанций на ответвлениях, а верхнюю полосу — для коротких линий 35 кВ с промежуточными подстанциями, где выполняются в. ч. обходы. При использовании указанных полос следует иметь в виду, что запрещается организация в. ч. каналов по ВЛ всех классов напряжения на частотах общесоюзного радиовещания и частотах бедствия 500 ± 4 кГц. Частоты местных радиовещательных станций подлежат ограждению в зонах их действия радиусом до 300 км. Их использование в в. ч. каналах допускается по согласованию с областными (краевым) производственно-техническими управлениями Министерства связи.

2. Для организации в. ч. каналов по сложным распределительным сетям с большим количеством ответвлений наиболее подходящим является диапазон частот 18—70 кГц, так как использование более высоких частот приводит к необходимости полной обработки сети с помощью заградителей, устройства в. ч. обходов и т. д., что влечет за собой ухудшение параметров в. ч. трактов и удорожание каналов связи.

3. Частоты комбинированных каналов связи по сетям 6—10/0,4 кВ с переходом сигналов через силовые трансформаторы следует выбирать с учетом минимальных потерь в этих трансформаторах в полосе 15—50 кГц.

4. В распределительной сети 6—35 кВ с кабельными вставками верхняя граница рабочего диапазона частот практически ограничивается частотами 100—150 кГц из-за резкого увеличения затухания, вносимого кабелем.

5. При использовании распределительной сети 6—20 кВ для передачи аварийно-предупредительной телесигнализации предпочтение также следует отдать в. ч. части диапазона, где затраты на в. ч. обработку будут существенно ниже.

6. При выборе рабочих частот каналов связи по линиям электропередачи необходимо учитывать частоты радиостанций центрального вещания, работающие в данном районе (до 300 км).

При наличии вблизи трассы линии электропередачи проводных линий, уплотненных трех- или двенадцатиканальной аппаратурой, учитывать частоты этой аппаратуры.

7. В сети, питающейся от тяговых подстанций железнодорожного транспорта, возможен повышенный уровень в. ч. помех, поэтому при организации в. ч. каналов в таких сетях их рабочие частоты не следует выбирать ниже 40 кГц, где уровень помех резко возрастает.

8. В отличие от кольцевых сетей напряжением 110 кВ и выше сети 6—35 кВ обычно выполняются радиальными с односторонним питанием, т. е. являются изолированными системами, поэтому в этих сетях допустимо применение одних и тех же частот через один участок линии более высокого напряжения. При этом переходное затухание между двумя сетями 35 кВ, питающимися от общей линии 110 кВ, можно принять равным 7,0 неп. При выборе частот в. ч. каналов необходимы следующие исходные материалы: схемы электрической сети, в которой организуется в. ч. канал; схемы существующих и ранее запроектированных в. ч. каналов как в данной сети, так и в смежных сетях одного класса напряжения; перспективную схему организации в. ч. каналов на ближайшие 5 лет; данные о радиовещательных станциях и специальных установках, работающих на частотах 18—500 кГц; данные о проводных линиях Министерства

связи, уплотненных многоканальной аппаратурой; сведения о гололедности района и технические характеристики применяемой в. ч. аппаратуры связи по линиям электропередачи.

Порядок выбора частот

1. На основании графика частот для данной энергосистемы определяют свободные полосы частот, в которых можно разместить проектируемый в. ч. канал связи. При отсутствии графика частот необходимо составить его для данной сети и прилегающих к ней подстанций.

2. Из нескольких свободных полос выбирают ту, которая наиболее удовлетворяет рекомендациям, изложенным выше.

3. При выборе частот в диапазоне 18—70 кГц учитывают, что для ВЛ 35 кВ следует выбирать в первую очередь полосу 50—70 кГц и лишь при ее занятости другими каналами использовать частоты 30—50 кГц. Полосу частот 18—30 для ВЛ 35 кВ можно применять лишь как исключение при отсутствии свободных частот в сети и только для прямых в. ч. трактов без обходов. При этом необходимо учитывать, что в. ч. заградитель ВЧЗС-100 запирает полосу частот, начиная с 27 кГц. Поскольку входное сопротивление шин тупиковых и промежуточных подстанций (на ответвлениях) 35 кВ на частотах 18 кГц превышает во всех случаях 800 Ом, для нормальной работы в. ч. канала частоты 18—21 кГц можно не запирают заградителями, ограничиваясь применением переносных заградителей в случае заземления ВЛ по концам при ремонтных работах. В распределительных сетях 6—20 кВ частоты канала выбирают таким образом, чтобы обрабатывать наименьшее число ответвлений. С этой целью

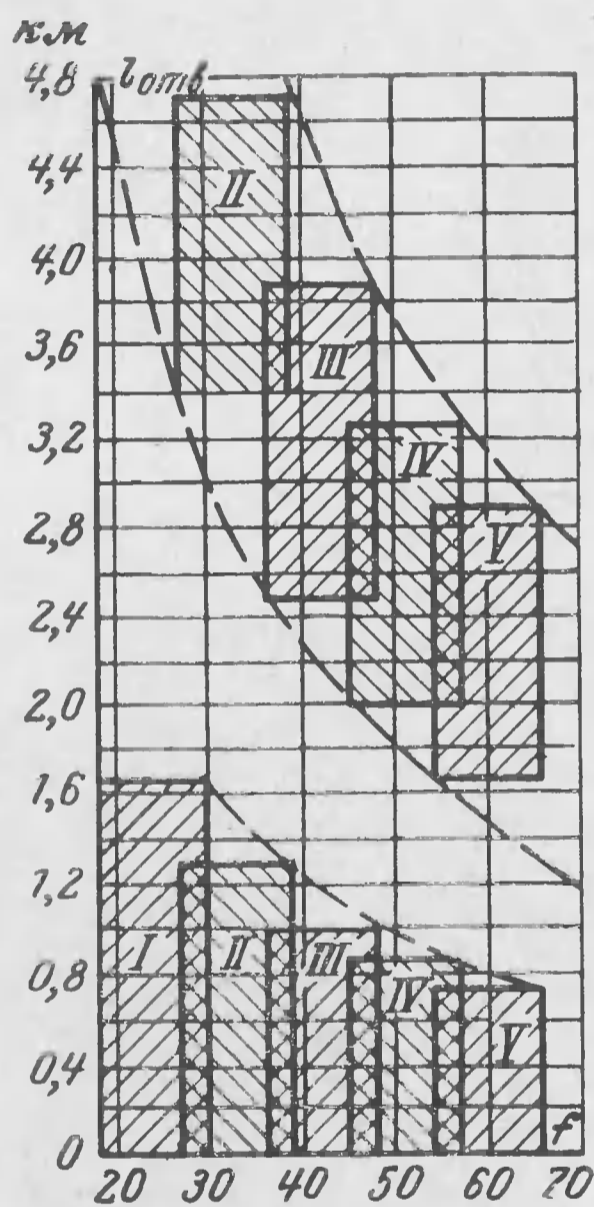


Рис. 14. График зависимости длины ответвлений, вносящих затухание, от частотного диапазона аппаратуры АРС-64.

необходимо вначале составить таблицу длин ответвлений для в. ч. тракта и нанести эти длины на графике, изображенном на рис. 14. Оптимальный диапазон для аппаратуры типа АРС-64 будет лежать в той заштрихованной полосе, которую будут пересекать наименьшее число горизонтальных линий, соответствующих длинам ответвлений. Такой же график можно построить в указанном диапазоне для полосы частот 8 кГц аппаратуры типа ВЧА-СЧ.

4. Для полосы частот 350—500 кГц выбор частот следует начинать с определения наибольшей возможной частоты для данного канала. Выбор частот в. ч. каналов связи по ВЛ 110 кВ выполняется с учетом существующих и ранее запроектированных в. ч. каналов таким образом, чтобы обеспечить размещение в используемом диапазоне максимального количества каналов. Выбор частот каналов по ВЛ 110 кВ и выше следует осуществлять согласно «Руководящим указаниям по выбору частот в. ч. каналов по проводам линий электропередачи 35—500 кВ» (БТИ ОРГРЭС, Москва, 1964 г.), «Высокочастотные тракты по линиям электропередачи» (рекомендации и нормы, изд-во «Энергия», 1964 г.), а также инструктивным и директивным материалам Министерства энергетики и электрификации СССР.

6. ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИЯ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Объем телемеханизации комплектных трансформаторных подстанций (КТП). Объем средств управления КТП должен определяться в зависимости от схемы электрических соединений, мощности силовых трансформаторов, режимов работы оборудования, значения КТП в энергетической системе, форм ее оперативного обслуживания и ряда других факторов. Применительно к КТП 35/6—10 кВ тупикового, проходного и узлового типов, сооружаемых по сетке схем первичных электрических соединений, разработанных Сельэнергопроектом, может быть рекомендован следующий объем телемеханики: для всех КТП напряжением 35/10—6 кВ независимо от формы их оперативного обслуживания предусматривается, как правило, передача аварийно-предупредительной телесигнализации (АПТС) в объеме двух-трех

сигналов на диспетчерский пункт района или предприятия электросетей, которому оперативно подчинена подстанция, или на оперативно эксплуатационный пункт (ОЭП), при котором базируется ОВБ. В этом случае может быть рекомендовано следующее примерное распределение телесигналов: аварийное отключение любого из присоединений и основного оборудования подстанции — один общий сигнал «авария»; неисправность основного и вспомогательного оборудования и цепей вторичных соединений подстанции — один общий сигнал «неисправность на подстанции»; земля в сети 6—10 кВ (может быть включен в общий сигнал «неисправность на подстанции»).

Для КТП 35/10—6 кВ двухтрансформаторных, проходных с предохранителями, отделителями (ОД) и короткозамыкателями (КЗ), тупиковых с ОД и КЗ в цепи трансформаторов, проходных с масляными выключателями (ВМ) в цепи ВЛ 35 кВ может быть предусмотрено расширение объема АПТС, например: телесигнализация положения выключателей ввода 35 и 6—10 кВ; телесигнализация положения секционного выключателя 6—10 кВ; «авария» и один общий сигнал об аварийном отключении любого из присоединений и основного оборудования подстанций; «неисправность на подстанции» — один общий сигнал о неисправности основного и вспомогательного оборудования и цепей вторичных соединений подстанции.

Для КТП узлового типа с ВМ в цепи трансформаторов и ВЛ-35, с перемычкой, с односторонним или двусторонним питанием, участвующей в общей схеме распределения перетоков мощности и регулирования напряжения в сложных кольцевых сетях, может быть предусмотрен следующий объем телемеханики: телеуправление линейными и секционными выключателями 35 кВ; телеуправление выключателями ввода 35 и 6—10 кВ; телесигнализация положения телеуправляемых выключателей; телесигнализация положения выключателей отходящих линий, питающих ответственных потребителей; общий сигнал «авария»; общий сигнал «Неисправность на подстанции».

Телемеханизация подстанций на аппаратуре ТС-2М. Схемы построения в. ч. каналов телесигнализации зависят от системы обслуживания подстанций и места размещения диспетчерского пункта, а также от конфигура-

ции и класса напряжения электрических сетей, по которой организуется в. ч. канал.

На рис. 15 показана схема в. ч. канала телесигнализации с четырьмя контролируемыми подстанциями, расположенными радиально относительно диспетчерского пункта. Комплектные трансформаторные подстанции 35/10 кВ выпускаются Мытищинским электромеханическим заводом и заводом «Электрощит». Схемы цепей вторичной коммутации подстанций, выпускаемых этими заводами различны. Схема сигнализации с подстанций Мытищинского завода монтируется в шкафу трансформатора напряжения (рис. 16). Схема вторичной коммутации подстанции позволяет передавать два сигнала — аварийный и предупредительный. Схемой центральной сигнализации подстанции предусмотрено два выходных реле, т. е. выходное реле аварийной сигнализации (4РП) и выходное реле предупредительной сигнализации (5РП). Все указательные реле сигнализации подключены к выходным реле, следовательно, выходные реле срабатывают при любой аварии. В представленной схеме телесигнализации каждый сигнал (аварийный или предупредительный) передается нормально открытыми контактами выходных реле. Следовательно, при появлении аварийного сигнала на подстанции в схеме центральной сигнализации срабатывает первоначально реле ЗРП (реле-повторитель), которое своим нормально открытым контактом подключает дополнительное сопротивление (1С) параллельно реле 4РП; последнее срабатывает и выдает сигнал в схему телесигнализации. Схема телесигнализации для передачи аварийного сигнала собирается следующим образом: нормально открытый контакт реле ЗРП (6—7) соединяется последовательно с нормально-открытым контактом реле 4РП (5—6) и выводится на зажимы 1—16 и 1—17 в ячейке трансформатора напряжения. При появлении предупредительного сигнала на подстанции в схеме центральной сигнализации срабатывает первоначально также реле ЗРП (реле-повторитель), которое своим нормально-открытым контактом подключает дополнительное сопротивление (2С) параллельно реле 5РП; последнее срабатывает и выдает сигнал в схему телесигнализации. Цепь для передачи предупредительного сигнала в схему устройства телесигнализации собирается следующим образом: нормально открытый контакт реле ЗРП (9, 10) соединяется последовательно с нормально открытым

