

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Военный факультет

Кафедра связи

**М. Н. Дудак, С. П. Способ, Л. Л. Утин**

***ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИО- И ПРОВОДНОЙ СВЯЗИ  
В ВООРУЖЕННЫХ СИЛАХ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ***

*Рекомендовано УМО по военному образованию  
в качестве учебно-методического пособия для курсантов,  
обучающихся по специальности 1-45 01 03 «Инфокоммуникационные  
технологии (системы телекоммуникаций специального назначения)»*

Минск БГУИР 2023

УДК 623.61(476)(076)  
ББК 68.517(4Бей)я73  
Д81

**Рецензенты:**

военная кафедра учреждения образования  
«Белорусская государственная академия связи»  
(протокол №5 от 24.01.2023);

заведующий кафедрой инфокоммуникационных технологий  
учреждения образования «Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»  
доктор технических наук, профессор В. Ю. Цветков

**Дудак, М. Н.**

Д81 Организация радио- и проводной связи в Вооруженных Силах Республики Беларусь : учеб.-метод. пособие / М. Н. Дудак, С. П. Способ, Л. Л. Утин. – Минск : БГУИР, 2023. – 72 с. : ил.  
ISBN 978-985-543-707-0.

Рассматриваются общие сведения о назначении, характеристиках и принципах работы проводной связи. Приведен состав и принцип функционирования радио- и проводной связи. Описан порядок проверки работоспособности оборудования, а также его основные регулировки.

**УДК 623.61(476)(076)  
ББК 68.517(4Бей)я73**

**ISBN 978-985-543-707-0**

© Дудак М. Н., Способ С. П.,  
Утин Л. Л., 2023  
© УО «Белорусский государственный  
университет информатики  
и радиоэлектроники», 2023

## СОДЕРЖАНИЕ

Перечень сокращений.....	4
1 ПОЛЕВЫЕ КАБЕЛИ СВЯЗИ .....	7
1.1 Полевые кабели связи. Назначение, характеристики, основы боевого применения .....	7
1.2 Порядок и правила прокладки и снятия полевых кабелей связи.....	9
2 УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ .....	27
2.1 Автоматическая телефонная станция малой емкости.....	27
2.2 Устройство функциональных блоков АТСЭ ФМ.....	29
2.3 Модем ЦМ-Е1 .....	34
2.4 Модем <i>Oreon 3 (Discovery)</i> .....	44
3 СРЕДСТВА СВЯЗИ ДВОЙНОГО ПРИМЕНЕНИЯ.....	45
3.1 Назначение, состав и применение синхронного мультиплексора доступа.....	45
3.2 Назначение, состав и применение оборудования коммутации пакетов ...	48
3.2.1 Назначение <i>IP</i> -телефона ТА-10.....	48
3.2.2 Основные тактико-технические характеристики <i>IP</i> -телефона ТА-10 .....	48
3.2.3 Назначение маршрутизатора П-320 .....	49
3.2.4 Состав маршрутизатора П-320 .....	49
3.2.5 Тактико-технические характеристики маршрутизатора П-320 .....	49
3.3 Принцип работы сетевого оборудования .....	50
3.3.1 Основные термины и определения в области <i>IP</i> -телефонии .....	50
3.3.2 Сценарий <i>IP</i> -телефонии «компьютер – компьютер» .....	52
3.3.3 Сценарий <i>IP</i> -телефонии «компьютер – телефон» .....	53
3.3.4 Сценарий <i>IP</i> -телефонии «телефон – телефон».....	53
4 АППАРАТНЫЕ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ .....	55
4.1 Автоматическая телефонная станция П-178МБ .....	55
4.1.1 Назначение и состав автоматической телефонной станции.....	55
4.1.2 Технические данные .....	56
4.2 Мобильный телекоммуникационный комплекс МТК-257Б.....	60
4.2.1 Назначение комплекса.....	60
4.2.2 Состав комплекса.....	61
4.3 Аппаратная каналообразования П-257-60КМБ .....	62
4.3.1 Назначение аппаратной.....	62
4.3.2 Технические характеристики.....	63
4.3.3 Состав основного оборудования .....	65
4.3.4 Установка изделия .....	66
4.3.5 Развертывание и свертывание антенно-мачтового устройства .....	67
4.3.6 Заземление изделия .....	67
4.3.7 Подключение кабелей .....	68
4.3.8 Порядок свертывания изделия .....	70

## ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АД	абонентский доступ
АИ	абонентские интерфейсы
АК	абонентский комплект
АЛ	абонентская линия
АОКС	аналоговая обработка и коррекция сигнала
АОН	автоматический определитель номера
АРМ	автоматизированное рабочее место
АТ-Л	артиллерийский тягач легкий
АТС	автоматическая цифровая телефонная станция
АУ	абонентское устройство
АЦП	аналого-цифровой преобразователь
БГС	блок громкой связи
БКРЗ	блок коммутации и распределения защиты
БКРС	блок коммутации и распределения силовой
БПСЖ-М	блок питания силовой жизнеобеспечения
ВОК	волоконно-оптический кабель
ВП	вставка переходная
ВРК	временное разделение каналов
ВСК	выделенный сигнальный канал
ВСЭК	вводно-соединительный экранированный кабель
ГГС	громкоговорящая связь
ГТС	громкая телефонная станция
ДВО	дополнительные виды обслуживания
ДП	дистанционное питание
ЗАС	засекреченная связь
ЗИП	запасные инструменты и принадлежности
ЗКП	запасный командный пункт
ИКМ	импульсно-кодовая модуляция
КАД	коммутатор абонентского доступа
КИ	канальный интервал
КРШС	кабель с резиновой изоляцией, повышенной озоностойкости и морозостойкости силовой
КТП	контрольно-телефонный пост
КТС	контрольная телефонная станция
КТЧ	канал тональной частоты
ЛКМ	линейно-кабельная машина
МБ	местная батарея

МКД	шкаф мобильный климатический с дверью
МКДЗ	шкаф мобильный климатический с дверью (версия 3)
МП	мультиплексор первичный
МПЦ	мультиплексор первичный цифровой
МЧПИ	модифицированный код с чередующейся полярностью импульсов
НУП	необслуживаемый усилительный пункт
ОГО	оборудование громкоговорящего оповещения
ОЦК	основной цифровой канал
ПВХ	поливинилхлорид
ПО	программное обеспечение
ПРК	полевой распределительный кабель
ПТРК	полевой телефонный распределительный кабель
ПУ	переключатель усиления
ПЭ	полиэтилен
ПЭВМ	персональная электронная вычислительная машина
ПЭТФ	полиэтилен телефонный
РК	разговорный клапан
РМ	разделительная муфта
РП	рычажный переключатель
СКМ	статив коммутационный мобильный
СКОЭ	соединительный кабель с общим экраном
СЛ	соединительная линия
СМД	синхронный мультиплексор доступа
СТС	стационарная телефонная станция
СЭК	соединительный экранированный кабель
ТА	телефонный аппарат
ТЛГ	телеграф
ТО	техническое обслуживание
ТПЖ	токопроводящая жила
ТС	телефонная станция
ТСКВ	телефонный соединительный кабель с виниловой оболочкой
ТТВК	телефонно-телеграфный вводный кабель
ТфОП	телефонная сеть опорных пунктов
ТЧ	тональная частота
ТЭЗ	типовой элемент замены
УПАТС	учрежденческо-производственная автоматическая телефонная станция
УСП	узел связи полевой
ЦАЛ	цифровая абонентская линия

ЦАП	цифроаналоговый преобразователь
ЦБ	центральная батарея
ЦС	центральная станция
ЦТЭ	центр технической эксплуатации
ЧРК	частотное разделение каналов

# 1 ПОЛЕВЫЕ КАБЕЛИ СВЯЗИ

## 1.1 Полевые кабели связи. Назначение, характеристики, основы боевого применения

Полевые кабели связи предназначены для быстрого и многократного развертывания полевых кабельных линий, которые должны обеспечить устойчивую связь на необходимые дальности в различных атмосферно-климатических условиях. В соответствии с этим к полевым кабелям предъявляются следующие основные требования:

- малые масса и габариты при условии обеспечения требуемого числа каналов связи на необходимые дальности;
- достаточная механическая прочность и гибкость, обеспечивающие возможность многократного использования кабеля и применения средств механизации при его прокладке и снятии;
- устойчивость в работе при различных условиях прокладки и эксплуатации;
- экономичность и большая стабильность электрических и механических характеристик при длительном хранении.

В зависимости от назначения различают:

- полевые кабели дальней связи, предназначенные для обеспечения связи на значительные расстояния;
- легкие полевые кабели, используемые для организации связи на сравнительно небольшие расстояния;
- вводно-соединительные и распределительные полевые кабели, внутриузловые полевые кабели, предназначенные для устройства вводов линий в узлы связи и усилительные (контрольно-испытательные) пункты и соединения их элементов между собой, а также для устройства распределительной сети внутренней связи на пунктах управления.

### Полевые кабели дальней связи

К полевым кабелям дальней связи относятся кабели П-296 и П-270. Они имеют четыре жилы (две цепи) и состоят из семи медных проволок. Жилы изолированы полиэтиленом и свиты в звездную скрутку. В четверке жилы первой и второй цепей отличаются расцветкой изоляции. Скрученные жилы опрессованы слоем полиэтилена. Характерным для полевых кабелей дальней связи является также наличие экрана, благодаря чему обеспечивается независимость электрических параметров цепей этих кабелей от способа их прокладки и условий эксплуатации. Это объясняется тем, что внутри экрана замыкается электрическое поле кабеля, и поэтому электрическая емкость  $C$  и проводимость изоляции  $G$  его цепей не меняются при изменении способа прокладки и условий эксплуатации.

Поверх экрана у рассматриваемых кабелей имеется каркасная обмотка (оплетка) из стальных проволок для увеличения их механической прочности. Защитный шланг кабелей выполнен из поливинилхлорида.

### **Легкие полевые кабели**

К легким полевым кабелям относятся кабели П-268 и П-274М, которые состоят из двух одинаковых, свитых между собой, изолированных жил.

У легких полевых кабелей в зависимости от способа их прокладки (по поверхности земли, в земле, подвеска по местным предметам и т. п.) и условий эксплуатации (влажности) в достаточно широких пределах изменяются значения рабочей емкости  $C$  и проводимости изоляции  $G$ .

С изменением способа прокладки меняются расстояния жил кабеля от земли, что вызывает изменение частичных емкостей между жилами и землей, а следовательно, и рабочей емкости. Влага, смачивая поверхность кабеля, увеличивает диэлектрическую проницаемость, вследствие чего также увеличивается рабочая емкость. Наименьшее значение емкости легкие полевые кабели имеют при подвеске их по местным предметам и в сухую погоду и наибольшее – при прокладке в воде.

Зависимость проводимости изоляции от способа прокладки и условий эксплуатации кабеля обусловлена изменением емкости, а также сопротивления изоляции и тангенса угла диэлектрических потерь. С увеличением влажности сопротивление изоляции уменьшается, в результате возрастает величина проводимости изоляции.

Изменение емкости и проводимости изоляции в зависимости от способа прокладки и условий эксплуатации вызывает изменение волновых параметров легких полевых кабелей, а именно: с увеличением емкости и проводимости изоляции возрастают коэффициенты затухания и фазы, уменьшается волновое сопротивление. Установлено, что затухание легких полевых кабелей при их подвеске по местным предметам меньше на 10–20 %, а при прокладке в земле больше на 15–20 % по сравнению с затуханием кабелей, проложенных по поверхности земли.

### **Вводно-соединительные и распределительные полевые кабели**

К вводно-соединительным и распределительным полевым кабелям (внутриузловым полевым кабелям) относятся: вводно-соединительный экранированный кабель ВСЭК-5×2, полевые телефонные распределительные кабели ПТРК-5×2, ПТРК-10×2 и ПТРК-20×2, телефонно-телеграфный вводный кабель ТТВК-5×2, П-269.

Жилы внутриузловых полевых кабелей состоят из семи медных проволок. У ВСЭК и ПТРК жилы изолированы полиэтиленом, а у ТТВК – резиной.

В ПТРК-10×2 и ПТРК-20×2 применена звездная скрутка жил, а в других – парная. Жилы в паре и рабочие пары в четверке отличаются друг от друга расцветкой изоляции. Отдельные группы скручены в кабель вокруг стального изолированного троса, который служит для увеличения механической прочности кабелей.

В ПТРК и ТТВК сердечник кабеля экранирован электропроводной прорезиненной лентой, а во ВСЭК каждая пара имеет экран в виде оплетки из медных проволок. Защитный шланг у ТТВК выполнен из резины, а у других кабелей – из поливинилхлорида.



Кабели типа П-269 предназначены для развертывания абонентских линий сетей специальной связи на полевых пунктах управления. Кабели могут также использоваться для развертывания абонентских линий сетей открытой телефонной связи и соединительных линий между аппаратными полевыми узлами связи.

Марки кабеля П-269 и их характеристики указаны в таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Марки кабеля П-269

<b>Марка кабеля</b>	<b>Характеристика</b>
П-269-1×4 + 1×2-50	Кабель связи полевой распределительный трехпарный с одной экранированной четверкой (две пары) и одной служебной парой, армированными полумуфтами соединительными, длиной 50 м
П-269-1×4 + 1×2-100	То же длиной 100 м
П-269-1×4 + 1×2-200	То же длиной 200 м
П-269-2×4 + 1×2-50	Кабель связи полевой распределительный пятипарный с двумя экранированными четверками и одной служебной парой, армированными полумуфтами соединительными, длиной 50 м
П-269-4×4 + 2×2-50	Кабель связи полевой распределительный десятипарный с четырьмя экранированными четверками и двумя служебными парами, армированными полумуфтами соединительными, длиной 50 м
П-269-8×4 + 4×2-50	Кабель связи полевой распределительный двадцатипарный с восемью экранированными четверками и четырьмя служебными парами, армированными полумуфтами соединительными, длиной 50 м

Экранированная четверка (две рабочие пары) предназначена для подключения одного телефонного аппарата типа П-170Э в четырехпроводном режиме.

Служебные пары предназначены для подключения генераторов шума и устройств служебной связи.

При применении кабелей типа П-269 для развертывания абонентских линий сетей открытой телефонной и соединительных линий между аппаратными полевыми узлами связи рабочие и служебные пары кабелей используются аналогично кабелям типа ПТРК и ПРК.

## **1.2 Порядок и правила прокладки и снятия полевых кабелей связи**

Для организации проводной связи применяются:

- полевые кабельные линии связи;
- постоянные кабельные линии связи;
- воздушные постоянные линии связи.

Полевые кабельные линии связи в отличие от постоянных кабельных и воздушных линий менее громоздки, могут быстро прокладываться и сниматься. Кабели полевых линий пригодны для многократного использования, должны обеспечить устойчивую связь на необходимую дальность в различных атмосферно-климатических условиях.

**Кабелем связи** называется система, состоящая из изолированных проводов, скрученных между собой по определенному закону и заключенных во влагозащитную оболочку.

Основные элементы конструкции кабеля:

**1 Токопроводящие жилы (проводники) (ТПЖ)** – элемент кабеля, предназначенный для прохождения электрического тока. Проводники кабелей связи изготавливают из меди, стали, алюминия. В существующих кабелях основным материалом жил является медь.

В зависимости от конструкции и расположения металлических ТПЖ различают симметричные и коаксиальные цепи (пары).

**Коаксиальная цепь** образована различными по конструкции и электрическим характеристикам ТПЖ, изолированными друг от друга, но имеющими совпадающие геометрическую и электрическую оси (сплошная внутренняя ТПЖ расположена внутри полый ТПЖ).

**Симметричная цепь** состоит из двух одинаковых по конструкции изолированных ТПЖ, имеющих одинаковые электрические характеристики.

Кабели связи, имеющие в своем составе волоконные световоды, называют **оптическими кабелями**.

**2 Волоконный световод** – направляющий канал для передачи оптического излучения, состоящий из сердцевины, окруженной отражающей оболочкой. Для предотвращения механических повреждений волоконный световод покрыт синтетическим слоем.

**3 Элементарные группы** – скрученные определенным образом изолированные ТПЖ симметричных кабелей. Для уменьшения взаимных влияний между цепями и уменьшения влияния внешних помех изолированные жилы симметричных кабелей скручиваются в группы (пары, четверки), образующие соответственно одну или две рабочие цепи. Кроме того, скрутка облегчает взаимное перемещение групп кабеля при его изгибах и распознавание жил и пар при монтаже кабеля.

**4 Кабельный сердечник** – систематизированные в определенном порядке элементарные группы (как правило, элементарные группы располагаются концентрическими слоями (повивами) вокруг центральной оси кабеля).

**5 Поясная изоляция** предназначена для механической стабилизации кабельного сердечника и его защиты от повреждений при наложении защитной оболочки, имеет несколько слоев полиэтиленовой ленты.

**6 Защитный шланг и герметичная оболочка** предохраняют кабельный сердечник от попадания влаги и возможных химических повреждений. Экран позволяет стабилизировать электрические параметры цепей, а также уменьшить влияние между цепями.

**7 Грузоносные элементы** предназначены для обеспечения необходимой прочности кабеля на разрыв, а также для защиты кабельного сердечника от возможных повреждений при прохождении кабеля через тракт кабелеукладчика.

Требования к полевым кабелям связи:

1 Малая масса и габариты при условии обеспечения требуемого числа каналов связи на необходимые дальности.

2 Достаточная механическая прочность и гибкость, обеспечивающие возможность многократного использования кабеля и применение средств механизации при его прокладке и снятии.

3 Экономичность и возможно большая стабильность электрических и механических характеристик при длительном хранении и использовании.

Выполнение основных требований к полевым кабельным линиям связи достигается:

- использованием для прокладки исправного и пригодного для эксплуатации кабеля;

- технически правильным выполнением линейных работ;

- тщательным укрытием и маскировкой линий;

- надежным эксплуатационным обслуживанием линий;

- высоким техническим качеством материалов, используемых при изготовлении полевых кабелей связи (высокая проводимость токонесущих жил, высокие качества электроизоляции, механическая прочность материалов, совершенство конструкции кабелей).

Классификация полевых кабелей связи:

- легкие полевые кабели, используемые для организации связи на сравнительно небольшие расстояния (П-268, П-274М);

- полевые кабели дальней связи, используемые для обеспечения связи на значительные расстояния (П-296, П-270);

- внутриузловые полевые кабели, используемые для устройства вводов полевых линий в узлы связи и контрольно-испытательные пункты (усилительные пункты) и соединения их элементов между собой, а также для устройства распределительной сети внутренней связи на пунктах управления (ПТРК, ВСЭК).

Легкие полевые кабели П-274М (рисунок 1.1) и П-268 (рисунок 1.2) предназначены для организации связи на сравнительно небольшие расстояния (не более 20–30 км), а также для прокладки абонентских линий внутри пунктов управления. В этом случае длина абонентских линий не должна превышать для П-274М 10 км (МБ) и 8 км (ЦБ).



Рисунок 1.1 – Кабель П-274 (внешний вид)

Данные кабели могут быть использованы для дистанционного управления радиостанцией на расстоянии до 8 км. Кроме того, в эти кабели можно включать высокочастотную аппаратуру «Азур-1», П-309.