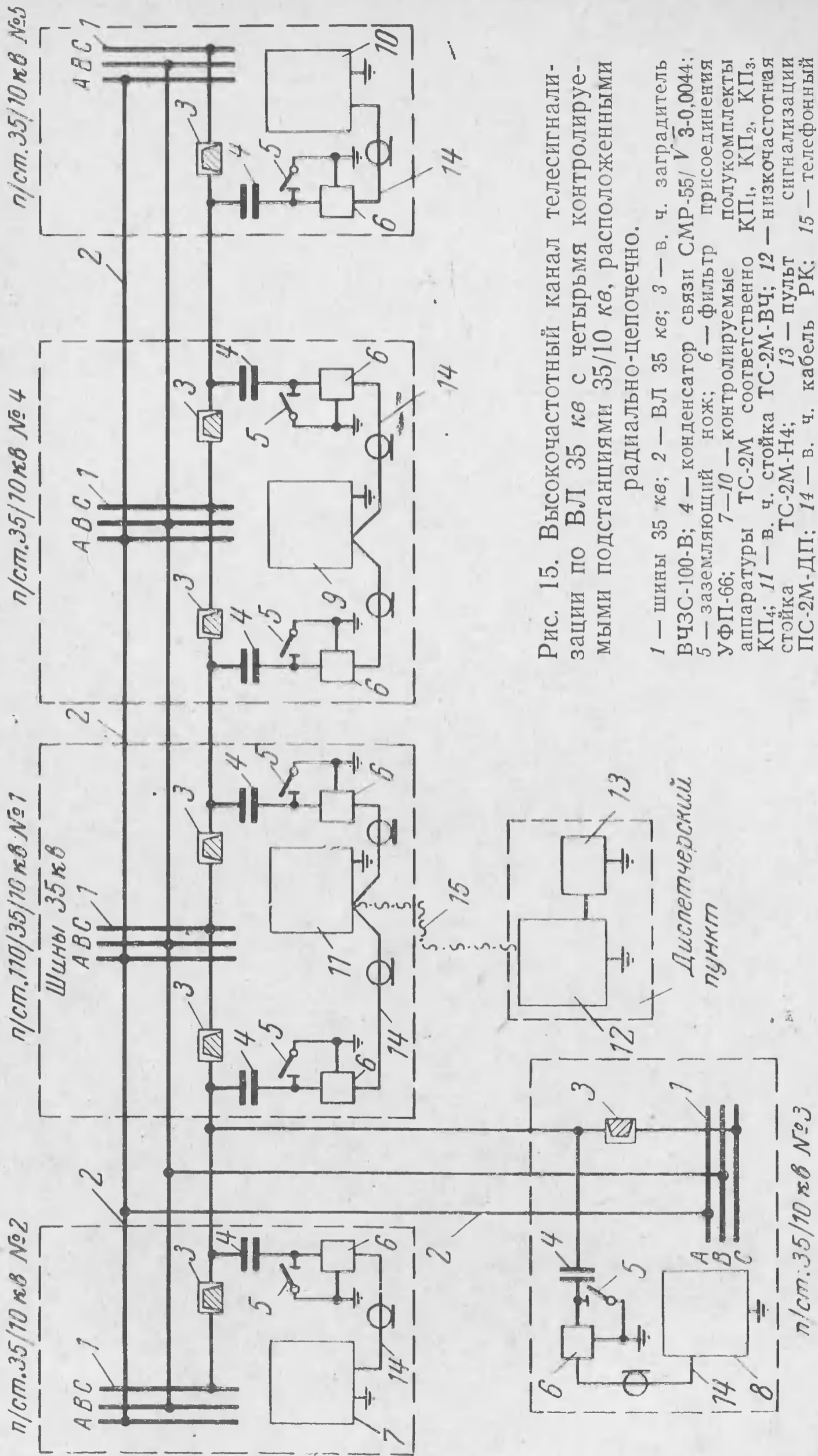
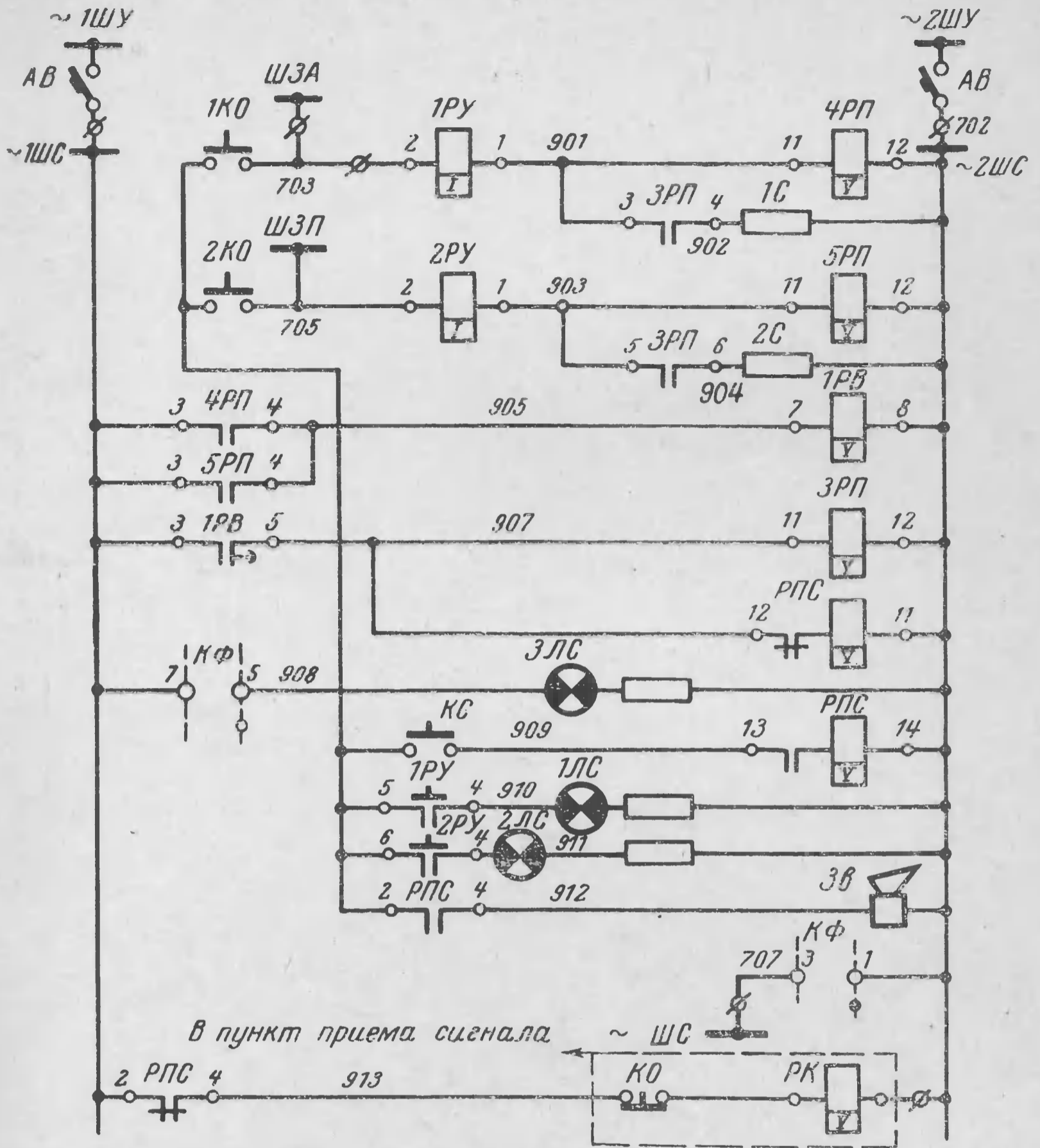
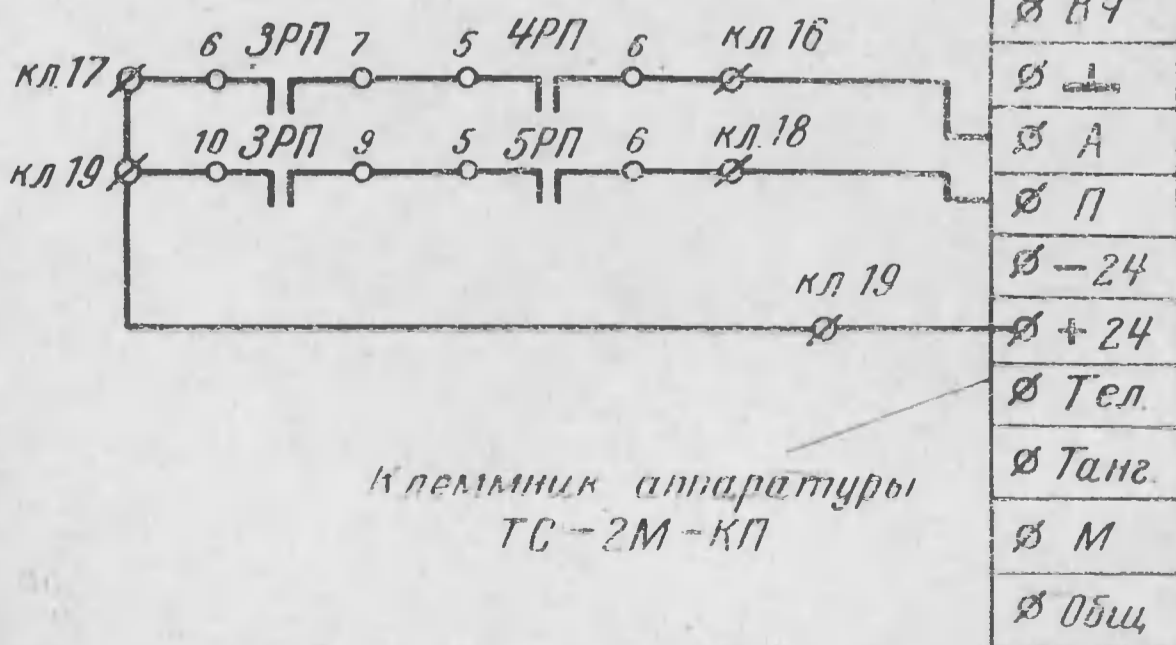


Рис. 15. Высокочастотный канал телесигнализации по ВЛ 35 кВ с четырьмя контролируемыми подстанциями 35/10 кВ, расположенными радиально-цепочечно.

1 — шины 35 кВ; 2 — ВЛ 35 кВ; 3 — в. ч. заградитель ВЧЭС-100-В; 4 — конденсатор связи СМР-55/ V 3-0,0044; 5 — заземляющий нож; 6 — фильтр присоединения УФП-66; 7-10 — контролируемые полукомплекты аппаратуры ТС-2М соответственно КП₁, КП₂, КП₃, КП₄; 11 — в. ч. стойка ТС-2М-ВЧ; 12 — низкочастотная стойка ТС-2М-НЧ; 13 — пульт сигнализации ПС-2М-ДП; 14 — в. ч. кабель РК; 15 — телефонный кабель ТЗБ-3Х4Х1,2 длиной до 20 км.



Цепи телесигнализации



Клеммник аппаратуры
ТС-2М-КП

контактом реле 5РП (5, 6) и выводится на зажимы 1—18 и 1—19 в ячейке трансформатора напряжения. Между зажимами 1—17 и 1—19 делается перемычка. К зажимам 1—19 от аппаратуры ТС-2М подается напряжение +24 в. На подстанциях завода «Электроштит» серии К-ХІІІ схема центральной сигнализации монтируется в шкафу трансформатора собственного расхода (рис. 17).

Для передачи аварийного и предупредительного сигналов используются свободные нормально-открытые контакты указательных реле ЗРУ и 4РУ в цепях выходных реле сигнализации 1РП и 2РП. Сигнал об исчезновении напряжения в цепях сигнализации подается через замыкающий контакт реле контроля напряжения (5РП). Таким образом, при появлении аварийного сигнала на подстанции в схеме центральной сигнализации работают реле ЗРУ и 1РУ. Схема телесигнализации для передачи аварийного сигнала собирается следующим образом: нормально-открытый контакт реле ЗРУ (4—6), зажимы 1—14 в шкафу трансформатора собственного расхода. К зажимам 1—18 подводится напряжение +24 в от аппаратуры телесигнализации ТС-2М. Контролируемый полуконкомплект аппаратуры ТС-2М устанавливается в специальной ячейке связи и телемеханики, размещаемой на открытой части подстанции. В зависимости от типа комплектной подстанции, являющейся контролируемым объектом, аппаратура телесигнализации размещается либо в ячейке типа ЯТС-66, либо в ячейке, выполняемой на базе шкафа типа К-ХІІІ. Ячейка связи и телемеханики типа ЯТС-66 выполняется на базе шкафов распреустройства 10 кВ Мытищинского электромеханического завода и выпускается этим заводом серийно. На открытой части подстанции ячейка ЯТС-66 устанавливается в одном ряду со шкафами распреустройства 10 кВ на специальном фундаменте. Конструктивное вы-

Рис. 16. Схема центральной сигнализации подстанции, монтируемой в шкафу трансформатора напряжения ВК-П-42 Мытищинского электромеханического завода и подключение цепей аварийно-предупредительной сигнализации к аппаратуре ТС-2М-КП.

АВ — автоматический выключатель АП-50-2М; *ЗРП* — реле повторитель типа РП-26; *4РП* — реле аварийной сигнализации типа РП-26; *5РП* — реле предупредительной сигнализации типа РП-26; *РПС* — выходное реле центральной сигнализации типа РП-351; *РВ* — реле времени типа ЭВ-248; *5РУ*, *6РУ* — реле указательное типа РУ-21; *Зв* — звонок громкого боя МЗ-1; *1ЛС*, *2ЛС* — арматура сигнальной лампы типа ЛС-53 (красного цвета); *4ЛС* — то же белого цвета; *1С*, *2С* — сопротивления типа ПЭ-25, 300 ом; *КФ* — универсальный пакетный ключ; *1КО*, *2КО*, *КС* — кнопка типа КП.

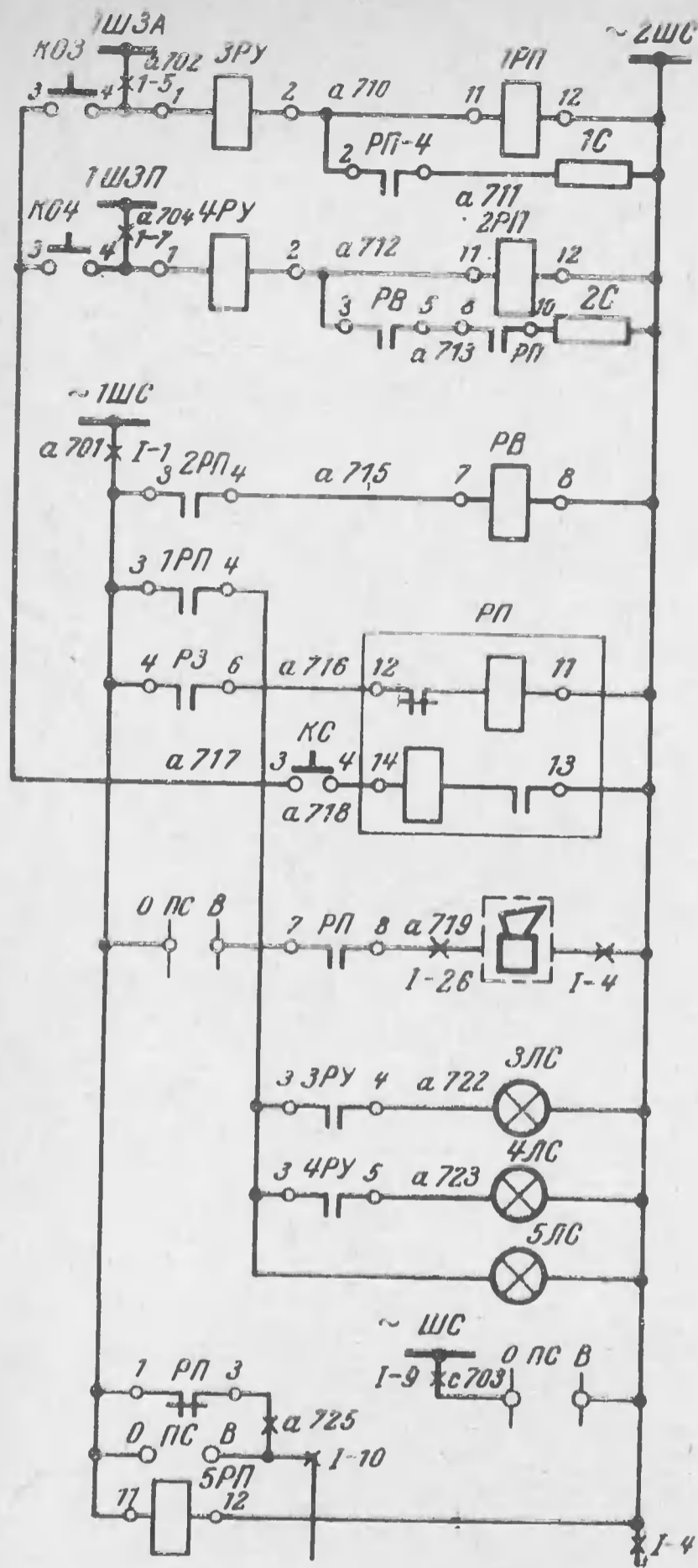


Рис. 17. Схема центральной сигнализации подстанции, монтируемой в шкафу собственного расхода завода «Электрощит» и подключение цепей аварийно-предупредительной сигнализации к аппаратуре ТС-2М-КП.

РП — выходное реле центральной сигнализации типа РП-351; 1РП — реле аварийной сигнализации типа РП-26; 2РП — реле предупредительной сигнализации типа РП-26; 5РП — реле контроля напряжения типа РП-26; 3РУ, 4РУ — участковые указательные реле типа РУ-21/0,15; РВ — реле времени типа ЭН-248; ПС — универсальный пакетный ключ типа КФ-5555; КО₃, КО₄ — кнопки управления типа КУ-2; 1С, 2С — сопротивления ПЭ-25, 300 ом; 3ЛС — 5ЛС — лампа сигнальная.

полнение ячейки ЯТС-66 и размещение в ней контролируемого полуккомплекта ТС-2М-КП и устройства питания УЭН-65 приведено на рис. 18. Высокочастотный кабель от аппаратуры обработки и кабель питания от ячейки собственных нужд подстанции вводится в ячейку связи и телемеханики ЯТС-66 через специальные отверстия. На комплектных трансформаторных подстанциях производства куйбышевского завода «Электрощит» контролируемый полуккомплект ТС-2П-КП размещается в специальном в. ч. шкафу. На открытой части подстанции такая ячейка связи и телемеханики может устанавливаться