*Количество жил и сечение  $2 \times 0,5$  мм.* Токопроводящая жила скручивается из трех стальных проволок диаметром 0,3 мм и четырех медных проволок диаметром 0,3 мм. В центре располагается стальная проволока, а в наружном повиве – медные и стальные проволоки по схеме «2 медные + 1 стальная + 2 медные + 1 стальная». Изолированные жилы скручивают в пару с шагом 80–100 мм. Толщина изоляции – 0,5 мм. Максимальный диаметр изолированной жилы – 2,3 мм.



Рисунок 1.2 – Кабель П-268 (внешний вид)

### Конструкция полевого кабеля П-268

Система скрутки и расположения проволок в токопроводящей жиле проводов следующие: в центральных повивах – стальные проволоки, в наружном – медные. Проволоки в смежных повивах скручены в противоположных направлениях. Шаг скрутки токопроводящей жилы – не более 20 диаметров жилы. Направление верхнего повива – левое. Поверх токопроводящей жилы наложена изоляция из полиэтилена. Изолированные жилы скручены в пару с шагом скрутки 100–120 мм. Направление скрутки пары – правое.

### Полевой кабель дальней связи П-296

Полевой кабель дальней связи П-296 (П-296М), изображенный на рисунке 1.3, предназначен для развертывания:

- полевых кабельных линий с использованием каналообразующей аппаратуры с частотным разделением каналов емкостью 6, 12, 24 и 60 каналов тональной частоты, уплотняемых в спектре частот до 2048 кГц (полоса пропускания П-296 ориентирована на 60-канальные системы уплотнения, аппаратура комплекса «Топаз» имеет линейный спектр до 252 кГц, а комплекса «Азур» – до 552 кГц);

- полевых кабельных линий с использованием каналообразующей аппаратуры с временным разделением каналов со скоростями 480 и 2048 кбит/с.



Рисунок 1.3 – Кабель П-296 (внешний вид)

Гибкая токопроводящая жила (ТПЖ) скручена из семи медных проволок, каждая диаметром 0,35 мм. Система скрутки «1 + 6» (одна медная проволока в центре, шесть в повиве). Такая конструкция ТПЖ называется «литца», что обеспечивает ей большую гибкость и механическую прочность при многократных изгибах. ТПЖ изолирована полиэтиленом. Изолированные ТПЖ скручены в четверку вокруг полиэтиленового заполнителя. Наличие заполнителя позволяет в процессе производства кабеля строго выдерживать необходимые расстояния между изолированными ТПЖ при скрутке их в четверку. Противоположные ТПЖ в четверке образуют рабочую пару (всего две рабочие пары). Цвет изоляции ТПЖ одной пары в четверке отличается от цвета изоляции жил другой пары. Скрученные в четверку изолированные ТПЖ отпрессованы слоем полиэтилена (для заполнения до круглой формы кабельного сердечника). Поверх кабельного сердечника наложен экран в виде повива из 90 медных проволок, каждая диаметром 0,23 мм. В полумуфтах кабеля экран подключается к центральному штыревому контакту, что при соединении строительных длин обеспечивает электрическую непрерывность экрана. Поверх экрана наложены грузонесущий элемент в виде каркасной двухповивной обмотки из 36 стальных луженых или оцинкованных проволок диаметром 0,25 мм каждая (направления повивов обмотки взаимно противоположны) и защитный шланг из поливинилхлоридного пластиката (грузонесущий элемент впрессован в защитный шланг). Строительные длины кабеля на концах армируются соединительными полумуфтами, позволяющими быстро и надежно соединять строительные длины в процессе прокладки кабеля.

Основной аппаратурой, предназначенной для работы с кабелем П-296, является оборудование комплексов «Топаз» и «Азур», частотный диапазон использования которых составляет до 252 кГц.

Кабель П-296 не пупинизирован.

**Пупинизация** – метод уменьшения затухания кабеля на низких частотах (например, в полосе канала ТЧ). Назван так по имени его изобретателя. В линию вводят катушки индуктивности на определенном расстоянии друг от друга (обычно около 1–2 км). К сожалению, за уменьшение затухания на низких частотах (в полосе канала ТЧ) приходится платить существенным увеличением затухания на более высоких частотах, которые используют модемы для физических линий. Это приводит к невозможности использования модемов для физических линий на пупинизированных кабелях. В зависимости от типа пупинизации на таких линиях могут плохо работать также и современные модемы для каналов ТЧ. Схема пупинизированной кабельной линии приведена на рисунке 1.4, где  $L_s$  – пупиновская катушка,  $S$  – шаг пупинизации.

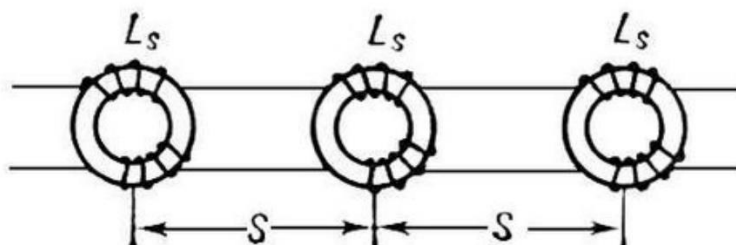


Рисунок 1.4 – Схема пупинизированной кабельной линии

**Достоинства** пупинизированной кабельной линии: увеличивается дальность связи на одном участке без использования НУП.

**Недостатки** пупинизированной кабельной линии: уменьшается диапазон используемых частот; невозможен прием ДП для НУП.

Благодаря современной технологии производства он обладает более высокими механическими и электрическими характеристиками. При аналогичном устройстве толщина проволочек токопроводящей жилы равна 0,35 мм. Наружный диаметр кабеля – 11 мм.

Кабель П-296 поставляется комплектом, в состав которого, кроме строительных длин кабеля, входят следующие изделия:

- 2 оконечных кабеля – для подключения линии кабеля к аппаратуре связи;
- 2 короткомерных вставки – для возможности сочленения строительных длин кабеля при их замене в случае выхода из строя;
- кабель подключения – для подключения линии на КТП;
- 2 контрольных шнура – для подключения контрольно-измерительных приборов;
- 2 муфты скрещивания – для повышения параметров влияния;
- 2 колодки короткозамкнутые с заземлителем – для возможности проведения контрольных измерений линий;

- муфта контрольная – для организации контрольно-телефонного поста на линии связи.

Строительные длины кабеля намотаны на металлические барабаны и закрыты ограждениями. Комплектующие изделия уложены в пластмассовый мешок и упакованы в ящик, на крышке которого нанесено «Комплект кабеля П-29№6» и две последние цифры года изготовления.

На каждой полумуфте армированного кабеля, оконечного кабеля, кабеля подключения и вставки короткомерной нанесена следующая маркировка: две последние цифры года изготовления, шифр предприятия-изготовителя на конусе и номер комплекта. Номер длины в комплекте нанесен на металлической бирке, вставленной в карман конуса.

Полумуфты строительной длины кабеля имеют белые несмываемые метки в виде чередующейся через одно поле окрашенной поверхности между ребрами замка.

Маркировка контрольной муфты и муфты скрещивания содержит последние цифры года изготовления и порядковый номер. На конусах контрольного шнура и колодки короткозамкнутой указаны две последние цифры года изготовления.

На щеке барабана указаны две последние цифры года изготовления.

Масса одного барабана с кабелем и ограждением – не более 118 (70) кг.

Разрывное усилие кабеля, включая места заделки его в соединительные полумуфты – не менее 2450 Н (250 кгс).

Строительная длина кабеля на барабане составляет 500 м (+5 м). В каждом комплекте может быть один барабан с двумя намотанными кабелями длиной по 250 м (+2 м) (рисунок 1.5).



Рисунок 1.5 – Барабан с кабелем П-296

Марки кабеля и комплектующих изделий:

- П-296М – кабель с изоляцией и оболочкой из полиэтилена, армированный для эксплуатации при температуре от  $-50$  до  $+55$  °С.

- П-296 – то же при температуре от  $-40$  до  $+55$  °С.

Комплектующие изделия кабеля П-296:

- полумуфта соединительная;

- кабель оконечный ОК-296 длиной 5 м, на одном конце которого соединительная муфта, на другом – перчатка; используется для подключения к аппаратуре и перехода на другие типы линий;

- кабель подключения КТП-296 длиной 5,6 м, на концах которого соединительные полумуфты; используется для подключения переговорного устройства к контрольной муфте;

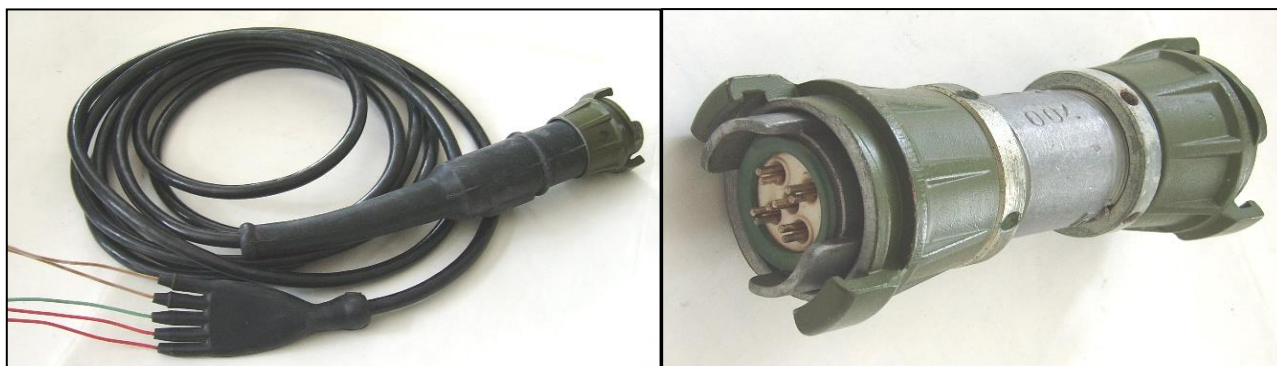
- шнур контрольный КШ-296 (рисунок 1.6, а) длиной 1,6 м, на одном конце которого соединительная полумуфта без замка, на другом – перчатка; используется для подключения измерительных приборов к цепям и экранам кабеля;

- вставка короткомерная КВ-296 длиной 11,6 м, на концах которой соединительные полумуфты; используется для вставки при необходимости в линию, когда одна строительная длина заменяется другой;

- колодка короткозамкнутая КЗ-296 длиной 1,5 м с соединительной полумуфтой на одном конце и металлическим стержнем на другом, стержень соединен с жилами и экраном кабеля; используется для измерения кабеля и снятия электрического заряда, вызванного дистанционным питанием НУП;

- муфта скрещивания СМ-296 (рисунок 1.6, б), в которой одна цепь скрещивания, другая соединена напрямую; используется при симметрировании кабельной линии;

- муфта контрольная КМ, включается между строительными длинами кабеля, обеспечивает проведение измерений и подключение переговорного устройства в одну и другую сторону линии.



а

б

а – шнур контрольный; б – муфта скрещивания  
Рисунок 1.6 – Комплектующие изделия кабеля П-296

### **Конструкция, размеры и расчетная масса кабелей П-296 и П-296М П-296М:**

- число и номинальный диаметр медных проволок жилы:  $7 \times 0,35$  мм;
- число четверок: 1;
- наружный диаметр кабеля: не более 11,4 мм;
- расчетная масса 1 км неармированного кабеля: 179,5 кг;
- строительная длина армированного кабеля с учетом длины соединительных полумуфт:  $(500 \pm 5)$  м.



### **П-296:**

- число и номинальный диаметр медных проволок жилы:  $7 \times 0,35$  мм;
- число четверок: 1;
- наружный диаметр кабеля: не более 11,4 мм;
- расчетная масса 1 км неармированного кабеля: 182 кг;
- строительная длина армированного кабеля с учетом длины соединительных полумуфт:  $(500 \pm 5)$  м.

Основные электрические параметры кабелей:

- электрическое сопротивление жил пары на длине 1 км:  $(53 \pm 2,5)$  Ом;
- электрическое сопротивление экрана на длине 1 км: не более 7,0 Ом;
- омическая асимметрия пары на длине 500 м: не более 0,2 Ом;
- электрическое сопротивление изоляции жилы на длине 1 км: не менее 5000 МОм;
- испытательное напряжение изоляции жилы (контакта) относительно других, соединенных с экраном, в течение не менее 2 мин: 1500 В;
- рабочая емкость пары на длине 1 км составляет  $(44,6 \pm 2,2)$  нФ.

### **Полевой кабель дальней связи П-270**

Полевой кабель дальней связи П-270 предназначен для развертывания кабельных линий с использованием каналообразующей аппаратуры с ЧРК емкостью до 12 каналов тональной частоты.

П-270 – пупинизированный кабель, катушки индуктивности ( $L_s = 1,3$  мГн) вмонтированы в соединительные полумуфты, которыми оканчиваются строительные длины. Катушка состоит из тора, изготовленного из карбонильного железа, размером  $28 \times 178$  мм и двух полуобмоток, выполненных проводом ЛЭШО  $35 \times 0,07$ .

Каждая катушка заключена в пластмассовый изоляционный корпус, на одной из сторон которого находятся выводы от полуобмоток. Номинальная величина индуктивности катушки – 0,8 мГн. Пупинизация ограничивает возможность использования цепей кабеля П-270 до 60 кГц. Шаг пупинизации соответствует строительной длине кабеля.

### **Конструкция кабеля П-270**

Кабель имеет четыре токопроводящие жилы, каждая из которых скручена из семи медных проводов диаметром 0,49 мм. Изолированные жилы свиты звездной скруткой с шагом 80 мм. Скрученные жилы опрессованы слоем полиэтилена (заполнение до круглой формы). Поверх заполнения положены электростатический экран из алюминиевой ленты толщиной 0,15 мм, каркасная оплетка из 24 стальных луженых (оцинкованных) проволок диаметром 0,25 мм каждая и внешний защитный шланг из поливинилхлоридного пластика 301-й рецептуры черного цвета, морозостойкость которого составляет до  $-40$  °С. Наружный диаметр кабеля – 14,4 мм.

### **Устройство кабеля П-270**

Для уменьшения взаимных влияний между цепями и уменьшения влияния внешних помех изолированные жилы кабелей скручиваются в группы (пары,

четверки). Скрутка облегчает и взаимное перемещение групп кабеля при его изгибах, и распознавание жил и пар при монтаже кабеля. В настоящее время применяются парная и звездная скрутки.

При парной скрутке (П) две изолированные жилы скручиваются вместе в пару с шагом 150–300 мм.

При звездной скрутке (З) четыре изолированные жилы, расположенные по углам квадрата, скручивают вместе с одним общим шагом 80–300 мм. Разговорные пары в скрутке образуют из противоположащих жил четверки.

В кабеле П-270 применена звездная скрутка как наиболее экономичная.

Внешний вид кабеля П-270 изображен на рисунке 1.7, а его устройство – на рисунке 1.8.

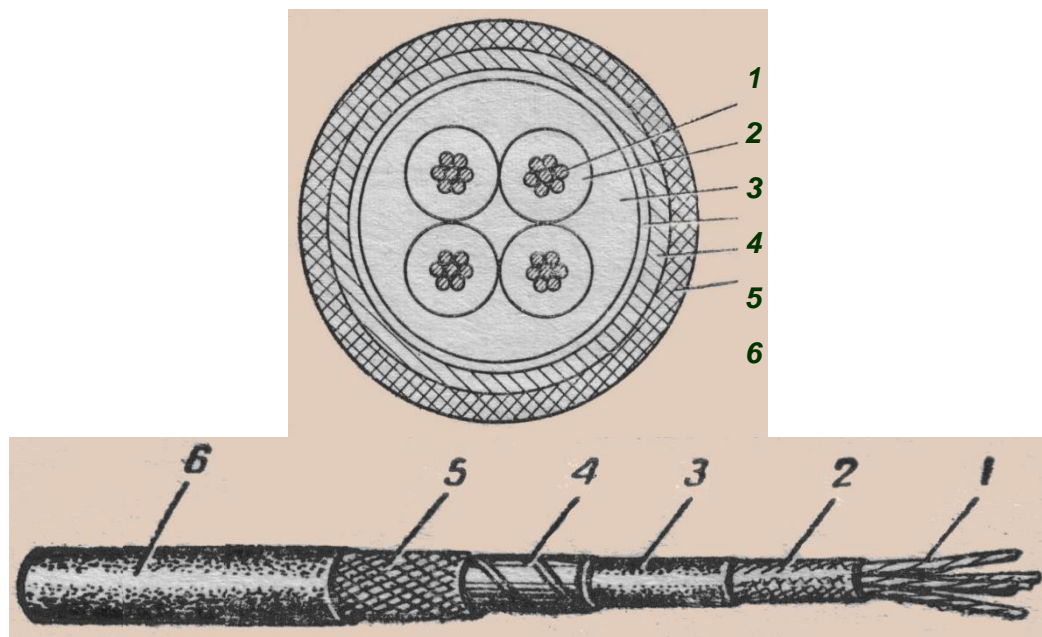


Рисунок 1.7 – Кабель П-270 (внешний вид)

Сравнительная характеристика П-270 и П-296М приведена в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Сравнительная характеристика П-270 и П-296М

Характеристика	П-270	П-296М
1 Разрывная прочность, кг	250	250
2 Вес 1 км кабеля, кг	240	184
3 Вес строительной длины с барабаном, кг	95	118
4 Строительная длина, м	250	500
5 Сопротивление постоянному току 1 км кабеля, Ом/км	36	55,5
6 Диапазон использования, кГц	до 60	до 252
7 Сопротивление изоляции, МОм/км	3500	5000



1 – токопроводящая жила; 2 – изоляция; 3 – изоляционное заполнение; 4 – экран;  
5 – кабельная оплетка; 6 – защитный шланг

Рисунок 1.8 – Устройство кабеля П-270

### **Характеристики вводно-соединительных и распределительных кабелей**

К вводно-соединительным и распределительным полевым кабелям (внутриузловым полевым кабелям) относятся: вводно-соединительный экранированный кабель ВСЭК 5×2, полевые телефонные распределительные кабели ПТРК 20×2, ПТРК 10×2, ПТРК 5×2, полевые распределительные кабели ПРК 20×2, ПРК 10×2 и ПРК 5×2, кабель П-269 и телефонно-телеграфный вводный кабель ТТВК 5×2.

#### **ПТРК**

Полевой телефонный распределительный кабель предназначен для замены ТТВК и может использоваться в аппаратуре с частотой до 16 кГц.

Выпускается трех видов: ПТРК 5×2 (рисунок 1.9), ПТРК 10×2, ПТРК 20×2.

ТПЖ состоит из семи медных проволок диаметром 0,26 мм. Жилы изолированы полиэтиленом толщиной 0,45 мм. У ПТРК 5×2 пары скручены парами, у остальных кабелей – звездной скруткой и обмотаны влагостойким синтетическим материалом. У ПТРК 5×2 в центре имеется стальной трос из семи проволок диаметром 0,25 мм. Поверх обмотки у ПТРК 10×2 и ПТРК 20×2 положена оплетка из 16 стальных проволок диаметром 0,25 мм. Защитный шланг выполнен из поливинилхлоридного пластика. Строительная длина кабеля наматывается на катушку и оканчивается муфтой. Для разветвления кабеля используется разветвительная муфта РМ-10.