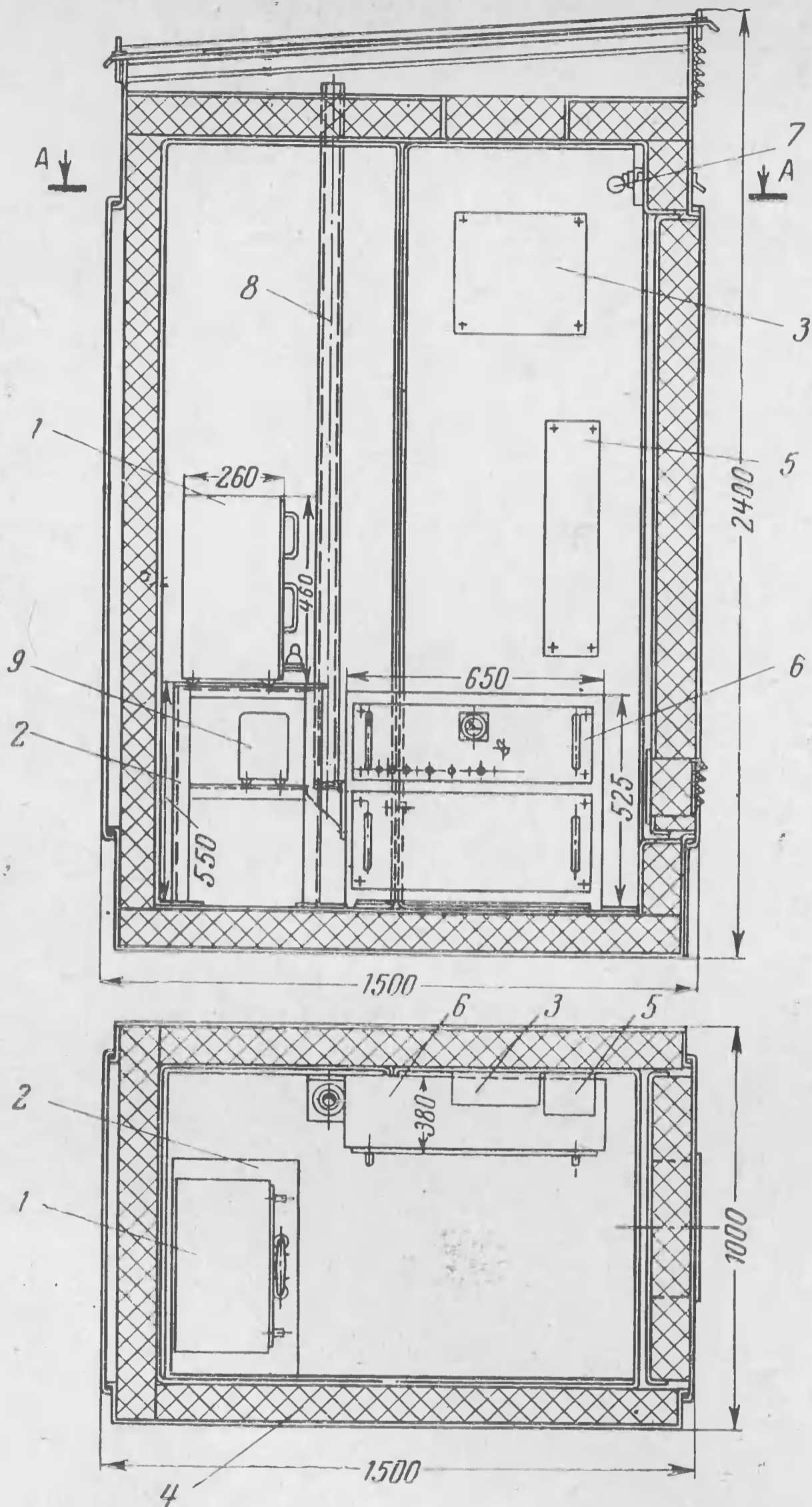


Рис. 18. Размещение контролируемого полукомплекта аппаратуры ТС-2М-КП в ячейке связи и телемеханики типа ЯТС-66.

1 — аппаратура телесигнализации типа ТС-2М-КП; 2 — подставка под аппаратуру; 3 — щиток распределительный; 4 — шкаф утепленный типа ЯТС-66; 5 — нагревательный элемент; 6 — блок питания типа УЭН-66; 7 — электролампа; 8 — труба вентиляционная; 9 — стабилизатор.

142—1

в любом месте отдельно стоящей. Высокочастотный кабель от аппаратуры обработки и кабель питания от ячейки собственных нужд к ячейке связи и телемеханики прокладывается в земле, в большинстве случаев в асбестоцементных трубах $\varnothing 100$ мм; ввод кабелей производится через специальные отверстия. Вся аппаратура должна быть надежно заземлена с помощью ответвительных шин, которые подключаются к магистральной шине контура заземления подстанции. Выбор способа установки элементов в. ч. обработки и присоединения к высоковольтной линии определяется целым рядом условий: типом трансформаторной подстанции; размещением линейного разъединителя; материалом, из которого изготовлены опорные конструкции на подстанции; способом установки существующих на подстанции элементов обработки и присоединения; обрабатываемой фазы и т. д.

Телемеханизация электросетей 6—20 кВ на аппаратуре АС-2. Для повышения надежности электроснабжения сельских потребителей предусматривается автоматическое секционирование сетей с помощью сетевых масляных выключателей и разъединителей. Автоматическое секционирование позволяет ограничить зоны аварийного отключения и тем самым обеспечить электроснабжение потребителей, подключенных к неповрежденным участкам сети. Однако секционирование сетей без передачи персоналу, обслуживающему сети 6—20 кВ, информации о состоянии секционирующей аппаратуры («включено» — «отключено») не дает полного эффекта. Для контроля за положением привода секционирующих масляных выключателей и выключателей нагрузки может применяться аппаратура аварийно-предупредительной сигнализации типа АС-2. Аппаратура АС-2 обеспечивает передачу на диспетчерский пункт аварийных сигналов с каждого контролируемого объекта с фиксированием этих сигналов на световом табло диспетчерского пункта. Комплект аппаратуры АС-2 состоит из приемного (диспетчерского ДУ) и передающих (исполнительных ИУ) устройств. На одно ДУ может быть передана сигнализация с 10 ИУ, которые разделены по частотам на 2 группы по 5 в каждой группе. С каждого ИУ на ДУ могут быть переданы сигналы 3-х видов: предупредительный, аварийный и сигнал исправности аппаратуры и канала связи. Аппаратура работает по системе АМ-ОБП в спектре частот 18—66 кГц. Рабочая

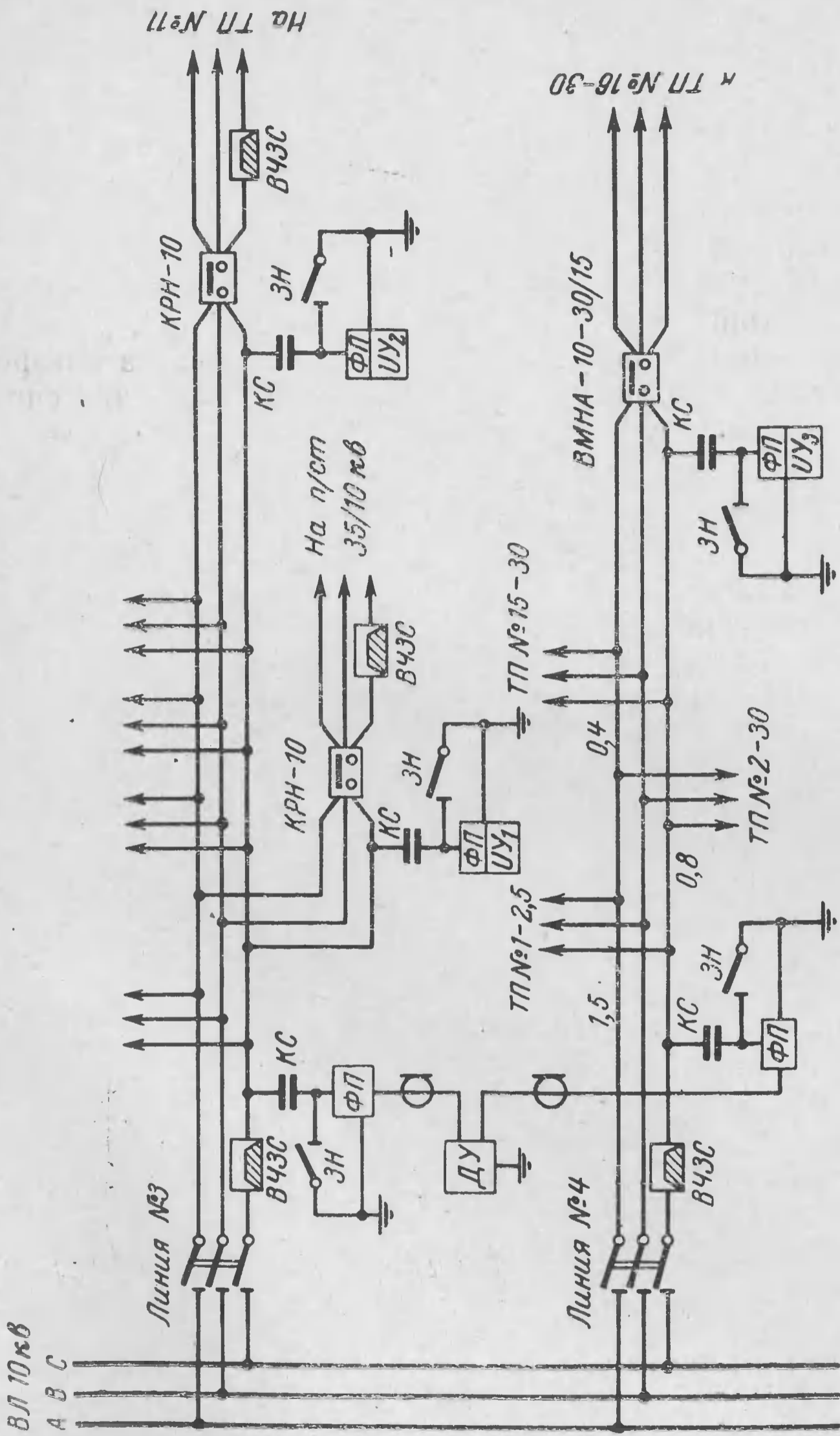


Рис. 19. Схема каналов телесигнализации с ВЛ 6—10 кВ, отходящих от подстанции 35/10 кВ.

полоса частот, занимаемая одним ДУ и пятью ИУ, составляет 1,6 кГц. ИУ рассчитано на работу в открытых распределительных устройствах при температуре окружающей среды — $40 \div +40^\circ \text{C}$ и относительной влажности до 80%. ДУ работает в закрытых отапливаемых помещениях при температуре от 0 до $+40^\circ \text{C}$. На рис. 19 приведена схема каналов телесигнализации с ВЛ 6—10 кВ, отходящих от подстанции 35/10 кВ. Принцип действия аварийно-предупредительной телесигнализации заключается в передаче со всех ИУ (исполнительных устройств) на ДУ (диспетчерское устройство) непрерывных сигналов, различающихся между собой по частоте, которые воспроизводятся на пульте ДП в виде светящихся сигнальных лампочек. Лампочки горят непрерывно, пока исправны канал ТС и контролируемое оборудование на подстанции. При повреждении оборудования контактами выключателя ВМН-10 в ИУ включается реле РТС датчика телесигнализации ДТС.

Контакт этого реле прерывает частоту телесигнализации. При этом на пульте диспетчерского устройства мигает соответствующая лампочка и замыкаются контакты звуковой сигнализации. Реле РТС имеет 2 скорости пульсации, благодаря чему с каждого объекта могут быть переданы 2 сигнала, различающиеся по частоте мигания сигнальной лампочки. При нарушении канала связи (повреждении аппаратуры) соответствующая сигнальная лампочка гаснет и зажигается лампа «авария канала связи». При этом также работает звуковая сигнализация. Исполнительное устройство аппаратуры устанавливается на контролируемых объектах (проходные трансформаторные подстанции; секционирующие масляные выключатели). Диспетчерские устройства аппаратуры АС-2, воспринимающие сигналы о происшедших на линиях отключениях, устанавливаются в помещениях дежурных при подстанциях, питающих сети 10 кВ. При поступлении сигналов на ДУ дежурный по участку сети или подстанции сообщает об отключениях выключателей на линиях 10 кВ по существующим каналам связи диспетчеру РЭС. Для удобства работы диспетчера на диспетчерском пункте района распределительных сетей предусмотрена установка диспетчерского щита с мнемосхемой сетей 10—0,4 кВ.

Присоединение аппаратуры АС-2 к ВЛ. Присоединение аппаратуры АС-2 к линии 10 кВ осуществляется по

схеме фаза — земля с помощью комплекта аппаратуры присоединения и обработки, который включает в себя: фильтр присоединения типа ФП-РС-6-35 (на стороне ДУ); высокочастотный заградитель типа ВЧЗС-100Н; конденсатор связи типа СММ-20/ $\sqrt{3}$ -0,035.

Если от подстанции отходят несколько линий 10 кВ и на каждой из них устанавливаются исполнительные устройства, то при подключении ИУ на всех линиях к одной и той же фазе при однофазном замыкании на данной фазе на одной из линий 10 кВ исполнительные устройства всех линий, подключенные к этой фазе, не будут работать. Для сохранения работоспособности большого количества исполнительных устройств при однофазных замыканиях на линии целесообразно подключать аппаратуру телесигнализации на всех линиях к разным фазам. Фильтр присоединения, конденсатор связи, высокочастотный заградитель могут устанавливаться на опоре до линейного разъединителя на выходе линии 10 кВ с подстанции или на железобетонных пасынках. Исполнительное устройство ИУ и конденсатор связи СММ-20/ $\sqrt{3}$ -0,035 для включения устройства в линию 10 кВ устанавливаются на опоре до секционирующего выключателя (со стороны питания); фильтр присоединения входит в состав комплекта ИУ. Если исполнительное устройство устанавливается на закрытых промежуточных подстанциях, то оно размещается внутри подстанции, а конденсатор связи и заземляющий нож могут устанавливаться на железобетонных пасынках (рис. 20). Установка исполнительного устройства перед секционирующим аппаратом позволяет контролировать состояние канала и аппаратуры телесигнализации и состояние контролируемого объекта. В случае установки исполнительного устройства за секционирующим аппаратом возможна передача одного сигнала, который сигнализирует либо о неисправности устройства телесигнализации, либо об отключении секционирующего аппарата.

Электропитание аппаратуры АС-2. Электропитание диспетчерского устройства аппаратуры АС-2 производится либо от сети переменного тока напряжением 220 в, либо от источника постоянного тока напряжением 24 в. Ввиду того, что длительное исчезновение питания диспетчерского полуккомплекта может быть вызвано лишь аварией на подстанции, что связано, как правило, с от-

ключением ВЛ-10 кВ, а следовательно, и с отсутствием необходимости в этом случае в передаче сигналов с ВЛ 10 кВ, применение на подстанциях 35 кВ резервных источников питания для диспетчерских устройств теле-сигнализации может не предусматриваться. Питание ИУ аппаратуры АС-2 может осуществляться от сети переменного или постоянного тока. При установке исполнительных устройств на закрытых ТП с выключателями нагрузки питание ИУ предусматривается от сети 220 В

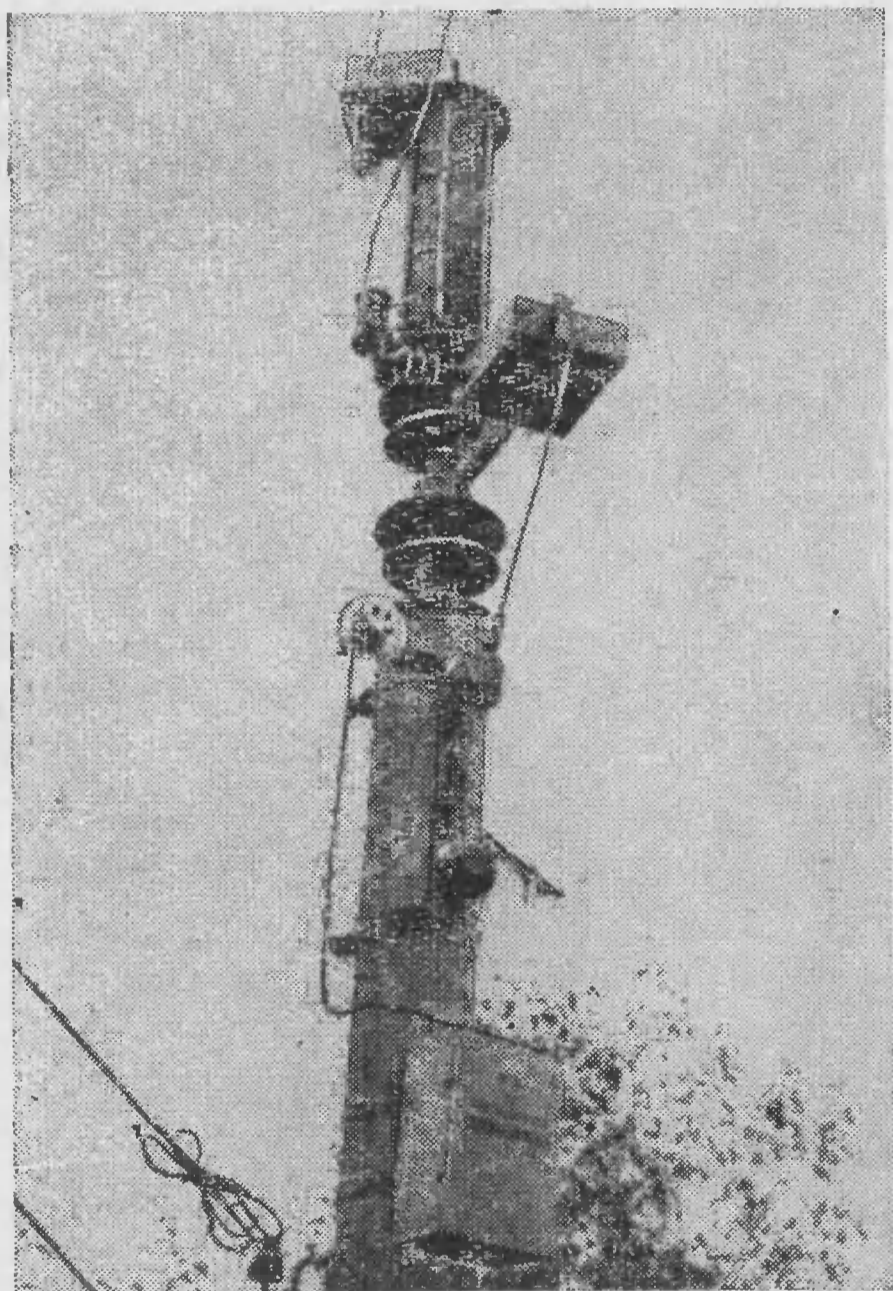


Рис. 20. Установка устройства АС-2-ИУ, конденсатора связи СММ-20/ $\sqrt{3}$ -0,035 и заземляющего ножа на железобетонном пасынке.

данного ТП. Если ИУ устанавливается у секционирующих аппаратов, то питание аппаратуры осуществляется путем емкостного отбора мощности от ВЛ 10 кВ с помощью конденсатора связи. При питании аппаратуры АС-2-ИУ от емкостного тока конденсатора связи в сетях с изолированной нейтралью при коммутации и однофазных замыканиях на землю возникают значительные колебания напряжения на входе аппаратуры за счет изменения величины емкостного тока, протекающего через конденсатор связи. Так как в заводской схеме

аппаратуры АС-2-ИУ не предусмотрен стабилизатор напряжения, то возникает опасность повреждения аппаратуры при замыкании на землю одной из нерабочих фаз.