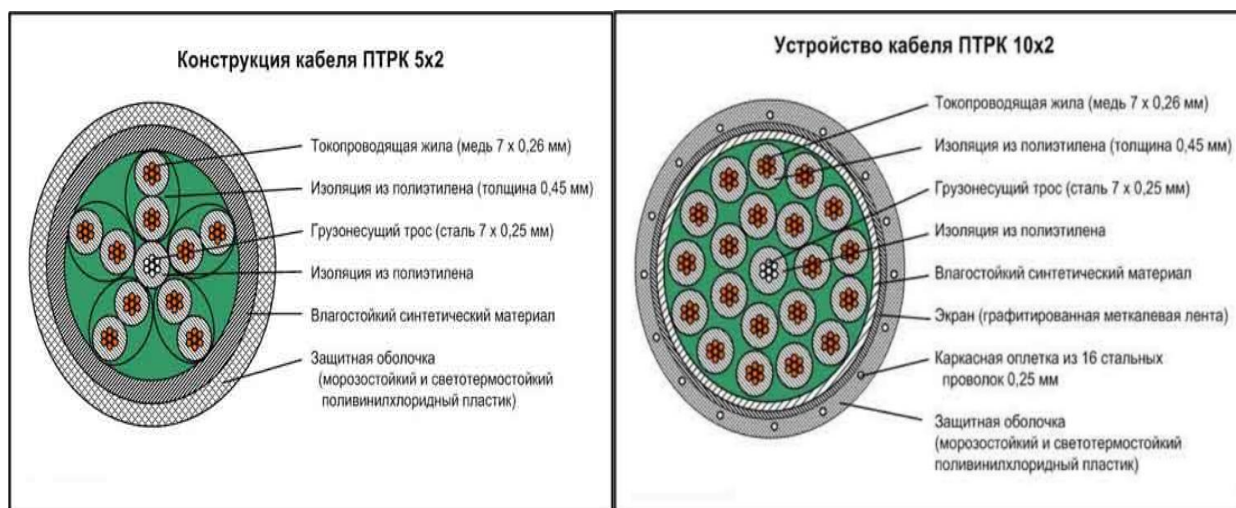


Рисунок 1.9 – Кабель ПТРК

Технические характеристики ПТРК представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Технические характеристики ПТРК

Характеристика	ПТРК		
	5×2	10×2	20×2
Строительная длина, м	50, 100, 150	50, 100	50
Количество жил	7×0,23	7×0,23	7×0,23
Диаметр кабеля, мм	13,0	16,0	21,0
Прочность на разрыв, кг	120	120	120
Сопротивление в жиле при $T = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ , Ом/км (постоянный ток)	Более 135	Более 135	Более 135
Сопротивление в изоляции, мОм/км	5000	5000	5000

### ТТВК

Телефонно-телеграфный вводный кабель (ТТВК) предназначен для вводов неуплотненных цепей и для устройства распределительной сети внутренней телефонной связи.

Выпускается двух видов: ТТВК 5×2, ТТВК 10×2.

ТПЖ состоит из семи медных проволок диаметром  $(0,25 \pm 0,005)$  мм, свитых в жилу с шагом скрутки около 15 мм. Жилы изолированы резиной РТИ-1 толщиной 0,7–0,8 мм и скручены в пары с шагом 65–75 мм. Пары имеют отличительную окраску изоляции и скручены вокруг витого троса из стальных проволок диаметром 0,3 мм, спрессованных резиной, и покрыты хлопчатобумажной оплеткой. Скрученные пары покрыты прорезиненной миткалевой лентой и затем опрессованы оболочкой из резины РШ-1 толщиной 1,5 мм (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10 – Кабель ТТВК 5×2 (внешний вид)

Технические характеристики ТТВК 5×2 представлены в таблице 1.4.

Таблица 1.4 – Технические характеристики ТТВК 5×2

Характеристика	Значение
Строительная длина, м	50, 100, 150
Количество жил	7×0,25
Диаметр кабеля, мм	13,0
Прочность на разрыв, кг	120
Сопротивление в жиле при $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (постоянный ток), Ом/км	Более 106
Сопротивление в изоляции, мОм/км	1000

### ВСЭК

Вводно-соединительный кабель с экранированными парами выпускается двух видов: ВСЭК 5×2 и ВСЭК 10×2.

По конструкции он аналогичен кабелю ТТВК 5×2, но изоляция и опрессовка центрального троса выполнена из полиэтилена, а защитный шланг – из поливинилхлорида. Кроме того, для обмотки пяти скрученных в кабель пар применена полиэтиленовая лента. Самое главное отличие ВСЭК от ТТВК заключается в том, что каждая пара кабеля имеет экран в виде оплетки из медных проволок. Строительные длины внутриузловых кабелей заканчиваются соединительными полумуфтами (рисунок 1.11), которые обеспечивают быстрое подключение кабелей к аппаратным и соединение отдельных длин между собой. Соединение ПТРК 5×2 с ТТВК и ВСЭК обеспечивается с помощью переходной муфты РМ-20 и РМ-10.

Технические характеристики ВСЭК представлены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Технические характеристики ВСЭК

Характеристика	Значение
Строительная длина, м	100
Количество жил	7×0,25
Диаметр кабеля, мм	13,0
Прочность на разрыв, кг	120
Сопротивление в жиле при $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (постоянный ток), Ом/км	75
Сопротивление в изоляции, МОм/км	1000

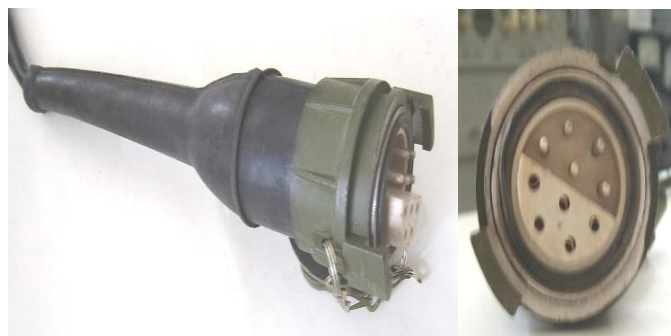


Рисунок 1.11 – Полумуфта ВСЭК (внешний вид)

### ТСКВ, СЭК, СКОЭ

Кабели для соединений и вводов в аппаратуру узлов связи марок ТСКВ (рисунок 1.12), СЭК, СКОЭ с жилами сечением  $0,36\text{ мм}^2$  изготавливают из семи медных проволок диаметром  $0,26\text{ мм}$  с ПЭ изоляцией. Изолированные жилы, различные по цвету, скручивают в пары с шагом не более  $90\text{ мм}$ . Изолированные пары ТСКВ и СКОЭ и экранированные кабели СЭК и ВСЭК скручивают в кабель, в каждом повиве которого должна быть счетная пара, отличающаяся расцветкой от других пар. Скрученные пары ТСКВ и СЭК обматывают полиамидной и ПЭТФ пленкой, а в СКОЭ накладывают промежуточный слой ПЭ и ПВХ толщиной  $0,5\text{ мм}$ . Поверх обмотки в ТСКВ, СЭК и ВСЭ накладывают ПВХ оболочку. Электрическое сопротивление в жилах на  $1\text{ км}$  постоянного тока – не более  $53\text{ Ом}$ , омическая асимметрия при постоянном токе – не более  $4,5\text{ Ом}$ . Сопротивление в изоляции – не менее  $2000 \times 10^6\text{ Ом/км}$ . Переходное затухание при частоте  $0,8\text{ кГц}$  на ближнем конце и между парами ТСКВ – не менее  $86,5\text{ дБ}$ , а остальных при частоте  $150\text{ кГц}$  – не менее  $73,5\text{ дБ}$ . Кабели испытывают переменным напряжением  $1\text{ кВ}$  в течение  $1\text{ мин}$ . Кабели предназначены для работы при температуре  $-40...+50\text{ }^{\circ}\text{C}$  и минимальном радиусе изгиба не менее  $10D$ .

В таблице 1.6 представлены технические характеристики ТСКВ, СЭК, СКОЭ и ВСЭК.

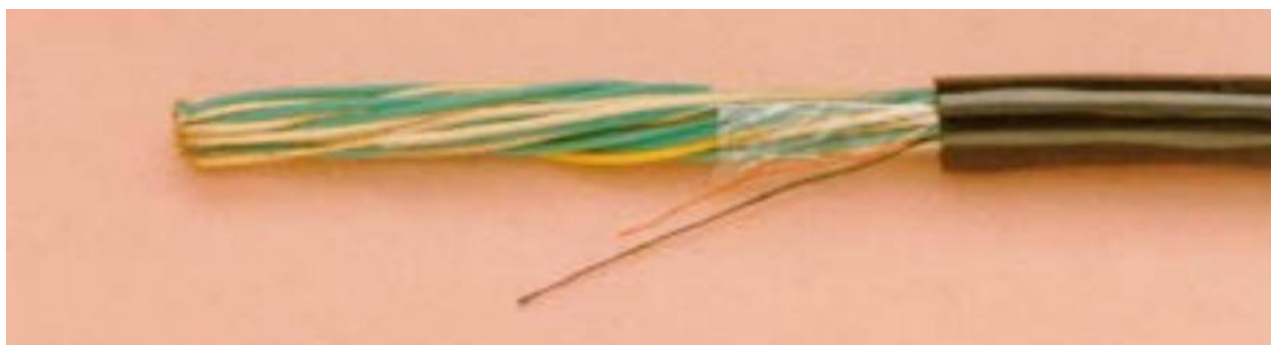


Рисунок 1.12 – ТСКВ (внешний вид)

Таблица 1.6 – Технические характеристики ТСКВ, СЭК, СКОЭ, ВСЭК

Марка	Конструкция	Толщина изоляции, мм	Толщина оболочки, мм	$D$ , мм	$g$ , кг/км	Строительная длина, м
ТСКВ	5×2	0,4	1,3	11,0	105,0	75
	10×2	0,4	1,3	13,2	175,0	75
	15×2	0,4	1,8	17,5	240,0	50
СЭК	5×2	0,5	1,5	14,5	206,0	50
	10×2	0,5	1,8	19,0	396,0	50
СКОЭ	5×2	0,5	1,5	14,5	197,0	75
	10×2	0,5	1,5	18,0	381,0	75
ВСЭК	5×2	0,5	1,5	14,5	245,0	100 ± 5 или кратные

### ПРК

Используется для развертывания соединительных и абонентских линий на полевых узлах связи и пунктах управления (рисунок 1.13).

Выпускается трех видов: ПРК 5×2; ПРК 10×2; ПРК 20×2.

ТПЖ скручена из семи медных проволок, каждая диаметром 0,23 мм. Система скрутки и расположение проволок в ТПЖ «1 + 6» (одна медная проволока в центре, шесть в повиве). ТПЖ изолирована композицией полиэтилена низкой плотности.

Диаметр изолированной ТПЖ составляет  $(1,5 \pm 0,1)$  мм. Изолированные ТПЖ в ПРК 5×2 скручены в пару (парная скрутка), в ПРК 10×2 и ПРК 20×2 – в четверку (звездная скрутка). Пары в ПРК 5×2 и четверки в ПРК 10×2, ПРК 20×2 скручены в кабельный сердечник в виде концентрического повива (повивная скрутка) вокруг грузонесущего элемента (троса).

В качестве грузонесущего элемента, необходимого для обеспечения заданной прочности на разрыв кабеля, используется стальной трос, состоящий из 12 стальных оцинкованных или луженых проволок диаметром 0,25 мм каждая. Трос изолирован концентрическим слоем полиэтилена низкой плотности. Поверх кабельного сердечника наложена поясная изоляция в виде спиральной обмотки из пластмассовой или полимерной ленты с перекрытием не менее 10 %. Поверх поясной позиции наложена внутренняя полиэтиленовая оболочка, поверх которой наложен металлический экран в виде либо повива из медных круглых проволок диаметром 0,23 мм, либо алюминиевой фольги толщиной 0,06–0,1 мм. Поверх экрана наложен защитный шланг из поливинилхлоридного пластика. Конструкция полумуфты аналогична полумуфте ПТРК. В отличие от ПТРК контактная система в полумуфте ПРК имеет тип «вилчатая форма», что обеспечивает более надежный контакт при соединении строительных длин кабеля, а также увеличение срока службы системы.



Рисунок 1.13 – ПРК

Технические характеристики ПРК представлены в таблице 1.7.

Таблица 1.7 – Технические характеристики ПРК

Характеристика	ПРК		
	5×2	10×2	20×2
Строительная длина, м	50, 100, 150	50, 100	100
Количество жил	7×0,23	7×0,23	7×0,23
Диаметр кабеля, мм	13,0	16,0	21,0
Прочность на разрыв, кг	120	120	120
Сопротивление в жиле при $T = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ (постоянный ток), кг	120	120	120
Сопротивление в изоляции, мОм/км	5000	5000	5000



## П-269

П-269 – внутриузловой абонентский распределительный кабель (рисунок 1.14).

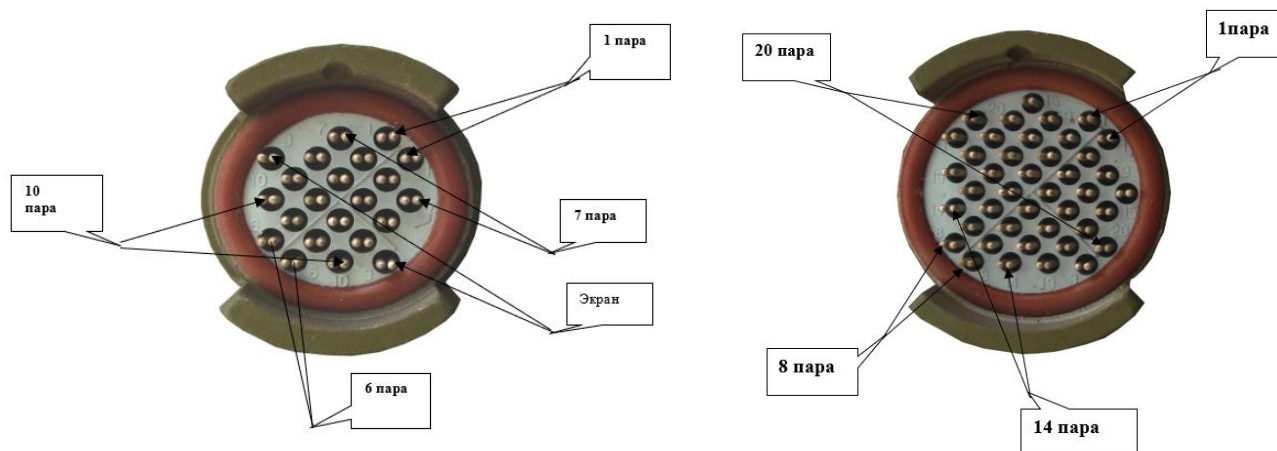


Рисунок 1.14 – Кабель П-269

Выпускается четырех видов:

- П-269-1×4+1×2 – кабель связи полевой абонентский одночетверочный с одной служебной цепью;
- П-269-2×4+1×2 – кабель связи полевой распределительный двухчетверочный с одной служебной цепью;
- П-269-4×4+2×2 – кабель связи полевой распределительный четырехчетверочный с двумя служебными цепями;
- П-269-8×4+4×2 – кабель связи полевой распределительный восьмичетверочный с четырьмя служебными цепями.

Для перехода с кабеля П-269 на ПТРК и ТТВК используются переходные вставки:

- вставка переходная ВП-2 – для перехода с кабеля П-269-2×4+1×2 на ПТРК 5×2;
- вставка переходная ВП-4 – для перехода с кабеля П-269-4×4+2×2 на ПТРК 10×2;
- вставка переходная ВП-8 – для перехода с кабеля П-269-8×4+4×2 на ПТРК 20×2;
- вставка переходная ВП-2 ТТВК – для перехода с кабеля П-269-2×4+1×2 на ТТВК 5×2.

Характеристики кабеля П-269 представлены в таблице 1.8.

Таблица 1.8 – Характеристики кабеля П-269

<b>Характеристика</b>	<b>Значение</b>
Емкость кабеля	1×4+1×2 2×4+1×2 4×4+2×2 8×4+4×2
Строительная длина, м	50, 100, 200 50, 100, 200 50, 100 50
Прочность кабеля на разрыв, кгс	120
Диаметр кабеля, мм	11, 13, 15, 21
Количество и диаметр медных проволок в жиле	7×0,23
Тип экрана	Алюминиевая фольга на каждой четверке
Материал изоляции	Полиэтилен
Материал защитного шланга	Поливинилхлорид
Электрическое сопротивление цепи постоянному току, не более, Ом/км	135
Электрическое сопротивление экрана, не менее, Ом/км	67,5
Сопротивление изоляции жил на строительной длине, не менее, МОм	5000
Коэффициент затухания, дБ/км (Нп/км), на частоте: - 800 Гц - 7 кГц	1,48 (0,17) 2,9 (0,33)

## 2 УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

### 2.1 Автоматическая телефонная станция малой емкости

АТСЭ ФМ (автоматическая цифровая телефонная станция) предназначена для обеспечения внутренней и дальней открытой автоматической телефонной связи.

АТСЭ ФМ осуществляет:

- организацию автоматической (или через телефониста) телефонной связи с абонентами своего узла связи;
- организацию автоматической телефонной связи с абонентами других стационарных и мобильных узлов связи, телефонной сети общего пользования, ведомственных сетей связи;
- организацию дальней связи;
- выполнение функций каналообразования и мультиплексирования.

АТСЭ ФМ установлена в двух стативах МКД2, расположенных по правому борту кузова.

Разработка отечественной электронной АТС была начата в 1992 г. С 1996 г. освоено серийное производство АТСЭ ФМ ОАО «Связьинвест» на базе Минского завода «Промсвязь». Широкой популярности станции способствует простота технической эксплуатации и обслуживания, невысокая стоимость, неприхотливость к линейным сооружениям связи и параметрам систем передачи. АТС нашла широкое применение на СТС в качестве узловой, центральной, оконечной, а также на ГТС как городская подстанция, ЦТЭ, УПАТС.

Функциональная схема АТС ФМ изображена на рисунке 2.1.

Емкость:

- узловая АТС – до 7600 портов;
- оконечная АТС – до 20 000 портов.

Количество внешних направлений связи – до 100, а для ЦС – не менее 128. Максимальное количество линий в направлении – не более 500.

Нагрузка (при норме потерь 0,5 %): на абонентскую линию – 0,15 эрл, на соединительную линию – 0,8 эрл;

Типы абонентских установок, включаемых в АТС:

- индивидуальные ТА абонентов как с импульсным, так и с тональным набором номера;
- спаренные ТА абонентов без взаимной связи;
- прямые линии индивидуальных ТА абонентов;
- таксофоны местной связи;
- аппаратура вещания.