До устранения этого недостатка заводом-изготовителем в серийных образцах аппаратуры АС-2-ИУ, питающихся от емкостных токов конденсаторов связи, необходимо выполнить некоторые изменения, приведенные на рис. 21.

Ввиду того, что аппаратура АС-2-ИУ потребляет от сети не 12 в, как указано в технических условиях, а только около 3,5 в, приведенные заводом отводы трансформатора (Тр-9) для подключения конденсаторов свя-

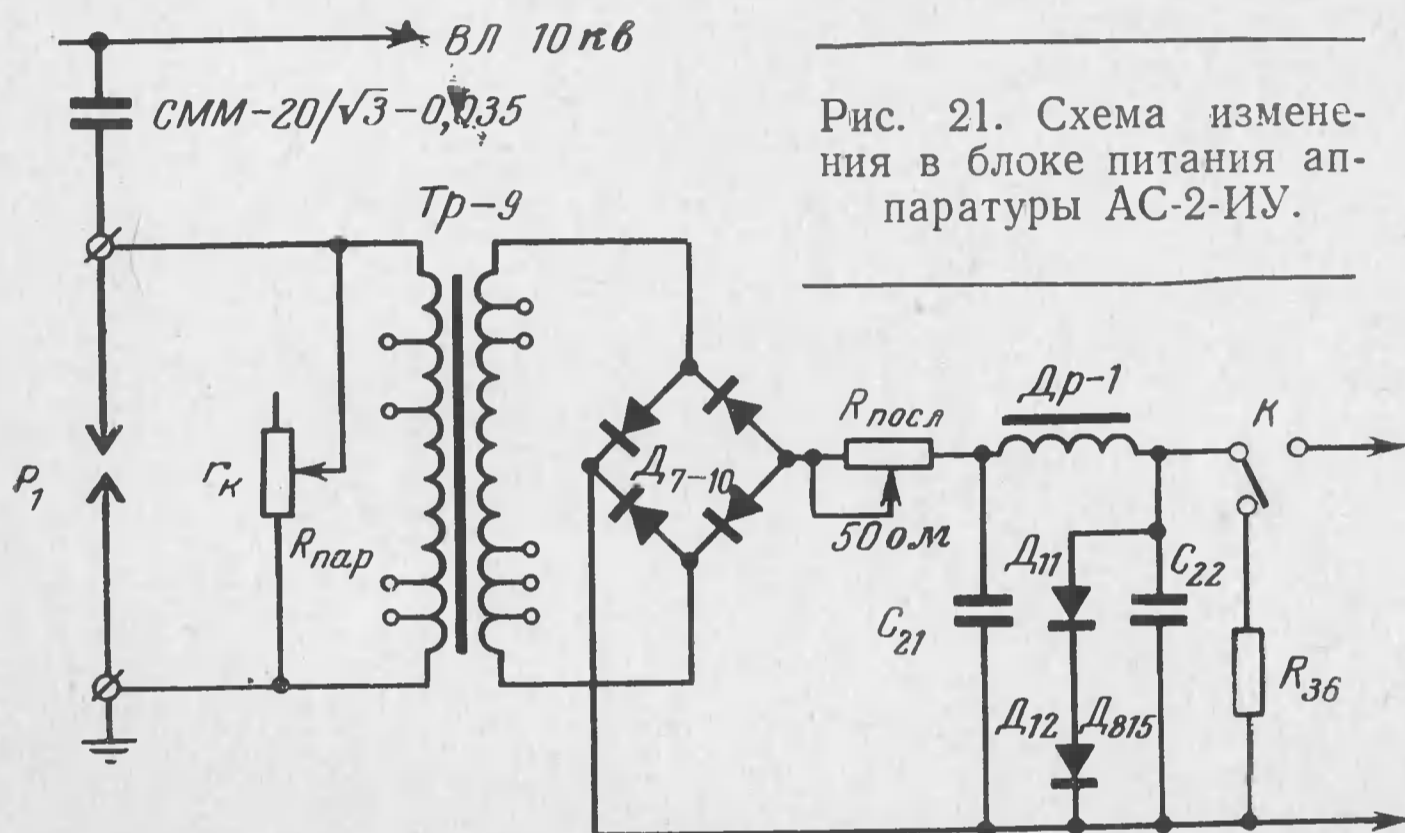


Рис. 21. Схема изменения в блоке питания аппаратуры АС-2-ИУ.

зи различных емкостей не могут быть использованы. При наладке аппаратуры на канале устанавливаются отводы для питания от сети 220 в (перемычки) с контакта 13 зажимов I на контакт 3 зажимов П. Последовательно с Др-1 включается проволочный резистор $R_{\text{посл}}$ сопротивлением 50 Ом, мощностью 20 Вт, а параллельно конденсатору сглаживающего фильтра C_{22} подключаются два стабилизатора Д11, Д12 типа Д815. Отводами вторичной обмотки Тр-9 добиваются получения тока через стабилитроны около 5—10 ма (начало регулирования) при напряжении питания 24 в. Другой регулировки блок питания не требует. Изменение напряжения стабилизированного выпрямителя от колебания переменного напряжения сети приведено в табл. 10.

Как видно из табл. 10, при изменении напряжения питания от номинала на 30 ÷ 200% изменение постоянно-

го стабилизированного напряжения составляет $-20 \div +10\%$. При этом изменение уровня передачи составляет $-0,3 \div +0,05$ неп, что практически не скажется на рабо-

Таблица 10

Изменение напряжения на выпрямителе от напряжения сети

$U_{\text{сети}}, \text{ в}$	170	180	190	200	220	240	260	300	340	380	450
$U_{\text{стаб}}, \text{ в}$	19	20	21	22	23,5	24,5	25	25,5	25,5	25,5	26
$U_{\text{вых}},$ в. ч. на 100 ом	5,6	6,0	6,6	7,2	7,8	8,0	8,2	8,25	8,25	8,3	8,5

те аппаратуры. Для гашения избытка тока через конденсатор связи параллельно *Тр-9* (рис. 21) подключается резистор $R_{\text{пар}} = 7 \text{ ком}$. Регулируя величину сопротивления резистора, можно установить необходимое напряжение 220 в по обмотке *Тр-9* для конденсаторов любой емкости. Для конденсатора связи типа СММ-20/ $\sqrt{3}$ -0,035 емкостный ток через конденсатор связи равен:

$$I_{\text{к.с}} = \frac{U_{\phi}}{X_c} = U_{\phi} 2\pi f C_{\text{к.с}},$$

где U_{ϕ} — фазное напряжение ВЛ $U_{\phi} = U_{\text{л}}/\sqrt{3}$; $C_{\text{к.с}}$ — емкость конденсатора связи; f — частота сети, равная 50 гц;

$$I_{\text{к.с}} = \frac{10\,000}{1,73} 6,28 \times 50 \times 0,035 \times 10^{-6} = 0,064 \text{ а.}$$

Ток, потребляемый аппаратурой АС-2-ИУ, при номинальном напряжении сети 220 в необходимо погасить на сопротивлении $R_{\text{пар}}$:

$$I_{\text{ш}} = I_{\text{к.с}} - I_{\text{а}} = 64 - 30,5 = 33,5 \text{ ма.}$$

Зная $I_{\text{ш}}$, можно рассчитать значение $R_{\text{пар}}$:

$$R_{\text{пар}} = \frac{U_{220}}{I_{\text{ш}}} = \frac{220}{0,0335} = 6\,470 \text{ ом.}$$

Величина указанного сопротивления подбирается перемещением ползунка резистора $R_{\text{пар}}$.

Расчет затухания в. ч. трактов по ВЛ 6—10 кв на аппаратуре АС-2. Расчет высокочастотных каналов, организуемых по сетям 6—10 кв, отличается рядом особенностей по сравнению с расчетом каналов в сетях бо-

лее высоких напряжений. Указанные особенности определяются прежде всего разветвленной конфигурацией самих электрических сетей, по которым такие каналы организуются, наличием неоднородностей в канале (ответвления, проходные ТП, различные марки линейных проводов и т. д.). Вопрос расчета таких в. ч. каналов весьма сложен и находится в стадии завершения исследования. По методике расчета в. ч. каналов, организуемых на воздушных сетях 10 кВ, имеется ряд рекомендаций. В диапазоне частот 15—70 кГц расчет ожидаемого затухания в. ч. трактов аппаратуры АС-2 можно вести по материалам ОРГРЭС* с некоторыми уточнениями.