Типы СЛ, поддерживаемых АТС:

- цифровые каналы ИКМ (2048 кбит/с);
- трехпроводные и двухпроводные аналоговые СЛ;
- четырехпроводные каналы систем передачи с ЧРК;

- четырехпроводные каналы передачи с ВСК, без ВСК;
- цифровая СЛ – 30;
- физическая СЛ – 2.

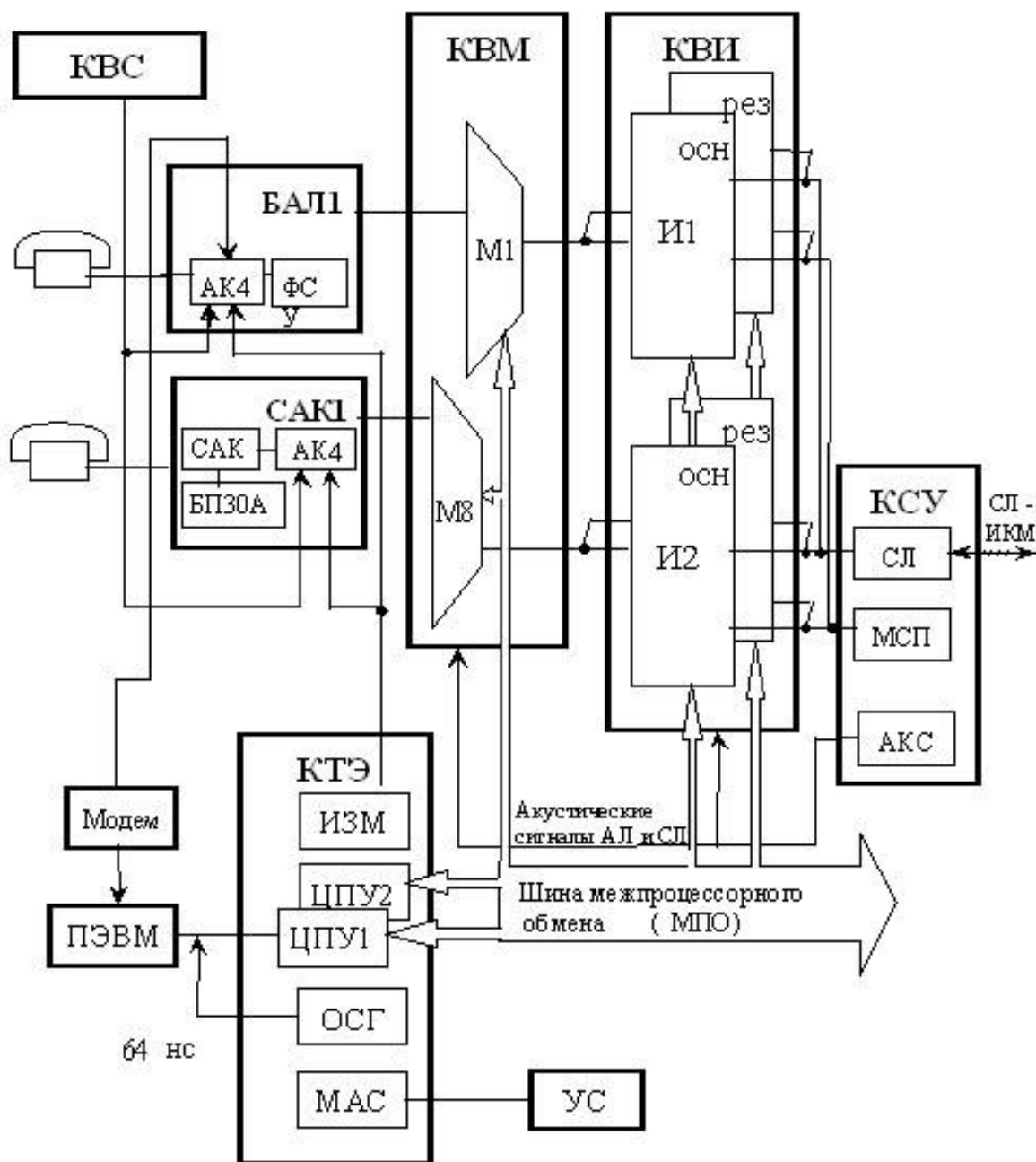


Рисунок 2.1 – Функциональная схема АТСЭ ФМ

Нумерация в сети – открытая.

Наращивание емкости:

- абонентская линия – 4;
- закрытая (2–7 знаков).

Сопротивление шлейфа АЛ – до 3 кОм.

АОН – безынтервальный пакет.

Пропускная способность цифрового канала – 64 кбит/с.

Коды межстанционного обмена (для ИКМ): *HDB3, AMI*.

Тип блокиратора спаренных АЛ – диодный.

Напряжение электропитания – 60 В.

Удельная потребляемая мощность – менее 1 Вт/номер.

Интерфейс обмена с центром технической эксплуатации – модемная связь.

Система учета разговоров и учета стоимости разговоров (АПУС) содержит следующие данные:

- номер и категорию вызывающего абонента;
- номер вызываемого абонента;
- длительность установленного соединения в тарификационных импульсах;
- дату и время окончания разговора.

Система АПУС фиксирует исходящее соединение длительностью до 18 ч.

Виды ДВО, предоставляемые абонентам:

- тональный набор;
- безусловная переадресация;
- переадресация при занятости;
- переадресация на автоинформатор;
- запрет некоторых видов исходящей связи;
- запрет исходящей и входящей связи кроме экстренных служб;
- исходящая связь по паролю;
- передача входящего соединения другому абоненту;
- конференц-связь трех абонентов;
- наведение справки во время разговора;
- уведомление о поступлении нового вызова;
- замена пароля;
- отмена всех услуг.

## **2.2 Устройство функциональных блоков АТСЭ ФМ**

Обычно сети связи соединяют два оконечных абонентских блока через несколько линейных участков и коммутаторов (АТС) для обмена сообщениями (речь, данные, текст или изображение). Для управления вызовами и использования услуг между различными участками сети должна передаваться сигнальная информация. Совокупность всей сигнальной информации, используемой в процессе установления и разъединения соединения, называют сигнализацией.

Значение сигнализации для сетей связи аналогично нервной системе человека. Очень емко определение сигнализации дано А. В. Росляковым: «Под сигнализацией в сетях связи понимается совокупность сигналов, передаваемых между элементами сети для обеспечения установления и разъединения соединения при обслуживании вызовов, а также для передачи различной служебной информации».

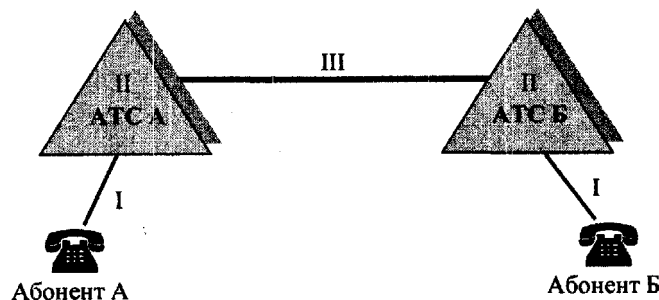
По традиции и в зависимости от участка сети сигнализация по типу делится на три вида:

- *абонентская* – между абонентским терминалом и локальной коммутационной станцией;

- *внутристанционная* – между различными функциональными узлами внутри коммутационной станции;

- *межстанционная* – между различными коммутационными станциями в сети.

Виды сигнализаций изображены на рисунке 2.2.



I – абонентская; II – внутристанционная;  
III – межстанционная

Рисунок 2.2 – Виды сигнализации

Абонентская сигнализация обеспечивает передачу сигнала «Ответ АТС», набор цифр номера вызываемого абонента, передачу сигнала «Контроль посылки вызова» и т. д.

Внутристанционная сигнализация является специфической для каждого типа станций и определяется архитектурой и принципами построения АТС.

Сигнализация по телефонному каналу изображена на рисунке 2.3, сигнализация по выделенному сигнальному каналу с отдельными блоками коммутации и управления – на рисунке 2.4.

Межстанционная сигнализация в зависимости от способов передачи информации делится на три основных класса:

1 Внутриполосные системы сигнализации, в которых сигналы взаимодействия передаются непосредственно по разговорному тракту внутри полосы пропускания телефонного канала, например, с помощью токов тональной частоты 300–3 400 Гц, индуктивных импульсов постоянного тока и т. д.

2 Индивидуальный выделенный сигнальный канал (ВСК), в котором для каждого телефонного канала выделяются индивидуальные средства передачи сигнальной информации, например: 16-й временной интервал первичного цифрового потока, выделенный частотный канал вне полосы разговорного канала на частоте 3825 Гц и т. д. В системах сигнализации такого класса станции пути передачи сигнальной информации и соответствующего ей разговора совпадают на уровне каналов, но разделены внутри коммутационной станции.



Рисунок 2.3 – Сигнализация по телефонному каналу



Рисунок 2.4 – Сигнализация по выделенному сигнальному каналу с отдельными блоками коммутации и управления

До середины 60-х гг. XX в. применялись системы межстанционной сигнализации этих двух классов. Как говорилось выше, данные системы характеризуются наличием фиксированного сигнального пути для каждого разговорного тракта, проходящего либо непосредственно по разговорному каналу (внутриканальная сигнализация), либо по каналу, физически совмещенному с ним (сигнализация по выделенному каналу).

Слабые стороны обоих вариантов:

- недостаточная гибкость;
- низкая скорость;
- высокая стоимость;
- ограниченная пропускная способность.

Основной способ их преодоления сводится к формированию сети сигнализации, логически отделенной от базовой (информационной) сети связи. В этом случае процессы установления/разъединения соединений для каждого вызова осуществляются быстрее, а ресурсы каналов передачи несигнальной информации освобождаются для полезной нагрузки. Таким видом сигнализации является третий класс сигнализации.

3 **Общеканальная сигнализация**, в которой тракт передачи сигнальной информации используется одновременно для целого пучка телефонных каналов по принципу адресно-группового использования, т. е. информационные сигналы передаются в соответствии со своими адресами (рисунок 2.5).

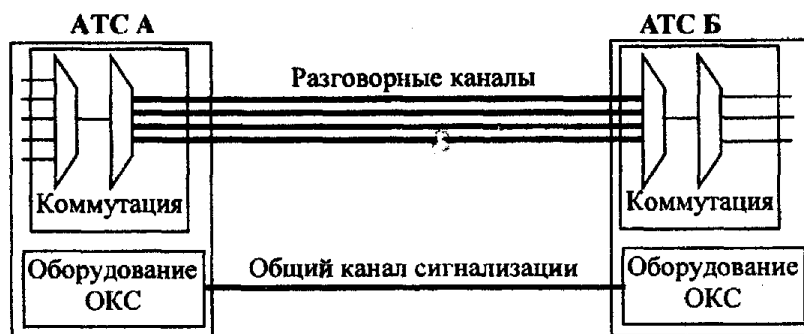


Рисунок 2.5 – Сигнализация по общему каналу

Сигнализация определяет передачу следующих категорий сигналов:

- абонентских сигналов, информирующих абонентов о состоянии соединения (акустические и зуммерные сигналы) и используемых для передачи адресной информации;

- линейных сигналов (линейная сигнализация), управляющих разговорным трактом по каналам связи между станциями; данные сигналы отмечают все основные этапы установления/разъединения соединения и передаются как в прямом, так и в обратном направлениях;

- сигналов маршрутизации (регистровая сигнализация), предоставляющих адресную информацию для маршрутизации вызовов к месту назначения (номер вызываемого абонента, категория вызова и т. п.).

Адресная информация может передаваться двумя методами:

- «от узла к узлу», согласно которому полная адресная информация посылается к каждой станции на пути соединения;

- «из конца в конец», согласно которому осуществляется сквозная сигнализация: станция *A* передает только ту часть информации на станцию *B*, которая необходима только для маршрутизации к станции *C*; для дальнейшей маршрутизации станция *C* запрашивает, а станция *A* передает необходимую информацию для маршрутизации к следующей станции *D* и т. д.

АТСЭ ФМ (автоматическая цифровая телефонная станция) предназначена для обеспечения внутренней и дальней открытой автоматической телефонной связи.

Область применения АТС – мобильные узлы связи пунктов управления силовых ведомств, других органов государственного управления или организаций.

АТС обеспечивает:

- подключение до 240 аналоговых портов:
  - а) двухпроводные аналоговые абонентские линии;
  - б) четырехпроводные аналоговые абонентские линии;
  - в) двухпроводные каналы тональной частоты (ТЧ);
  - г) четырехпроводные каналы тональной частоты;
  - д) двухпроводные абонентские линии с местной батареей и индукторным вызовом (МБ);
  - е) двухпроводные соединительные линии;



- подключение до 30 цифровых абонентских линий;
- подключение до 12 аналоговых абонентов и *Ethernet* по одной кабельной паре через каждую встроенную систему уплотнения (Ф4/12);
- подключение до 12 цифровых потоков *E1*.

#### Достоинства АТС:

- гибкость построения сетей и направлений прямой связи различного назначения;
- встроенное в АТСЭ ФМ исполнение аппаратуры громкоговорящей связи;
- встроенное в АТСЭ ФМ исполнение модемов для работы по медному и волоконно-оптическому кабелю;
- встроенное в АТСЭ ФМ исполнение аппаратуры абонентского уплотнения (обеспечивает передачу 12 номеров по одной кабельной паре на расстояние до 12 км);
- обеспечение работы в качестве коммутатора открытой связи ручного обслуживания на базе ПЭВМ или цифрового (диспетчерского) пульта. АТС позволяет заменить аппаратные каналообразования, коммутатор ручного обслуживания и аппаратную АТС старого парка одновременно;
- обеспечение работы в качестве первичного мультиплексора. АТС позволяет выделить из цифрового потока *E1* каналы ТЧ и абонентский доступ в режиме МБ для внешних потребителей (аппаратуры ЗАС, тонального телеграфирования, прямой связи, оповещения и др.);
- обеспечение работы с каналами ТЧ и абонентским доступом в режиме МБ;
- возможность реализации встроенной системы записи (регистрации) переговоров;
- диагностика и измерение основных характеристик физических абонентских линий;
- поддержка функции *CLIP* с *FSK*-модуляцией (определение номера вызывающего абонента);
- широкий диапазон рабочего напряжения и частоты электропитания (возможность работы с пониженным (нестабильным) напряжением промышленной электросети или дизель-генератора);
- позволяет подключать к встроенной системе гарантированного электропитания другую телекоммуникационную аппаратуру;
- возможность изменения по желанию заказчика технических характеристик и габаритных размеров;
- высокая надежность;
- гарантия до 5 лет (по требованию заказчика);
- возможность модернизации аппаратных АТС старого парка путем простой замены оборудования.

АТС позволяет заменить аппаратные каналообразования, коммутаторы открытой связи и АТС старого парка одновременно, что повышает устойчивость и надежность связи, уменьшает количество техники и обслуживающего персонала.

## 2.3 Модем ЦМ-Е1

Изделие предназначено для использования в качестве оконечного оборудования и обеспечивает двухстороннюю передачу дискретной информации со скоростью от 192 до 5632 кбит/с с шагом 64 кбит/с по одной паре медного кабеля.

Изделие обеспечивает двухстороннюю передачу цифрового сигнала со скоростью 2048 кбит/с по одной паре симметричного кабеля с затуханием до 31 дБ на частоте 150 кГц.

Скорость линейного цифрового потока в направлении передачи может быть синхронизирована внешним сигналом частотой 2048, 4096, 8192, 16 384, 20 480 кГц.

Интерфейс *E12* изделия соответствует ГОСТ 26886, рекомендациям МСЭ-Т *G.703*, *G.704* и обеспечивает работу с существующими типами оборудования первичного уровня в стандартном коде МЧПИ (*HDB-3*).

Интерфейс *Ethernet* изделия соответствует *IEEE Std 802.3 10/100 Base-T*.

Изделие обеспечивает возможность контроля состояния регенераторов и удаленного изделия либо удаленного модема других производителей.

### Основные технические характеристики и условия эксплуатации

Изделие разработано и поставляется в универсальном конструктивном исполнении (высотой 1U) с габаритами не более 432×203×43 мм для установки в стандартный 19-дюймовый шкаф.

Масса – не более 2,9 кг.

Срок службы изделия – не менее 15 лет.

Изделие предназначено для эксплуатации в помещениях с температурой окружающего воздуха от 5 до 40 °С и относительной влажности воздуха 80 % при 25 °С.

В таблице 2.1 приведены основные параметры модема ЦМ-Е1.

Таблица 2.1 – Основные параметры ЦМ-Е1

Наименование параметра	Значение
<b>Линейный интерфейс (<i>SHDSL</i>)</b>	
<b>1</b>	<b>2</b>
Входное сопротивление, Ом	(135 ± 20) %
Выходная мощность, дБм	Не более 14,5 (МСЭ-Т <i>G.991.2 Annex B</i> )
Затухание асимметрии, дБ	Не менее 50
Затухание кабеля на частоте 150 кГц при скорости передачи 2048 кбит/с, дБ	Не более 31
Контроль состояния линейного тракта	Согласно рекомендациям МСЭ-Т <i>G.826</i>
<b>Сетевой интерфейс (<i>E12</i>)</b>	
Скорость приема/передачи, кбит/с	2048 (1 ± 50·10 <sup>-6</sup> )
Линейный код	<i>HDB3</i>

Продолжение таблицы 2.1

<b>1</b>	<b>2</b>
Номинальное сопротивление нагрузки, Ом	120
Пределы затухания соединительной линии на частоте 1024 кГц, дБ	0–6
<b>Интерфейс Ethernet</b>	
Режим работы	10/100 Мбит <i>Half/Full Duplex</i>

Рассмотрим основные технические характеристики линейного и сетевого интерфейсов, а также интерфейса *Ethernet*.

Особенности источника ДП:

- напряжение ДП на выходных контактах не должно превышать 125 В;
- отключение источника ДП при токе в цепи ДП более 62 мА;
- устойчивость к микропрерываниям;
- автоматический перезапуск системы после сбоев по цепи ДП.

Количество запитываемых регенераторов зависит от их потребляемой мощности и параметров линии.

Электропитание изделия и формирование ДП осуществляется от напряжения –36...72 В.

**Управление режимом работы**

Изделие подключается по интерфейсу *RS-232* к *COM*-порту ПЭВМ для контроля, конфигурирования и вывода дополнительной информации.

На передней панели изделия располагается разъем «*RS-232*» (вилка) для подключения ПЭВМ с использованием стандартного кабеля. Распайка кабеля приведена в таблице 2.2

При подключении кабеля к *COM*-порту компьютера необходимо убедиться, что данный порт не занят драйверами каких-либо других устройств (например, мыши или клавиатуры).

Таблица 2.2 – Распайка кабеля

Розетка <i>DB9</i> (к изделию)	Розетка <i>DB9</i> (к компьютеру)	Розетка <i>DB25</i> (к компьютеру)
2	3	3
3	2	2
5	5	7

Затем на персональном компьютере загрузить программу терминальной оболочки (например, *Hyper Terminal*), которая должна быть сконфигурирована следующим образом:

- скорость передачи – 38 400 бит/с;
- формат передачи – 8-*N*-1;

- управление потоком – *XON/XOFF*;
- тип терминала – *VT100*.

При включении модема ЦМ-Е1 выводится следующая информация (рисунок 2.6.).

```

=====
G.SHDSL MODEM
SW v.1.00.15 05wd [2011.01.11] Spartan
[2010.12.17.01] Copyright (C) SVIAZINVEST Modem Name
:
=====

----- MAIN Menu -----
PM - Performance management
FMM - Fault and maintenance management CM - Configuration management
H - Help
-----

```

Рисунок 2.6 – Меню

Системное приглашение имеет вид  $[A]_[B]_[C]>$ , где  $[A]$  – общее число каналов *SHDSL* в изделии,  $[B]$  – номер текущего канала,  $[C]$  – краткая форма обозначения текущего меню (*MM* – *Main Menu*; *PM* – *Performance management*; *FMM* – *Fault and maintenance management*; *CM* – *Configuration management*).

Пример: *CH1\_1\_MM>* – первый канал в одноканальном изделии в меню *Main Menu*.

Чтобы попасть в соответствующее подменю, надо набрать его сокращенное название: *CM, PM, FMM*.

Каждая команда должна заканчиваться нажатием клавиши « $\leftarrow$ ».

В зависимости от исполнения устройства и установленных режимов работы некоторые команды недоступны.

При неправильно набранной команде выводится сообщение об ошибке:

Console\_[x] --> invalid command

При неправильно набранном параметре выводится сообщение об ошибке:

Console\_[x]--> invalid parameter

Команда **H** в каждом меню выдает список доступных команд и параметров.

**Меню контроля эксплуатационных параметров (*PM* – *Performance management*)**

После ввода в главном меню комбинации «**PM** +  $\leftarrow$ » на экране появится меню, изображенное на рисунке 2.7.

```

                                PM Menu-----
                                --
PERFSTATUS-----
PERFSTATUS
C
RESET
M                (Main Menu)
H                (Help)
-----

```

Рисунок 2.7 – Меню комбинации

По команде **PERFSTATUS** на экран однократно выводится таблица текущих параметров (ошибок в линии) согласно МСЭ-Т G.826 (рисунок 2.8), которая будет обновляться каждую секунду, пока не будет нажата любая клавиша.

```

-----
SHDSL Error Performance Status
-----
ES count           : 0
SES count          : 0
CRC_Anomaly_count : 0
LOSWS count       : 0
UAS_count          : 0
SegmentAnomaly_count : 0
SegmentDefects_count : 0
DP_Anomaly_count  : 0
DP_ES_count       : 0
-----

```

Рисунок 2.8 – Таблица текущих параметров

Здесь:

- *ES count (Errored Seconds)* – число ошибочных секунд, в которых был принят хотя бы один ошибочный блок (длительность передачи одного блока – 6 мс);
- *SES count (Severely Errored Seconds)* – число особо пораженных секунд, в которых число ошибочных блоков превышает 30 % от числа всех принятых блоков;
- *CRC Anomaly \_count* – число ошибок контрольной суммы;
- *LOSWS count* – число секунд с отказом типа потери синхрослова;
- *UAS\_count (Unavailable Seconds)* – число секунд, в течение которых синхронизация отсутствовала;
- *SegmentAnomaly\_count* – число аномалий сегмента;
- *SegmentDefects\_count* – число дефектов сегмента;
- *DP\_Anomaly\_count* – число кратковременных пропаданий ДП;
- *DP\_ES\_count* – число секунд, в течение которых отсутствовала подача ДП в линию.

Команда **RESET** обнуляет счетчики данных МСЭ-Т G.826. По команде **M** происходит возврат в главное меню.

## Меню контроля состояния и обслуживания (*FMM – Fault and maintenance management*)

После ввода в главном меню комбинации «*FMM* + ↵» на экране появится следующее меню (рисунок 2.9).

```
----- FMM Menu-----  
- --  
LOOP_DSL (On/Off)  
LOOP_1E1 (On/Off)  
LOOP_2E1 (On/Off)  
LOOP_REM (dev On/Off)  
VER (Version)  
SNR (SNR trace)  
RESTART (restart channel)  
STATUS  
MAP  
CONNECT (dev)  
DISCONNECT  
M (Main Menu)  
H (Help)  
-----
```

Рисунок 2.9 – Меню FMM

Команды *LOOP\_1E1 ON* и *LOOP\_2E1 ON* устанавливают шлейф в сторону сетевого интерфейса на сетевом стыке первого и второго каналов *E12* соответственно:

```
CH1_1_FMM> LOOP_1E1 ON  
SET LOOP_1E1 ON
```

Команды *LOOP\_1E1 OFF* и *LOOP\_2E1 OFF* снимают шлейф со стороны сетевого интерфейса на сетевом стыке первого и второго каналов *E12* соответственно:

```
CH1_1_FMM> LOOP_1E1 OFF  
SET LOOP_1E1 OFF
```

Команда *LOOP\_DSL ON* устанавливает шлейф в сторону линейного интерфейса на линейном стыке. Исполняется только на ведомом *SLAVE*-изделии:

```
CH1_1_FMM> LOOP_DSL ON  
SET LOOP_DSL ON
```

Команда *LOOP\_DSL OFF* снимает шлейф со стороны линейного интерфейса на линейном стыке:

```
CH1_1_FMM> LOOP_DSL OFF  
SET LOOP_DSL OFF
```

Команда *VER* показывает версии прошивки процессора (*SW Version*), ПЛИС (*Spartan Build*), микросхемы линейного интерфейса *SDFE (FW)* и поддерживаемые режимы работы *SDFE (FEATURE)*. Используется в справочных целях (рисунок 2.10).

=====

SW v.1.00.12 05wd [2011.01.10]

Spartan

[2010.12.17.01]

FW@(#) 1.1-1.5.2\_\_003

FEATURE (---@(#)---) CO+|RT+|RP+|MW+|LP+|EF+|OS+|AP+|XC-|

SDFE ver 2.1

=====

Рисунок 2.10 – Поддерживаемые режимы работы «Megatrans-3M»

Здесь:

- CO – Central Office;
- RT – Remote Terminal;
- RP – Repeater;
- LP – Line Probing (PMMS);
- FG – Annex F and G;
- MW – Multi Wire.

Команда **SNR** каждую секунду выводит на экран трассировку параметра **SNR** (соотношение сигнал/шум в линии) согласно МСЭ-Т G.991.2 (рисунок 2.11).

```
CH1_1_FMM>
SHDSL SNR          : local  d
marginq           36      B
CH1_1_FMM>
SHDSL SNR          : local  d
marginq           36      B
CH1_1_FMM>
SHDSL SNR          : local  d
marginq           36      B
CH1_1_FMM>
```

Рисунок 2.11 – Вывод команды **SNR**

Вывод прекращается нажатием любой клавиши.

Команда **RESTART** запускает программную переустановку режима текущего канала.

По команде **STATUS** отображается таблица с текущими рабочими параметрами канала (рисунок 2.12).

```

-----
LOSD = -
SEGA = -
Bitrate = -
SRU = -
SNR = -

LOOP_AT = -
ANNEX = -
LOOP_DSL = OFF
LOOP_1E1 = OFF
LOOP_2E1 = OFF

```

Рисунок 2.12 – Рабочие параметры канала

Список доступных команд представлен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Список доступных команд

Команда	Значение	Характеристика
<i>LOSD</i>	1	Синхронизация в линии <i>SHDSL</i> установлена
	-	Отсутствует синхронизация в линии <i>SHDSL</i>
<i>SEGA</i>	1	Данные по <i>SHDSL</i> принимаются верно
	-	Данные по <i>SHDSL</i> принимаются неверно или нет связи
<i>Bitrate</i>	x	Скорость передачи данных, кбит/с
<i>SRU</i>	x	Количество регенераторов в линии
<i>SNR</i>	x	Соотношение сигнал/шум, дБ
<i>LOOP_AT</i>	x	Затухание в линии, дБ
<i>ANNEX</i>	<i>A</i>	Стандарт работы: МСЭ-Т G.991.2 Annex A
	<i>B</i>	Стандарт работы: МСЭ-Т G.991.2 Annex B
	<i>F</i>	Стандарт работы: МСЭ-Т G.991.2 Annex F
	<i>G</i>	Стандарт работы: МСЭ-Т G.991.2 Annex G
	-	Нет связи
<i>LOOP_DSL</i>	<i>ON</i>	Установлен шлейф на линейном стыке в сторону линии <i>SHDSL</i>
	<i>OFF</i>	Шлейф на линейном стыке не установлен
<i>LOOP_E1</i> <i>LOOP_1E1</i>	<i>ON</i>	Установлен шлейф на сетевом стыке в сторону оборудования <i>E12</i>
<i>LOOP_2E1</i>	<i>OFF</i>	Шлейф на сетевом стыке в сторону оборудования <i>E12</i> не установлен

Команда **MAP** отображает количество и типы устройств на линии *SHDSL*:  
**MASTER---REG1---REG2---SLAVE**

Команда **LOOP\_REM dev ON/OFF** устанавливает/снимает шлейф на удаленном модуле. Исполняется только на **MASTER**-изделии.

Возможные значения ключа **dev**:

- **R** – удаленное оконечное устройство (**SLAVE**);
- **1...8** – удаленный регенератор.



При попытке использовать данную команду на *SLAVE*-изделии на консоль выводится предупреждение:

```
Console_FMM --> unavailable in SLAVE_MODE
```

```
Console_FMM --> invalid parameter
```

Команда **CONNECT dev** инициализирует управление удаленным модулем.

Возможные значения ключа *dev*:

- **R** – удаленное оконечное устройств;

- **1...8** – удаленный регенератор.

После установки связи открывается главное меню удаленного устройства (в том числе и в оборудовании сторонних производителей, если это оборудование поддерживает стандартное удаленное управление). Полный перечень доступных команд управления зависит от самого оконечного устройства.

Перед вводом команд **CONNECT** и **LOOP\_REM** рекомендуется воспользоваться командой **MAP** для получения сведений о количестве устройств на линии *SHDSL*.

Команда **DISCONNECT** завершает сеанс удаленного управления и возвращает в главное меню локального устройства.

### Меню конфигурирования (*CM – Configuration management*)

После ввода в главном меню комбинации «**CM** + **↵**» на экране появится меню (рисунок 2.13).

```
----- CM Menu-----
MASTER
SLAVE
CLOCK MODE      (1-Plesio,2-Ext,3-Synch)
                 (1-2048,2-4096,3-8192,4-16384,5-
EXT_FREQ        20480)
TS_NUMBER_CH (0..
1               .   32)
TS_NUMBER_CH (0..
2               .   32)
               (0..
PAYLOAD         .   64)
               (0..
SUBRATE        .   7)
NAME           (15 characters)
CONFIG         (Configuration)
M              (Main Menu)
H              (Help)
-----
```

Рисунок 2.13 – Меню *CM*

Команды **MASTER** (ведущий), **SLAVE** (ведомый) переводят канал в режим **MASTER/SLAVE**.

Смена режима приводит к программной переустановке режима текущего канала.

В режим *MASTER* устанавливается изделие, подключенное к оборудованию, использующему интерфейс *E12*, – источнику синхронизации (или к источнику внешней синхронизации).

Для установления связи между двумя изделиями необходимо, чтобы одно изделие работало в режиме *MASTER*, а другое – в режиме *SLAVE*. При этом процедура установления связи контролируется изделием, работающим в режиме *MASTER*.

Невозможно установление связи с конфигурацией *MASTER – MASTER* или *SLAVE – SLAVE*.

Команда ***REM\_POWER ON*** включает подачу дистанционного питания в линию. Если модуль ДП не установлен, на экран выводится предупреждение «*DP Not Installed*».

**ВНИМАНИЕ! Неправильная установка данного режима может привести к повреждению удаленного оборудования!!!**

Команда ***REM\_POWER OFF*** выключает подачу дистанционного питания в линию.

Команда ***CLOCK\_MODE*** устанавливает режим работы в линии *SHDSL* согласно МСЭ-Т G.991.2.

Команда ***CLOCK\_MODE 3*** устанавливает режим *CLOCK\_MODE\_3A* (синхронный). Данный режим синхронизации является основным. В синхронном режиме работы для исходящего интерфейса *E12* и для исходящего интерфейса *SHDSL* модуля *MASTER* в качестве сигнала синхронизации используется синхросигнал, выделенный из входящего интерфейса *E12*. В этом случае оконечное устройство, подключенное к модулю *MASTER*, обязательно должно быть источником синхронизации и не использовать интерфейс *E12* как опорный сигнал синхронизации. Синхросигнал, переданный по линии *SHDSL*, выделяется в модуле *SLAVE* и используется для синхронизации интерфейса *SHDSL* в обратном направлении (к модулю *MASTER*), а также для синхронизации исходящего интерфейса *E12*. Оконечное устройство, подключенное к модулю *SLAVE*, наоборот, использует интерфейс *E12* как опорный сигнал синхронизации.

Первый канал *E12* является основным источником синхронизации. При отсутствии входного сигнала в первом канале *E12* изделие автоматически переключается на второй канал *E12*. Для правильного функционирования оба канала *E12* должны быть синхронны (иметь общий источник синхронизации).

Команда ***CLOCK\_MODE 1*** устанавливает режим *CLOCK\_MODE\_1* (плезиохронный). В данном режиме для исходящего интерфейса *SHDSL* модуля *MASTER* в качестве сигнала синхронизации используется независимый источник тактовых импульсов (внутренний генератор). Согласование тактовых частот *E12* и *SHDSL* производится путем применения алгоритма «стаффинга» – добавления или удаления специальных битов в *SHDSL*-кадре. Данная команда используется, если оборудование в линии *SHDSL* не поддерживает синхронный режим работы (например, установлено оконечное устройство другого производителя).

Команда **CLOCK\_MODE 2** устанавливает режим **CLOCK\_MODE\_2** (с опорным синхронизирующим сигналом). В данном режиме кадр **SHDSL** и тактовые импульсы символа опираются на внешний источник сетевой синхронизации. Обычно используется, если точность источника внешней синхронизации превышает точность синхронизации в интерфейсе **E12**.

Команда **EXT\_FREQ** позволяет выбрать частоту внешнего источника синхронизации. Возможные варианты: 2048, 4096, 8192, 16 384, 20 480 МГц. Внешний источник синхронизации должен обеспечивать точность в  $\pm 32$  ppm (части на миллион) для своей тактовой частоты.

Для установления связи между двумя модулями необходимо, чтобы оба модуля (**MASTER** и **SLAVE**) работали в одинаковом режиме синхронизации **CLOCK\_MODE**. Невозможно установление связи в случае задания разных режимов синхронизации на оконечных устройствах.

Команды **TSNUMBER\_1E1** и **TSNUMBER\_2E1** устанавливают количество передаваемых тайм-слотов первого и второго каналов **E12** соответственно. Тайм-слоты **E12** передаются прозрачно (без изменений), начиная с первого.

Команда **PAYLOAD** устанавливает количество передаваемых тайм-слотов размером 64 кбит/с канала **Ethernet**.

Команда **SUBRATE** устанавливает количество передаваемых тайм-слотов размером 8 кбит/с. Служит для обеспечения совместимости со сторонним оборудованием. Рекомендованное значение – «0».

Общая пропускная способность передачи данных в линии зависит от **MASTER**-изделия и определяется по формуле

$$(TSNUMBER\_1E1 + TSNUMBER\_2E1 + PAYLOAD) \cdot 64 + SUBRATE \cdot 8 \text{ кбит/с,}$$

максимальная скорость передачи =  $88 \cdot 64$  кбит/с = 5632 кбит/с.

Если заданная суммарная скорость передачи превышает максимально допустимую для данного типа оборудования, то значения **TSNUMBER\_1E1**, **TSNUMBER\_2E1** и **PAYLOAD** будут автоматически откорректированы.

В зависимости от версии программного обеспечения, **SLAVE**-изделие может подстраивать свои значения параметров **TSNUMBER\_1E1**, **TSNUMBER\_2E1**, **PAYLOAD** и **SUBRATE** под значения, установленные на **MASTER**-изделии.

Команда **CONFIG** выводит на экран информацию об установленном режиме (рисунок 2.14).

Команда **NAME** позволяет задать каждому устройству уникальное название (до 15 символов).

```

-----
SDFE version      : 2.1
Ethernet          : Y
Number of Channels: 1
DP               : N
External         : Y
-----
Mode             : Master
Ts_Number_CH1   : 32
Ts_Number_CH2   : 32
Payload         : 24
Subrate         : 0
Clock Mode      : Synch
EXT_FREQ        : 2048
-----

```

Рисунок 2.14 – Информация об установленном режиме

## 2.4 Модем *Orion 3 (Discovery)*

Данный модем предназначен для организации высокоскоростных каналов связи по симметричным физическим линиям (*DSL – Digital Subscriber Line*) со скоростями передачи до 15,2 Мбит/с (шаг – 64 кбит/с).

Особенности *FlexDSL Orion 3*:

1) применение линейного кода *Shdsl, Shdsl.bis, Shdsl.bis-Ext (TC-PAM16/32/64/128)*, что, с одной стороны, позволяет обеспечить совместимость с предыдущей серией модемов, с другой – кодирование *TC-PAM64/128* позволяет увеличить скорость или дальность соединения;

2) поддержка расширенных возможностей стандарта *Shdsl.bis Extended* позволяет организовывать симметричную передачу данных на скоростях до 15,2 Мбит/с по каждой паре;

3) одновременная передача *TDM*-трафика и данных *Ethernet*;

4) управляемый *Layer 2 Ethernet switch (10/100BaseT)* с поддержкой *VLAN support*;

5) применение режима работы объединения (агрегации) с автоматической балансировкой пропускной способности *DSL*-каналов позволяет строить надежные цифровые мосты со скоростями 60,8 Мбит/с по четырем парам;

6) встроенный веб-интерфейс;

7) поддержка протокола *SNMP v.1*;

8) поддержка до девяти регенераторов на каждое плечо ДП;

9) существование нескольких конфигураций, хранящихся в памяти модуля, для возможности возврата к предыдущим настройкам системы;

10) два уровня пользователей системы: *admin* и *user*, защищенных паролями;

11) применение современной элементной базы.

### 3 СРЕДСТВА СВЯЗИ ДВОЙНОГО ПРИМЕНЕНИЯ

#### 3.1 Назначение, состав и применение синхронного мультиплексора доступа

Синхронный мультиплексор доступа (СМД) предназначен для эксплуатации на сети связи общего пользования в качестве аппаратуры цифровой системы передачи синхронной цифровой иерархии, обеспечивающей передачу сигналов *E12*, *E31*, *Ethernet* и сигналов абонентского доступа (АД) в структуре синхронных транспортных модулей уровня *STM-1* и *STM-4* по одномодовому волоконно-оптическому кабелю.