Общая расчетная формула ожидаемого затухания в. ч. тракта для сети 6—10 кВ может быть приведена к виду

$$a_{\text{тр}} = a_{\text{л}} + 2a_{\text{обр}} + a_{\text{отв.э}} + a_{\text{ш}},$$

где $a_{\text{л}}$ — линейное затухание, $a_{\text{л}} = a_{\text{ф.э}} l_{\text{э}} + 2a_{\text{к}}$; $a_{\text{ф.э}}$ — эквивалентное километрическое затухание линии от ДУ к ИУ; $l_{\text{э}}$ — длина линии от ДУ к ИУ; $a_{\text{к}}$ — концевое затухание; $a_{\text{отв.э}}$ — эквивалентное затухание, обусловленное всеми ответвлениями, подключенными к линии,

$$a_{\text{отв.э.кв}} = \sqrt{a_{\text{отв.1}}^2 + a_{\text{отв.2}}^2 + \dots + a_{\text{отв.н}}^2}, \text{ неп};$$

$a_{\text{ш}}$ — затухание, обусловленное подключением параллельных фидеров в месте установки ДУ,

$$a_{\text{ш}} = \ln\left(\frac{n+2}{2}\right), \text{ неп};$$

n — число линий, параллельно подключенных к шинам подстанции 35/10 кВ.

При расчетах следует выбрать усредненные значения: $a_{\text{обр}} = 0,4 \text{ неп}$ на 1 конец линии; $2a_{\text{к}} = 0,60 \text{ неп}$.

Входные сопротивления обработанных линий (т. е. линий, на которых подключены комплекты ИУ) приняты одинаковыми, поэтому затухание, вносимое такими линиями, принято равным 0,4 неп.

Километрическое затухание в распределительной сети 10/0,4 кВ изменяется для сталеалюминиевых проводов в пределах 6 — 13 мнеп/км в полосе 20 — 70 кГц и поэто-

* Вопросы эксплуатации устройств связи в энергосистемах, вып. 6, БТИ ОРГРЭС, 1965 г.

му играет незначительную роль в общем затухании тракта. Для упрощения расчета α_{ϕ} с достаточной точностью можно принять постоянным в пределах указанной полосы частот и равным (10 мнел/км).

С учетом вышеприведенных допущений расчетная формула имеет вид:

$$a_{\text{тр}} = 0,01l_{\text{э}} + a_{\text{отв.э}} + a_{\text{ш}} + 1,4 \text{ нел.}$$

Выбор рабочих частот аппаратуры АС-2 производится после уточнения длин ответвлений. Рабочая частота ИУ выбирается таким образом, чтобы большинство от-

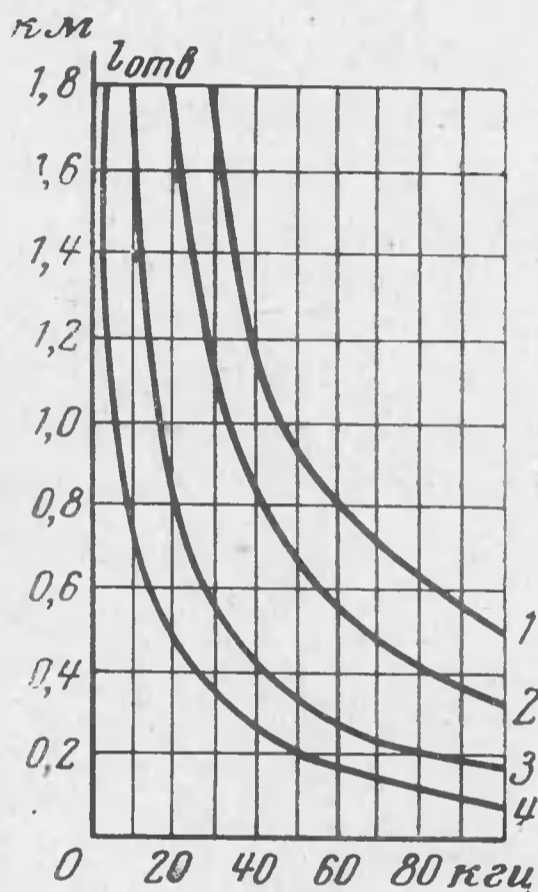


Рис. 22. График для определения затухания, вносимого короткими ответвлениями, разомкнутыми на конце.

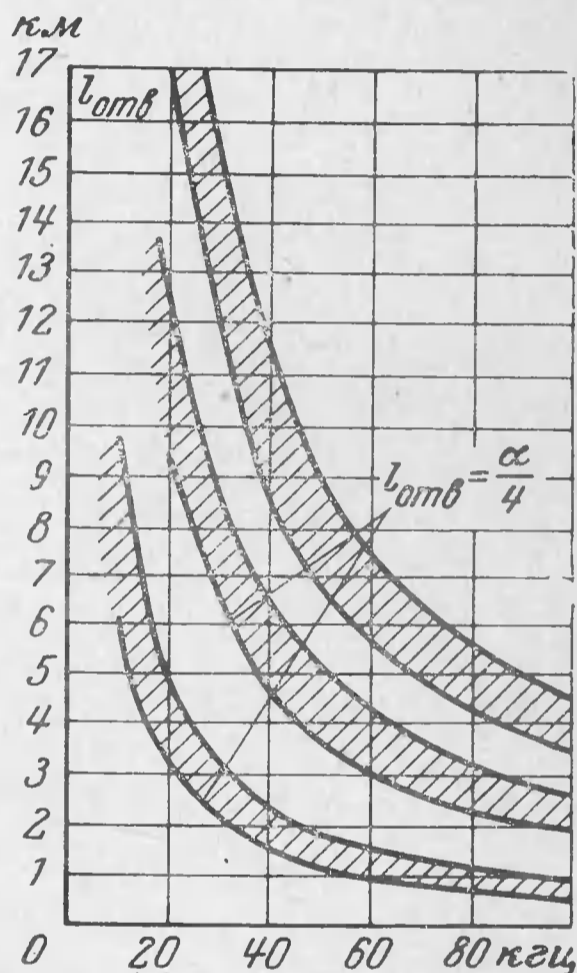


Рис. 23. Зависимости длин ответвлений, которые необходимо обрабатывать заградителями от частоты.

ветвлений вносили бы затухание менее 0,4 нел. Выбор частот производится по графикам рис. 14, 22, 23. Для систематизации расчетных величин составляются таблицы, в которые заносятся результаты расчетов ответвлений и выбранные рабочие частоты. При проектировании высокочастотных трактов принята ограниченная обработка заградителями тех ответвлений, которые вносят затухания больше 0,6 — 0,8 нел, если запас по затуханию $A_{\text{зап}} < 1,0 \text{ нел.}$

ЛИТЕРАТУРА

1. Сборник материалов для электрических расчетов каналов кабельных и воздушных линий связи «Связьиздат», 1960.
2. Руководство по проектированию внутрирайонной связи, «Связьиздат», 1958.
3. Лифшиц и Поляк. Система сельской телефонной связи, «Связьиздат», 1963.
4. Карасик В. С. Телефонная связь в сельской местности, изд-во «Связь», 1966.
5. Инженерно-технический справочник по электросвязи (кабельные и воздушные линии связи), изд-во «Связь», 1966.
6. Руководящие указания по выбору частот высокочастотных каналов по проводам линий электропередачи напряжением 35, 110, 220, 330 и 500 кв. БТИ ОРГРЭС, 1964.
7. «Высокочастотные тракты по линиям электропередачи», изд-во «Энергия», 1964.
8. Быховский Я. Л. Основы теории высокочастотной связи по линиям электропередачи, изд-во «Энергия», 1967.
9. Агафонов С. С., Каган В. Г., Михайлов К. Е., Цитвер И. И. Проектирование высокочастотных каналов по линиям электропередачи, изд-во «Энергия», 1967.
10. Белоус Б. П., Ефремов В. Е. Средства связи в электрических сетях, изд-во «Энергия», 1968.
11. Микущий Г. В., Скитальцев В. С. Высокочастотная связь по линиям электропередачи, изд-во «Энергия», 1969.
12. Типовой проект 407-0-30, Схемы обработки ЛЭП 10—35 кв для высокочастотных каналов телемеханики в распределительных сетях для электрификации сельского хозяйства. «Сельэнергопроект», 1968.
13. Типовой проект 407-3-107, Применение аппаратуры телесигнализации на подстанциях в электрических сетях напряжением 110 и 35 кв, «Сельэнергопроект», 1969.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1. Организация эксплуатации распределительных электрических сетей	4
2. Структура организации связи и телемеханики в сельских электрических сетях	8
3. Проводные линии связи	10
4. Радиосвязь в УКВ и КВ диапазонах	16
5. Высокочастотная связь по распределительным сетям	33
6. Телемеханизация распределительных сетей	56
Литература	3 стр. обл.

Цена 15 коп.

Л. С. С. С. С.