СМД обеспечивает:

- формирование синхронных транспортных модулей *STM-1* (155,52 Мбит/с) на восемь направлений передачи по электрическому коаксиальному кабелю или по одномодовому волоконно-оптическому кабелю;
- формирование синхронных транспортных модулей *STM-4* (622,08 Мбит/с) на четыре направления передачи по одномодовому волоконно-оптическому кабелю;
- оптические интерфейсы *STM-1* и *STM-4* – в соответствии с рекомендацией G.957 МСЭ-Т с кодами применения *S-1.1*; *L-1.1*; *L-1.2*; *S-4.1*; *L-4.1*; *L-4.2*;
- электрические интерфейсы *STM-1* – в соответствии с рекомендацией G.703 МСЭ-Т;
- электрические интерфейсы *E12*, *E31* – в соответствии с рекомендацией G.703 МСЭ-Т;
- ввод/вывод в транспортные модули *STM-1* и *STM-4*:
  - а) до 63 асинхронных/синхронных сигналов *E12* (2048 кбит/с);
  - б) до 9 сигналов *E31* (34 368 кбит/с);
  - в) до 84 сигналов *E12* для абонентского доступа;
  - г) до 4 сигналов *Ethernet 10/100 Base-TX* со скоростью трафика Ethernet от 1 до 42 *VC-12 (VCAT)* (от 2176 до 91 392 кбит/с);
- ввод/вывод сигналов абонентского доступа: *SDSL*, ТЧ, АК, АК-4ПР, АК-МБ, СК, СК-4ПР, КС, ТК, ОЦК, *V36/X21*, *RS*, С1-И, МСД, КЛС с коммутацией на уровне КИ сигнала *E12* (64 кбит/с);
- полнодоступную неблокируемую коммутацию сигналов на уровне *VC-12*, *VC-3* и *VC-4* в следующих режимах коммутации: однонаправленная, двунаправленная, коммутация вещания (*VC-12 Ethernet*, кроме вещания);
- до 1638 кроссовых переключений на уровне *VC-12*;
- до 316 кроссовых переключений *E12* на уровне КИ (64 кбит/с);
- синхронизацию:
  - а) от внутреннего генератора (*T0*);
  - б) от любого входного сигнала *STM-1*, *STM-4* (*T1*);
  - в) от любого входного сигнала *E12*, кроме входных сигналов *E12* блоков абонентского доступа, и *E31* (*T2*);

- г) от источника внешней синхронизации 2048 кбит/с или 2048 кГц (*T3*);
- выходной сигнал тактовой синхронизации (*T4*) с параметрами в соответствии с рекомендацией *G.703* МСЭ-Т;
- автоматический переход от одного источника синхронизации к другому путем применения приоритетных списков синхронизации и механизма сообщений о статусе синхронизации (*SSM*);
- автоматическое резервирование мультиплексорных секций (*MSP*) – в соответствии с рекомендацией *G.841* МСЭ-Т;
- автоматическое резервирование соединений подсети на уровне *VC-12*, *VC-3*, *VC-4* (*SNCP*) в соответствии с рекомендацией *G.841* МСЭ-Т);
- аппаратное резервирование блоков по схеме «1 + 1» (*CP – Card Protection*);
- мониторинг аварийных сообщений и рабочих характеристик и отображение их аппаратными и программными средствами;
- организацию служебной связи по каналу с двухпроводным абонентским окончанием с возможностью индивидуального вызова абонента, вызова группы абонентов и работы в режиме конференц-связи;
- контроль и управление внешними устройствами.

Управление режимами работы и контроль параметров СМД в процессе эксплуатации осуществляется посредством сетевой системы управления аппаратурой электросвязи, действующей по протоколу *SNMP v2c* (программное обеспечение «Супертел-*NMS*») через интерфейсы контроля и управления:

- интерфейс типа «*F*» (порт *LAN* локальной сети *Ethernet 10/100 Base-T*) для локального управления конфигурацией СМД;
- интерфейс типа «*Q*» (порт *LAN* локальной сети *Ethernet 10/100 Base-T*) для связи СМД с менеджером системы управления сетью *NMS (Network Management System)*.

СМД может использоваться на сетях с топологиями:

- точка – точка;
- линейная цепь;
- ячеистая сеть;
- двухволоконное;
- четырехволоконное кольцо.

СМД предназначен для непрерывной круглосуточной работы в условиях:

- температуры окружающего воздуха от – 20 до + 40 °С;
- относительной влажности воздуха до 80 % при температуре 25 °С;
- атмосферного давления не ниже 60 кПа (450 мм рт. ст.).

Электропитание СМД осуществляется от стационарных электропитающих установок постоянного тока напряжением 24 или 60 В по двухпроводной цепи с заземленным положительным полюсом.

СМД реализован в блочной конструкции на базе 19-дюймового евроконструктива, корпус с кросс-платой и имеет 19 слото-мест для блоков. Каждый блок представляет собой типовой элемент замены (ТЭЗ). Внутренние соединения между блоками осуществляются по кросс-плате.

Блоки устанавливаются в корпус по направляющим и фиксируются сверху и снизу с помощью невыпадающих винтов.

Для крепления корпуса в несущих конструкциях потребителя на кронштейнах корпуса предусмотрены четыре отверстия под винт М6-16.

Перечень блоков, используемых в СМД, приведен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Перечень блоков, используемых в СМД

Обозначение блока	Наименование блока	Назначение
<b>Базовые блоки СМД</b>		
СУИК.436434.003	Блок ИВП-24	Источник вторичного питания
СУИК.436434.004	Блок ИВП-60	
СУИК.468214.009	Блок УК	Управление и контроль
СУИК.465123.002	Блок СТМ1/4	Формирование транспортного модуля <i>STM-1</i> или <i>STM-4</i>
СУИК.467756.006	Блок КС-СС	Синхронизация, коммутация виртуальных контейнеров <i>SDH</i> и служебная связь
<b>Блоки, используемые для конфигурации СМД с абонентским доступом (АД)</b>		
СУИК.468173.001	Блок <i>T/E1</i>	Сопряжение синхронных потоков <i>E12</i> между коммутатором <i>SDH</i> и коммутатором абонентского доступа (КАД). Ввод/вывод до восьми внешних асинхронных/синхронных сигналов <i>E12</i>
СУИК.468353.011	Блок КАД	Коммутатор канальных интервалов (КИ) сигналов <i>E12</i> . Дополнительная функция – ввод/вывод до восьми сигналов <i>E12</i>
<b>Блоки компонентного доступа (КД)</b>		
СУИК.465123.003	Блок <i>21E1</i>	Ввод/вывод внешних сигналов <i>E12</i>
СУИК.465123.004	Блок <i>E3</i>	Ввод/вывод внешних сигналов <i>E31</i>
СУИК.465257.001	Блок <i>Eth10/100</i>	Ввод/вывод внешних сигналов <i>Ethernet 10/100</i>
<b>Блоки АД</b>		
СУИК.465412.003	С1-И	Блоки из состава мультиплексора первичного (МП)
СУИК.465122.014	<i>SHDSL2</i>	
СУИК.467756/007	<i>V35/V36/X21</i>	

На задней стенке корпуса имеются два болта для подключения провода защитного заземления сечением 1,0–2,5 мм<sup>2</sup>. Для обеспечения электромагнитной совместимости и требований по снятию электростатического заряда на свободные от блоков слоты устанавливаются панели-заглушки.

СМД имеет варианты исполнений по номиналу напряжения питания 24 или 60 В: СМД-24 или СМД-60. СМД комплектуется блоками в зависимости от требований по назначению под конкретный заказ.

## **3.2 Назначение, состав и применение оборудования коммутации пакетов**

### **3.2.1 Назначение IP-телефона ТА-10**

IP-телефон ТА-10 представляет собой цифровой телефонный аппарат, предназначенный для передачи голоса и данных по IP-сетям и сетям автоматической телефонной связи. Предназначен для работы в стационарных сооружениях и на базе колесных шасси в жестких условиях эксплуатации.

Основные технические свойства:

- обеспечение телефонной связью: по IP-сетям по интерфейсу *Ethernet* 10/100 Tx; IP-сетям по интерфейсу *SHDSL*; сетям автоматической телефонной связи;
- обеспечение телефонной связью по двухпроводным полевым кабельным линиям (типа П-274М);
- выход на внешние сети связи через цифровые каналы передачи данных по интерфейсам *SHDSL* и *Ethernet*;
- работа в качестве модема для передачи данных в IP-сетях (работает как прозрачный *Ethernet*-мост).

### **3.2.2 Основные тактико-технические характеристики IP-телефона ТА-10**

Обеспечивает телефонную связь в следующих режимах:

- по IP-сетям по интерфейсу *Ethernet* 10/100 Tx дальностью до 100 м;
- IP-сетям по интерфейсу *SHDSL* дальностью до 10 км;
- сетям автоматической телефонной связи дальностью до 10 км.

Электропитание осуществляется одним из следующих способов:

- от встроенных аккумуляторных батарей (при отсутствии других источников электропитания);
- от промышленной сети напряжением от 195,5 до 253 В переменного тока частотой  $(50 \pm 2)$  Гц (через блок питания КЛСИ.435514.001, входящий в состав телефона);
- от внешнего источника (бортовая сеть или стационарный аккумулятор) постоянного тока напряжением от 10 до 30 В.

Ток потребления не превышает 0,02 А по цепи электропитания 230 В переменного тока и 0,2 А по цепи электропитания 27 В постоянного тока.

Телефон имеет настольное исполнение с возможностью крепления к основанию или на стену.

Телефон оснащен клавиатурой и монохромным индикатором.

Габаритные размеры телефона – 237×195×91 мм.

Масса телефона не превышает 3,7 кг.



### 3.2.3 Назначение маршрутизатора П-320

Маршрутизатор П-320 предназначен для объединения цифровых сетей по различным физическим каналам связи в единое информационное поле.

Маршрутизатор обеспечивает:

- цифровой обмен с интерфейсными модулями и прием/передачу информации по различным каналам связи;
- построение таблиц маршрутизации;
- выбор оптимального маршрута передачи данных;
- преобразование различных протоколов передачи информации и вывод преобразованной информации на соответствующий порт маршрутизатора.

Маршрутизатор предназначен для работы в стационарных сооружениях и на базе колесных шасси.

Маршрутизатор обеспечивает круглосуточный режим работы.

Масса маршрутизатора не превышает 10 кг.

Электропитание маршрутизатора осуществляется от двух независимых источников:

- постоянного тока напряжением  $(27 \pm 2,7)$  В
- переменного тока напряжением 230 В (от 195,5 до 253 В).

### 3.2.4 Состав маршрутизатора П-320

Маршрутизатор состоит из следующих основных узлов:

- каркас;
- блок(и) электропитания (в зависимости от исполнения);
- процессор;
- интерфейсные модули;
- плата фильтра;
- плата индикации.

В состав интерфейсных модулей входят:

- модуль *Ethernet 10/100 Tx*;
- модуль *Ethernet fiber optic*;
- модуль *E1/ISDN PRI*;
- модуль *SHDSL*;
- модуль голосовой телефонный;
- модуль последовательный универсальный.

### 3.2.5 Тактико-технические характеристики маршрутизатора П-320

Маршрутизатор П-320 поддерживает:

- обмен (прием/передачу) данными по интерфейсу *Ethernet 10/100 Tx* со скоростью до 100 Мбит/с на расстояние до 95 м;

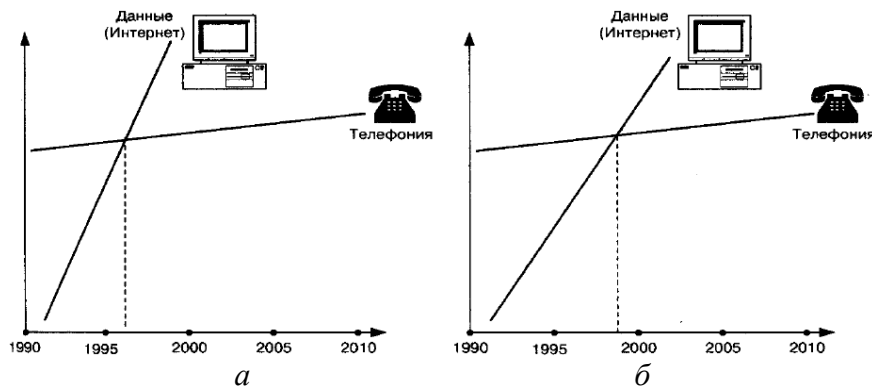
- обмен (прием/передачу) данными по интерфейсу *Ethernet* 100 *Mbit optical* по одномодовому оптическому волокну со скоростью до 100 Мбит/с на расстояние до 10 км;
- обмен (прием/передачу) данными по интерфейсу *ISDN PRI*;
- обмен (прием/передачу) данными по интерфейсу *SHDSL* в соответствии со стандартом *G.SHDSL* по кабелю П-274М со скоростью до 2048 кбит/с на расстояние до 2 км;
- работу с четырьмя (тремя и одним каналом *FXS*) аналоговыми телефонными аппаратами по обычной телефонной линии по интерфейсу *FXO*;
- обмен (прием/передачу) данными по интерфейсам *V.35*, *RS-232*, *RS-485*, *X.21*;
- обмен (прием/передачу) данными по интерфейсам *USB 2.0* (для обновления ПО).

### 3.3 Принцип работы сетевого оборудования

#### 3.3.1 Основные термины и определения в области IP-телефонии

Смещение центра тяжести в область передачи данных поставило вопрос о поиске удобного способа встраивания речи в мультимедийный цифровой поток. Причина популярности *IP* как раз и заключается в его восприимчивости к требованиям со стороны не только услуг передачи данных, но и приложений реального времени. Примером может служить успешно реализованная технология передачи речевой информации по сетям с маршрутизацией пакетов *IP* – *Voice over IP (VoIP)*, или *IP-телефония*.

Динамика роста трафика сети Интернет и традиционной телефонии показана на рисунке 3.1



*а* – трафик в США; *б* – трафик в Европе

Рисунок 3.1 – Динамика роста трафика сети Интернет и традиционной телефонии

Но понятие *Voice over IP* подразумевает не только и не столько использование сети Интернет в качестве среды передачи речи, сколько сам протокол *IP* и

технологии, обеспечивающие надежную и высококачественную передачу речевой информации в сетях пакетной коммутации. Отсутствие гарантированного качества обслуживания при передаче речи компенсируется появлением таких технологий, как многопротокольная коммутация по меткам (*Multiprotocol Label Switching (MPLS)*), протокол резервирования ресурсов (*Resource Reservation Protocol (RSVP)*), дифференциальное обслуживание разнотипного трафика (*Differentiated Services (DiffServ)*) и др. Все большую популярность приобретает передача пакетов *IP*, упакованных в контейнеры систем синхронной цифровой иерархии (*Synchronous Digital Hierarchy (SDH)*), а также технология спектрального мультиплексирования (*Wave Division Multiplexing (WDM)*). Во всех случаях необходимым условием является подчинение каждого узла системы единой политике управления трафиком. Этому же призваны помочь протоколы *RTP*, *RTSP*, *Differentiated Services* и другие механизмы. Здесь же достаточно отметить, что стандартизация речевых технологий на основе стека *TCP/IP* и их поддержка лидерами рынка пакетной телефонии обеспечивает совместимость оборудования разных производителей и позволяет создавать системы, в которых возможны вызовы с аналогового телефонного аппарата, подключенного к порту маршрутизатора, на персональный компьютер или с персонального компьютера на номер ТфОП в рамках трех сценариев *IP*-телефонии.

Архитектура технологии *Voice over IP* может быть упрощенно представлена в виде двух плоскостей. Нижняя плоскость – это базовая сеть с маршрутизацией пакетов *IP*, верхняя плоскость – это открытая архитектура управления обслуживанием вызовов (запросов связи).

Нижняя плоскость, говоря упрощенно, представляет собой комбинацию известных протоколов Интернета: *RTP (Real Time Transport Protocol)*, который функционирует поверх протокола *UDP (User Datagram Protocol)*, расположенного, в свою очередь, в стеке протоколов *TCP/IP* над протоколом *IP*. Таким образом, иерархия *RTP/UDP/IP* представляет собой своего рода транспортный механизм для речевого трафика. В сетях с маршрутизацией пакетов *IP* для передачи данных всегда предусматриваются механизмы повторной передачи пакетов в случае их потери. При передаче информации в реальном времени использование таких механизмов только ухудшит ситуацию, поэтому для передачи информации, чувствительной к задержкам, но менее чувствительной к потерям, такой как речь и видеoinформация, используется механизм негарантированной доставки информации *RTP/UDP/IP*. Рекомендации *ITU-T* допускают задержки в одном направлении, не превышающие 150 мс. Если приемная станция запросит повторную передачу пакета *IP*, то задержки при этом будут слишком велики.

Плоскость управления обслуживанием запросов связи предусматривает принятие решений о том, куда вызов должен быть направлен, и каким образом должно быть установлено соединение между абонентами. Инструмент такого управления – телефонные системы сигнализации, начиная с систем, поддерживаемых декадно-шаговыми АТС и предусматривающих объединение маршрутизации и функций создания коммутируемого разговорного канала в одних и тех

же декадно-шаговых искателях. Далее принципы сигнализации эволюционировали к системам сигнализации по выделенным сигнальным каналам, к многочастотной сигнализации, к протоколам общеканальной сигнализации №7 и к передаче функций маршрутизации в соответствующие узлы обработки услуг интеллектуальной сети.

Существуют три подхода к организации архитектуры системы IP-телефонии: «компьютер – компьютер», «компьютер – телефон» и «телефон – телефон».

### 3.3.2 Сценарий IP-телефонии «компьютер – компьютер»

Сценарий «компьютер – компьютер» реализуется на базе стандартных компьютеров, оснащенных средствами мультимедиа и подключенных к сети Интернет. Компоненты модели IP-телефонии по данному сценарию показаны на рисунке 3.2.

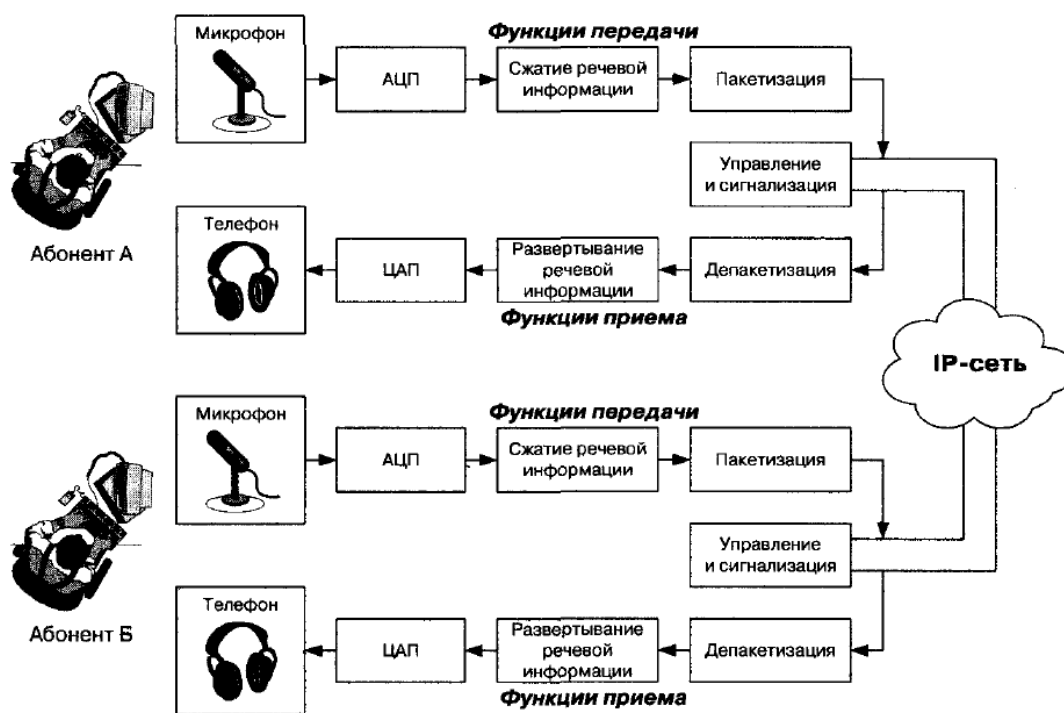


Рисунок 3.2 – Сценарий IP-телефонии «компьютер – компьютер»

В этом сценарии аналоговые речевые сигналы от микрофона абонента А преобразуются в цифровую форму с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП). Затем отсчеты речевых данных в цифровой форме сжимаются кодирующим устройством для сокращения нужной для их передачи полосы в отношении 4:1, 8:1 или 10:1. Выходные данные после сжатия формируются в пакеты, к которым добавляются заголовки протоколов, после чего пакеты передаются через IP-сеть в систему IP-телефонии, обслуживающую абонента Б. Когда па-

кеты принимаются системой абонента Б, заголовки протокола удаляются, а сжатые речевые данные поступают в устройство, развертывающее их в первоначальную форму, после чего речевые данные снова преобразуются в аналоговую форму с помощью цифроаналогового преобразователя (ЦАП) и попадают в телефон абонента Б. Для обычного соединения между двумя абонентами системы *IP*-телефонии на каждом конце одновременно реализуют как функции передачи, так и функции приема. Под *IP*-сетью подразумевается либо глобальная сеть Интернет, либо корпоративная сеть предприятия *Intranet*.

### 3.3.3 Сценарий *IP*-телефонии «компьютер – телефон»

В сценарии «компьютер – телефон» соединение устанавливается между пользователем *IP*-сети и пользователем сети коммутации каналов. Предполагается, что установление соединения инициирует пользователь *IP*-сети. Схема соединения по данному сценарию представлена на рисунке 3.3.

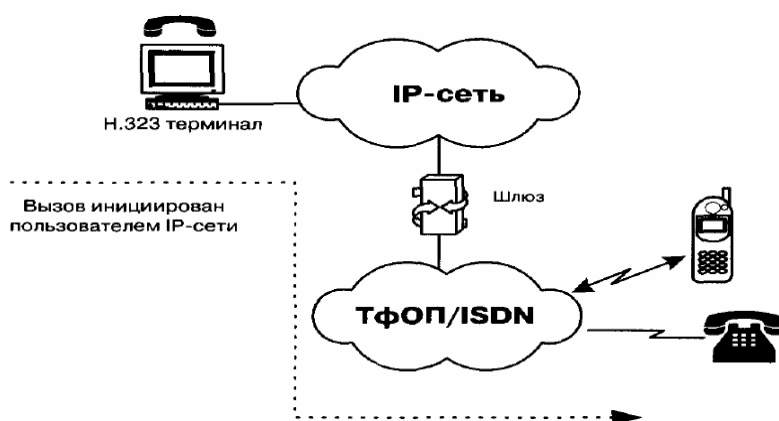


Рисунок 3.3 – Сценарий *IP*-телефонии «компьютер – телефон»

Шлюз (*GW*) для взаимодействия сетей ТфОП и *IP* может быть реализован в отдельном устройстве или интегрирован в существующее оборудование ТфОП или *IP*-сети. Показанная на рисунке сеть СКК может быть корпоративной сетью или сетью общего пользования.

### 3.3.4 Сценарий *IP*-телефонии «телефон – телефон»

Работа сети *IP*-телефонии по сценарию «телефон – телефон» представлена на рисунке 3.4.

Одним из алгоритмов организации связи по сценарию «телефон – телефон» является выпуск поставщиком услуги своих телефонных карт. Имея такую карту, пользователь, желающий позвонить в другой город, набирает номер данного поставщика услуги, затем в режиме донабора вводит свой идентификационный номер и *PIN*-код, указанный на карте. После процедуры аутентификации он набирает телефонный номер адресата.

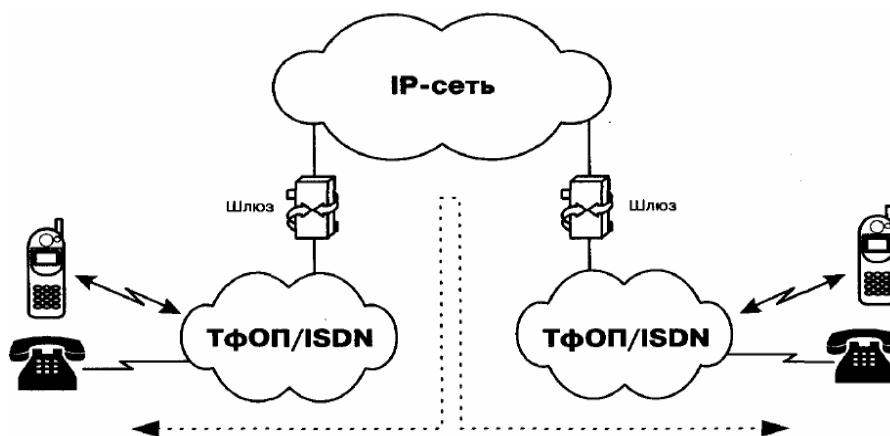


Рисунок 3.4 – Сценарий *IP*-телефонии «телефон – телефон»

Возможны и другие алгоритмы реализации этого сценария: вместо телефонной карты может использоваться информация об альтернативном счете. Счет для оплаты может быть выслан абоненту и после разговора, аналогично тому, как это делается при междугородном соединении в ТфОП.

## 4 АППАРАТНЫЕ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ

### 4.1 Автоматическая телефонная станция П-178МБ

#### 4.1.1 Назначение и состав автоматической телефонной станции

Подвижная автоматическая телефонная станция П-178МБ предназначена для организации цифровых проводных линий связи и развертывания абонентской сети автоматической телефонной и громкоговорящей связи на полевых пунктах управления Вооруженных Сил Республики Беларусь в стратегическом и оперативном звеньях управления.

П-178МБ состоит из аппаратного комплекса и программного обеспечения, предназначенного как для автоматической, так и ручной коммутации аналоговых и цифровых абонентских и соединительных линий.

П-178МБ обеспечивает работу в единой межгарнизонной автоматической телефонной сети Вооруженных Сил Республики Беларусь, предоставляя абоненту услуги высокого качества и надежности, при температуре окружающего воздуха от  $-40$  до  $+50$  °С и относительной влажности воздуха 98 % при температуре 25 °С.

Электропитание обеспечивается промышленной сетью  $3 \times 380$  В, 50 Гц либо аккумуляторными батареями (в течение одного часа). Потребляемая мощность телекоммуникационным оборудованием – 1,8 кВт, кондиционером – 4,3 кВт, суммарная – 6,1 кВт. Основной режим работы изделия – на стоянке. Режим работы – непрерывный, круглосуточный.

Автоматическая телефонная станция П-178МБ принята на вооружение Вооруженных Сил Республики Беларусь 20 октября 2010 года.

П-178 МБ обеспечивает:

1 Функционирование автоматизированного рабочего места (АРМ) оператора управления станцией и двух АРМ телефонистов, оборудованных защищенными ПЭВМ и соответствующим программным обеспечением.

2 Развертывание четырех направлений цифровых проводных линий связи с использованием кабеля П-296, из которых два с отдельными и два с объединенными трактами приема и передачи.

3 Развертывание на пункте управления абонентской телефонной сети емкостью:

- 30 цифровых абонентских линий;
- 140 аналоговых абонентских линий;
- 60 аналоговых абонентских линий (через системы абонентского уплотнения Ф4/12);
- 4 абонентские линии технического персонала.

4 Развертывание сети громкоговорящей связи емкостью до 30 абонентов.

5 Сопряжение с полевыми (подвижными) и стационарными комплексами связи по соединительным линиям:

- 12 цифровых каналов E1 с обеспечением сигнализации R1,5, 1BCK, 2BCK, OKC-7 и EDSS1;

- 12 аналоговых каналов ТЧ в режиме четырехпроводного окончания с вызывной частотой 2100 Гц;

- 12 аналоговых каналов ТЧ в режиме двухпроводного окончания с индукторным вызовом от 40 до 80 В;

- 10 аналоговых двухпроводных линий в режиме подключения номера внешней АТС.

6 Документирование в динамическом режиме информации, передаваемой по любым 2 цифровым каналам E1, 12 аналоговым двухпроводным линиям и 12 каналам ТЧ (С1-ТЧ) с четырехпроводным окончанием.

Состав основного оборудования П-178МБ представлен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Состав основного оборудования П-178МБ

Наименование	Кол-во, шт.
АТСЭ ФМ	1
Цифровая система передачи <i>Megatrans-3M</i>	2
Аппаратура цифровых систем передачи ЦМ-E1	2
Аппаратура абонентского уплотнения Ф4/12	5
Оборудование громкоговорящей связи	1
АРМ администратора (телефониста)	1
АРМ телефониста	2
Статив мобильный климатический МКДЗ	1
Статив коммутации СКМ	1
Статив ЗИП	2
Анализатор первичного сетевого стыка АФКЗ	1
Анализатор каналов тональной частоты ТЧ-ПРО	1
Блок БПСЖ-М	1
Блок БКРЗ	1
Система электропитания ПС 60/48У	1
Инвертор «Штиль PS 60/700 C-P-1»	1
Кондиционер 1К22	1

#### 4.1.2 Технические данные

В соответствии с требованиями к обеспечению связи автоматическая телефонная станция П-178МБ осуществляет:

1 Организацию двух цифровых систем передачи по кабелю П-296М с отдельным трактом приема и передачи:

- скорость передачи основного цифрового потока – 2048 кбит/с;

- регулируемая скорость передачи с шагом 64 кбит/с (от 3 до 32 КИ по 64 кбит/с);



- длина регенерационного участка – не менее 18 км.

2 Организацию одной цифровой системы передачи по кабелю П-296М с объединенным трактом приема и передачи:

- одна ЦСП со скоростью 2048 кбит/с;

- длина регенерационного участка – не менее 8 км.

3 Коммутацию цифровых и аналоговых каналов связи и абонентов на стативе СКМ с возможностью их вывода на кабельный ввод изделия. Для аналоговых абонентов (для абонентской линии А1 коммутация осуществляется только для двух абонентов из десяти на полумуфтах АП-10 ввода 2 (5-я и 10-я кабельная пара на полумуфте)).

4 Подключение 234 абонентских устройств, из них:

- 30 цифровых абонентских линий (ЦАЛ), подключаемых через полумуфты вводов;

- 140 аналоговых абонентских линий (АЛ), подключаемых через полумуфты вводов;

- 60 аналоговых абонентских линий (АЛ), подключаемых через системы абонентского уплотнения Ф4/12 через полумуфты вводов;

- 4 АЛ для подключения оконечных устройств внутри кузова для технического персонала.

5 Подключение соединительных линий (СЛ), в том числе:

- 12 цифровых каналов *E1* с обеспечением сигнализацией К.1,5, 1ВСК, 2ВСК, ОКС-Е0881, подключаемых через полумуфты вводов;

- 12 аналоговых каналов ТЧ (ТЧ) в режиме четырехпроводного окончания с вызывной частотой 2100 Гц, подключаемых через полумуфты вводов;

- 12 аналоговых каналов ТЧ (МБ) в режиме двухпроводного окончания с индукторным вызовом от 40 до 80 В, подключаемых через полумуфты вводов;

- 10 аналоговых двухпроводных линий (СЛ) в режиме подключения номера внешней АТС, подключаемых через полумуфты вводов.

6 Избирательную связь абонентов АТС между собой и внешними абонентами, подключаемыми по линиям ТЧ, СЛ, МБ и цифровым каналам *E1*.

7 Селекторную конференц-связь с возможностью подключения внешних абонентов по линиям ТЧ, СЛ и цифровым каналам *E1*. Общее количество абонентов – до 50. Количество независимых групп – до 5. Основной режим работы – селекторная связь, количество подключаемых одновременно абонентов в режиме конференц-связи зависит от качества линий связи и оконечных устройств.

8 Документирование в динамическом режиме информации, передаваемой по любым 2 цифровым каналам *E1*, 12 аналоговым двухпроводным линиям и 12 каналам (С1-ТЧ) с четырехпроводным окончанием.

Громкоговорящая связь (ГГС) в изделии должна быть выполнена на базе оборудования громкоговорящего оповещения (ОГО), которое обеспечивает:

- функционирование группы громкоговорящей связи (ГГС) до 45 абонентских устройств (АУ) ГГС по двухпроводным линиям АЛ ГГС

и 4 проводными каналам ТЧ, при этом подключение АУ ГГС осуществляется непосредственно к базовому блоку и последовательно через такие же АУ ГГС. Устойчивое функционирование группы ГГС до 45 абонентских устройств ОГО обеспечивается только при соответствии нормам каналов ТЧ и использовании в качестве АУ блоков громкой связи из состава ОГО;

- передачу речевого сигнала всех абонентов независимо от точки подключения и конфигурации сети ГГС;

- установление связи между абонентами группы голосовым вызовом нажатием тангенты микрофона АУ ГГС или по голосовому сигналу, поступившему с линии проводного канала ТЧ. Прохождение голосового вызова осуществляется на все АУ ГГС группы одновременно;

- устойчивую двустороннюю дуплексную связь при удалении АУ ГГС от базового блока ОГО или другого АУ ГГС до 300 м;

- работу по абонентским линиям, организованным медным кабелем связи с диаметром токопроводящей жилы от 0,5 до 1,5 мм.

БГС обеспечивают подключение через вводный щиток коммутации двух двухпроводных линий и одной линии четырехпроводного канала ТЧ.

9 Служебную громкоговорящую связь между должностными лицами, находящимися в кузове и кабине автомобиля, с помощью устройства УПА-2.

10 Симплексную радиосвязь с другими изделиями с помощью радиостанции Р-105М и устройства УПА-2.

11 Телефонную и громкоговорящую служебную связь с другими изделиями по двухпроводным линиям с помощью БГС и телефонных аппаратов, находящихся внутри кузова.

12 Проведение измерений каналов и линий связи с помощью измерительных приборов (анализаторов) и встроенных измерителей в АТС.

Управление, конфигурация АТС и заказное обслуживание абонентов (коммутация) осуществляется с помощью трех ПЭВМ.

ПО администрирования, конфигурирования и диагностики, устанавливаемое на ПЭВМ, обеспечивает:

- обслуживание (коммутацию) абонентов в заказном режиме;
- визуальный контроль состояния соединений, вмешательство в любое соединение, принудительный разрыв любого соединения;

- установку ограничений и приоритетов;

- реконфигурацию АТС;

- управление и контроль состояния АТС;

- отображение состояния, управление и «прозвон» СЛ в каналах *E1* и ТЧ;

- возможность изменения администратором номерного плана, протоколов подключения по каналам *E1*, количества используемых СЛ в каналах *E1*;

- отображение результатов самодиагностики АТС.

В изделии обеспечивается встроенный функциональный контроль АТС с выдачей результатов контроля на АРМ или табло аварийной сигнализации.

По требованиям к системе электропитания и жизнеобеспечения изделие снабжается электропитанием от промышленной электросети или от электропитающей станции мобильного узла связи.

Нормы качества электрической энергии на входах питания радиоэлектронной аппаратуры изделия должны соответствовать ГОСТ В 20.39.308.

Система электропитания обеспечивает:

- прием и распределение переменного трехфазного тока напряжением  $(380 \pm 38)$  В и частотой  $(50 \pm 1)$  Гц по двум независимым вводам;

- электропитание оборудования от сети переменного тока напряжением  $(220 \pm 33)$  В и частотой  $(50 \pm 2,5)$  Гц;

- электропитание оборудования от сети постоянного тока напряжением  $(24 \pm 3,6)$  В;

- формирование и распределение напряжения постоянного тока 60 В с заземленным положительным полюсом;

- контроль параметров электроэнергетики, коммутацию и защиту цепей электропитания от перегрузок, токов короткого замыкания и токов утечки.

Электропитание основной аппаратуры и оборудования осуществляется от источника, подключенного к вилке «СЕТЬ 3 ~ 380 V1» ввода «ПИТ», а электропитание оборудования – к среде жизнеобеспечения – от источника, подключенного к вилке «СЕТЬ 3 ~ 380 V2» ввода «ПИТ».

Выдача трехфазного переменного тока напряжением 380 В на другое изделие (аппаратную) обеспечивается через розетку «ТРАНЗИТ – 380 V» ввода «ПИТ», выдача постоянного тока напряжением 24 В на внешнего потребителя мощностью не более 25 Вт – через клеммы ввода «ПИТ».

При прямой подаче трехфазного переменного тока напряжением 380 В обеспечивается:

- автоматическое переключение основной аппаратуры и оборудования на питание источника, подключенного к вилке «СЕТЬ 3 ~ 380 V2», одновременным автоматическим отключением напряжения питания кондиционера при прекращении подачи электроэнергии от источника, подключенного к вилке «СЕТЬ 3 – 380 V1», при понижении фазных напряжений на вилке «СЕТЬ 3 – 380 V1» ввода «ПИТ» до величины  $(192 \pm 5)$  В или при увеличении фазного напряжения до величины  $(250 \pm 5)$  В;

- возврат основной аппаратуры и оборудования на электропитание от источника, подключенного к вилке «СЕТЬ 3 – 380 V1», после пропадания или снижения напряжения в зависимости от положения тумблера «ВОЗВРАТ НА СЕТЬ 1» («АВТ.» или «РУЧН.») на блоке БКРЗ осуществляется следующим образом:

- а) автоматически при достижении величины фазных напряжений источника, равных  $(205 \pm 5)$  В;

- б) вручную с помощью тумблера «ВОЗВРАТ НА СЕТЬ 1» при понижении на вилке «СЕТЬ 3 – 380 V1»;

- возврат на электропитание от источника, подключенного к вилке «СЕТЬ 3 – 380 V1», после повышения фазных напряжений осуществляется автоматически при понижении фаз напряжений до величины  $(240 \pm 5)$  В;

- электропитание средств жизнеобеспечения от бортсети (генератора) автомобиля в движении и на кратковременных остановках при работающем двигателе;

- возможность включения ламп освещения вводов, аварийного освещения (синего щита), устройства УПА-2, преобразователя ПНС-15М и прибора ИМД-21Б от электропитания бортсети автомобиля (аккумулятора) при неработающем двигателе и отсутствии внешней сети (не более 15 мин).

В аварийных ситуациях при пропадании сети 380 В обеспечивается бесперебойное функционирование оборудования изделия и дежурного освещения от аккумуляторов в течение не менее 1 ч. При работе изделия от сети 380 В обеспечивается заряд аккумуляторов.

## **4.2 Мобильный телекоммуникационный комплекс МТК-257Б**

### **4.2.1 Назначение комплекса**

Мобильный телекоммуникационный комплекс МТК-257Б предназначен для эксплуатации в сети связи общего пользования в качестве аппаратуры цифровой системы передачи синхронной цифровой иерархии, обеспечивающей передачу сигналов *E1*, *Ethernet* и сигналов абонентского доступа (АД) в структуре синхронных транспортных модулей уровня *STM-1* и *STM-4* по одномодовому ВОК.

МТК-257Б обеспечивает:

- формирование синхронных транспортных модулей *STM-1* (155,52 Мбит/с) на восемь направлений передачи по электрическому коаксиальному кабелю или по одномодовому ВОК;

- формирование синхронных транспортных модулей *STM-4* (622,08 Мбит/с) на четыре направления передачи по одномодовому волоконно-оптическому кабелю;

- ввод/вывод в транспортные модули *STM-1* и *STM-4*:

- до 63 асинхронных/синхронных сигналов *E1* (2048 кбит/с);

- до 84 сигналов *E1* для абонентского доступа;

- до 4 сигналов *Ethernet 10/100 Base-Tx* со скоростью трафика *Ethernet* от 1 до 42 VC-12 (VCAT) (от 2176 до 91 392 кбит/с).

- ввод/вывод сигналов абонентского доступа: *SDSL2*, ТЧ, СК, КЛС с коммутацией на уровне КИ сигнала *E1* (64 кбит/с);

МТК-257Б конструктивно смонтирован в герметичном (*IP67*) кейс-контейнере *PELICAN-HARDIGG* с рэковой стойкой *5U* (19), модель #*BB0050*. Кейс-контейнер состоит из фронтальной и задней (со встроенными колесами) крышек, замков с притяжным поворотным эксцентриком, внутренней каркасной рамы (рэковой стойки), внутренних амортизаторов для гашения колебаний (демпфирования) и поглощения толчков и ударов.

Управление режимами работы и контроль параметров МТК-257Б в процессе эксплуатации осуществляется с помощью ноутбука *HP ProBook 4545s* посредством сетевой системы управления аппаратурой электросвязи, действующей по протоколу *SNMP v2c* (программное обеспечение «Связьинвест-NMS» или «Связьинвест-NMS v2») через интерфейсы контроля и управления:

- интерфейс типа «F» (порт LAN локальной сети *Ethernet 10/100 Base-T*) для локального управления конфигурацией СМД;
- интерфейс типа «Q» (порт LAN локальной сети *Ethernet 10/100 Base-T*) для связи аппаратуры МТК-257Б с менеджером системы управления сетью *NMS (Network Management System)*.

МТК-257Б может использоваться на сетях с топологиями:

- точка – точка;
- линейная цепь;
- ячеистая сеть;
- двухволоконное и четырехволоконное кольцо.

МТК-257Б предназначен для непрерывной круглосуточной работы в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха – от –10 до +40 °С;
- относительная влажность воздуха – до 80 % при температуре 25 °С;
- атмосферное давление – не ниже 60 кПа (450 мм рт. ст.).

Электропитание МТК-257Б осуществляется от электропитающих установок постоянного тока напряжением 48 В по двухпроводной цепи с заземленным положительным полюсом.

#### 4.2.2 Состав комплекса

Перечень блоков, используемых в СМД МТК-257Б, представлен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Перечень блоков, используемых в СМД МТК-257Б

Обозначение блока	Наименование блока	Назначение
1	2	3
СУИК.436434.004-01	Блок ИВП-60	Источник вторичного питания
СУИК.468214.009-01	Блок УК	Управление и контроль
СУИК.465123.002-01	Блок СТМ1/4	Формирование транспортного модуля <i>STM-1</i> или <i>STM-4</i>
СУИК.467756.006-01	Блок КС-СС	Синхронизация, коммутация виртуальных контейнеров <i>SDH</i> и служебная связь

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
<b>Блоки, используемые для конфигурации СМД с абонентским доступом (АД)</b>		
СУИК.468353.011-01	Блок КАД	Коммутатор канальных интервалов (КИ) сигналов <i>E1</i> . Дополнительная функция – ввод/вывод до восьми сигналов <i>E1</i>
<b>Блоки компонентного доступа (КД)</b>		
СУИК.465123.003-01	Блок 21 <i>E1</i>	Ввод/вывод внешних сигналов <i>E1</i>
СУИК.465257.001-01	Блок <i>Eth10/100</i>	Ввод/вывод внешних сигналов <i>Ethernet10/100</i>
<b>Блоки абонентского доступа (АД)</b>		
СУИК.467756.001-01	КЛС	Блоки из состава мультиплексора первичного (МП)
СУИК.465412.029-01	СК	
СУИК.465122.014-01	<i>SDSL2</i>	
СУИК.465412.026-01	ТЧ	
СУИК.468173.001-01	Блок <i>T/E1</i>	Сопряжение синхронных потоков <i>E1</i> между коммутатором SDH и коммутатором абонентского доступа (КАД). Ввод/вывод до восьми внешних асинхронных/синхронных сигналов <i>E1</i>

### 4.3 Аппаратная каналообразования П-257-60КМБ

#### 4.3.1 Назначение аппаратной

Аппаратная каналообразования П-257-60КМБ предназначена для строительства магистральных цифровых линий связи, а также линий привязки полевых узлов связи к полевой опорной сети связи Вооруженных Сил Республики Беларусь и к сети электросвязи общего пользования с обеспечением аналоговыми и цифровыми каналами связи узлов связи подвижных пунктов управления в оперативном, оперативно-стратегическом и стратегическом звеньях управления.

Благодаря применению перспективных телекоммуникационных технологий и современной элементной базы в аппаратной реализованы как функции коммутации каналов, так и функции коммутации пакетов для предоставления перспективных услуг связи «*Triple Play*» (голос, видео, данные), что обеспечивает широкие эксплуатационные возможности. Средства связи аппаратной способны коммутировать любой тип трафика, обеспечивают маршрутизацию в се-

тях *IP/Ethernet* и полностью совместимы с сетью электросвязи общего пользования и сетями специального назначения.

Имеющийся набор абонентских интерфейсов полностью удовлетворяет потребности пунктов управления различных звеньев управления Вооруженных Сил Республики Беларусь (прямые абоненты, двух- и четырехпроводные КТЧ, ОЦК, ТЛГ, С1-И, *FXO*, *FXS*, *RS-232*, *Ethernet*) и обеспечивает сопряжение с аналоговыми каналами связи.

### 4.3.2 Технические характеристики

Внутреннее оборудование аппаратной обеспечивает:

- функционирование 2 автоматизированных рабочих мест операторов управления, оборудованных защищенными ПЭВМ и соответствующим программным обеспечением;

- формирование 4 линейных оптических интерфейсов уровня *STM-1* со 100-процентным аппаратным резервированием по оптическому одномодовому кабелю или формирование 8 линейных оптических интерфейсов уровня *STM-1* без аппаратного резервирования;

- организацию 3 цифровых систем передачи со скоростью передачи основного цифрового потока 2048 кбит/с и *Ethernet 10/100 Base-T* по кабелю П-296М с отдельными трактами приема/передачи и длиной регенерационного участка до 25 км;

- организацию 3 цифровых систем передачи с возможностью передачи до 2 потоков *E1* и *Ethernet 10/100 Base-T* по кабелю П-296М с объединенными трактами приема/передачи и протяженностью до 10 км;

- организацию 8 *SDSL* цифровых систем передачи со скоростью передачи основного цифрового потока 2048 кбит/с по кабелю П-274М с объединенными трактами приема/передачи и протяженностью до 5 км;

- формирование 96 цифровых потоков *E1*;

- мультиплексирование/демультиплексирование образованных цифровых потоков *E1* в абонентские интерфейсы следующей емкостью:

- а) 5 каналов стыка С1-И;

- б) 6 каналов ТЧ в двухпроводном окончании с индукторным вызовом (МБ);

- в) 16 двухпроводных линии в режиме подключения номеров АТС удаленным абонентам (*FXO*);

- г) 12 двухпроводных линий в режиме приема номеров удаленной АТС (*FXS*, ЦБ);

- д) 32 канала ТЧ в четырехпроводном окончании с вызывной частотой 2100 Гц;

- е) 48 телеграфных каналов С1-ТГ в шести направлениях;

- кросс-коммутацию на уровне канальных интервалов образованных потоков *E1*;

- сопряжение 168 синхронных потоков *E1* из коммутаторов *SDH* (основного и резервного) в коммутатор абонентского доступа;

- полноступную неблокируемую коммутацию до 24 потоков VC-4 на уровне VC-4, VC-3, VC-12 со 100-процентным аппаратным резервированием;
- конвертирование 2 потоков E1 в Ethernet 10/100 Base-T и обратно;
- формирование 4 каналов Ethernet и передачу их в структуре сигнала STM-1 со скоростью до 86,016 Мбит/с;
- формирование 2 направлений WAN для организации Ethernet трафика со скоростью до 2 Мбит/с;
- коммутацию трафика Ethernet с функциями маршрутизации;
- ручную и автоматическую коммутацию каналов и цифровых потоков связи с возможностью их вывода на кабельные вводы аппаратной;
- кросс-коммутацию оптических линий связи цифровых систем передачи с возможностью их вывода на кабельный ввод аппаратной;
- организацию служебной связи по внутриузловым соединительным линиям и образованным каналам связи;
- шнуровую коммутацию входов/выходов средств измерения (AFK-3, ПИТ-801, TDA-5);
- измерение основных параметров волоконно-оптических и кабельных линий связи, потоков E1 и каналов тональной частоты;
- техническое сопряжение с аналоговыми и цифровыми каналами связи аппаратуры полевых узлов связи различной принадлежности, стационарных узлов связи пунктов управления Вооруженных Сил Республики Беларусь и сети электросвязи общего пользования.

Внешнее оборудование аппаратной обеспечивает:

- синхронный мультиплексор доступа (СМД);
- формирование 4 линейных оптических интерфейсов уровня STM-1 со 100-процентным аппаратным резервированием по оптическому одномодовому кабелю или формирование 8 линейных оптических интерфейсов уровня STM-1 без аппаратного резервирования;
- полноступную неблокируемую коммутацию до 24 потоков VC-4 на уровне VC-4, VC-3, VC-12 со 100-процентным аппаратным резервированием;
- формирование четырех каналов Ethernet и передачу их в структуре сигнала STM-1 со скоростью до 86,016 Мбит/с;
- сопряжение 84 синхронных потоков E1 из коммутаторов SDH (основного и резервного) в коммутатор абонентского доступа;
- коммутацию сигналов E1 на уровне канальных интервалов;
- формирование 2 направлений WAN для организации Ethernet-трафика со скоростью до 2 Мбит/с;
- формирование 8 окончаний FXO;
- формирование 12 четырехпроводных каналов ТЧ;
- формирование 2 линейных интерфейсов SDSL.

П-257-60КМБ обеспечивает надежную работу при температуре окружающего воздуха от -40 до +50 °С и относительной влажности воздуха 98 % при температуре 25 °С.



Электропитание П-257-60КМБ обеспечивается промышленной сетью 3×380 В, 50 Гц; аккумуляторными батареями (в течение одного часа). Потребляемая мощность – 3,0 кВт. Основной режим работы изделия – на стоянке. Режим работы – непрерывный, круглосуточный. Экипаж – четыре человека.

### 4.3.3 Состав основного оборудования

Состав основного оборудования П-257-60КМБ указан в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Состав основного оборудования П-257-60КМБ

Наименование оборудования	Кол-во
1	2
Цифровая система передачи <i>Megatrans-3M</i> (с АОКС), шт.	3
Цифровая система передачи ЦМ-Е1, шт.	3
Синхронный мультиплексор доступа, шт.	1
Первичный мультиплексор МПЦ-С, шт.	2
Аппаратура IP-маршрутизации NX-5124, V.1 управляемый L3-коммутатор, шт.	1
Аппаратура конвертации интерфейса RS-232 в Ethernet NPort 5610-16 – сервер последовательных устройств, шт.	1
Конвертер интерфейсов E1/Eth FlexCON-Eth, шт.	2
Автоматизированное рабочее место оператора ПК-51, шт.	2
Принтер лазерный, шт.	1
Автоматизированное рабочее место оператора (переносное), ноутбук ВМ2015, шт.	1
Переговорно-вызывное устройство, шт.	1
Пульт служебной связи, шт.	1
Блок громкоговорящей связи, шт.	1
Статив мобильный климатический МКД, шт.	2
Статив коммутации мобильный, шт.	1
Оптический трос, шт.	1
Анализатор первичного сетевого стыка АФКЗ, шт.	1
Прибор ПИТ-801, шт.	1
Оптический тестер ОТ-2-8, шт.	1
Прибор для измерения характеристик КТЧ TDA-5, шт.	1
Прибор кабельный ИРК-ПРО, шт.	1
Устройство для проверки оптических линейных трактов по шлейфу, шт.	1
Система электропитания ПС-60/48, шт.	1
Инвертор 48/220 В, шт.	1
Волоконно-оптический кабель ОК-В-М, м	300
ЗИП-О, шт.	1
Кондиционер, шт.	1
Цифровая система передачи ЦМ-Е1 (переносной комплект), шт.	1

Продолжение таблицы 4.3

1	2
Синхронный мультиплексор доступа (переносной комплект), шт.	1
Регенератор для ЦСП <i>Megatrans-3M</i> , шт.	1
Переносная навигационная система (ГЛОНАСС/ <i>GPS</i> ), шт.	1

#### 4.3.4 Установка изделия

Установку изделия необходимо производить в следующем порядке:

1 Установить изделие в заранее подготовленное укрытие (сооружение), обеспечивающее возможность подключения соединительных кабелей к вводам и быстрого выезда из укрытия.

2 После установки изделия произвести его маскировку в соответствии с установленными требованиями.

3 Проверить наличие горючего в баках автомобиля и отопителя ОВ-65.

4 Оборудовать место для хранения противопожарного инвентаря (огнетушителя, лопаты) и песка.

При выборе места расположения изделия П-257-60КМБ необходимо руководствоваться следующим:

- изделие должно быть расположено на расстоянии не более 25–50 м от внешних источников электропитания и 100 м от других аппаратных узлов связи, к которым оно подключается соединительными кабелями;

- изделие должно быть замаскировано от воздушного наблюдения и защищено от воздействия солнечных лучей, ветра, скопления воды и т. п.;

- должен быть обеспечен удобный выезд и въезд машины на магистральную дорогу.

5 Установить под колесами изделия колодки или другие приспособления, предохраняющие его от произвольного смещения с места.

6 Выключатель массы, расположенный в кабине автомобиля, поставить в положение «ВКЛЮЧЕНО».

7 Затормозить колеса изделия ручным тормозом.

8 Включить аварийное освещение в кузове, для чего на плафоне ПК-201 аварийного освещения, расположенном на потолке кузова, тумблер установить во включенное положение.

9 Проверить исправность работы блокировки освещения, для чего открыть дверь кузова, при этом автоматически включается лампа маскировочного освещения и выключается лампа аварийного освещения.

10 Произвести наружный осмотр механических креплений и кабельных соединений, проверить правильность и надежность подключения кабелей внутреннего монтажа изделия и устранить замеченные неисправности.

11 Установить светоуказатель изделия.

12 Кабель светоуказателя подключить к разъему «СВЕТОУКАЗАТЕЛЬ» на вводе питания.

### 4.3.5 Развертывание и свертывание антенно-мачтового устройства

Установка антенны радиостанции Р-105М:

- извлечь из ящика, установленного на крыше кузова, звенья антенны АШ-4;

- установить в держатель антенны на кузове первое звено антенны, закрепить его гайкой;

- подсоединить к антенному держателю фидер;

- соединить между собой второе и третье звенья антенны и подсоединить их к первому звену.

Установка внешней антенны репитера *AnyTone AT-400*:

- закрепить антенну на крыше кузова-фургона на кронштейн;

- подключить коаксиальный кабель к разъему «БШД СЭОП» кабельного ввода 3.

### 4.3.6 Заземление изделия

Заземление изделия предназначено для обеспечения нормальной работы аппаратуры и безопасности обслуживающего персонала. В комплект заземления входят колья заземления и соединительные заземляющие провода.

Для заземления необходимо выполнить следующие действия:

- вбить на расстоянии 0,8–1 м в зоне вводного щита колья заземления на их рабочую длину. Вбитые в грунт колья должны находиться друг от друга на расстоянии не менее их длины;

- соединить колья между собой и с земляными клеммами вводного щита проводами из комплекта изделия;

- вбить кол заземления, входящий в комплект кузова, в грунт на всю его рабочую длину и соединить его с помощью специального провода из комплекта кузова с клеммой на вводе питания. Помните, что при невыполнении данного указания невозможна подача напряжения питания от внешней сети переменного тока;

- проверить подключение заземляющих проводов к аппаратуре.

Для создания надежного заземления изделия необходимо снять верхний слой грунта на глубину 0,3–0,5 м, а в зимнее время – до талого грунта, после чего вбить заземление в грунт.

Для создания заземления в почвах с высоким удельным сопротивлением (песок, супесь, сухой торфяник) следует для улучшения эффективности заземления производить искусственную обработку почвы путем полива ее в месте соприкосновения с заземлителем раствором поваренной соли (4–5 стаканов на одно ведро воды) через каждые 4–5 суток.

При установке заземления в зимнее время, а также в условиях вечной мерзлоты или каменистых почв рекомендуется создавать контур заземления для выравнивания потенциала в зоне расположения изделия.

### 4.3.7 Подключение кабелей

Порядок подключения кабелей:

1 Подготовить и проложить кабели электропитания, перевозимые в кузове, к распределительным устройствам электропитающих станций.

2 Выгрузить вводно-соединительное оборудование из отдельной автомашины, в которой перевозятся кабели и имущество, придаваемые к изделию П-257-60КМБ:

- кабель П-269 –  $2 \times 4 + 1 \times 2$  (5 м) – 4 шт.;
- кабель П-269 –  $4 \times 4 + 2 \times 2$  (5 м) – 2 шт.;
- кабель П-269 –  $8 \times 4 + 4 \times 2$  (5 м) – 2 шт.;
- SF/UTP (90 м) – 2 шт.;
- катушка с двумя кабелями (П-296 –  $2 \times 50$  м) – 4 шт.;
- катушка с кабелем (ПТРК  $5 \times 2$  – 100 м) – 2 шт.;
- катушка с кабелем (ПТРК  $5 \times 2$  –  $2 \times 50$  м) – 2 шт.;
- катушка с кабелем (ПТРК  $10 \times 2$  – 100 м) – 3 шт.;
- катушка с кабелем (ПТРК  $20 \times 2$  – 50 м) – 5 шт.;
- катушка с двумя кабелями (КРШС  $4 \times 6 - 2 \times 25$  м) – 2 шт.;
- муфта РМ-10 – 2 шт.;
- муфта РМ-20 – 2 шт.;
- щиток ВЩ-1 – 5 шт.;
- щиток ВЩ-2 – 1 шт.;
- провод заземления – 3 шт.;
- кабель П-274М – 500 м (ТУ16-505.221-78) на катушке ТК-2 – 4 шт.;
- кабельная вставка ВП-2 (П-269/ПТРК- $5 \times 2$ ) – 12 шт.;
- кабельная вставка ВП-4 (П-269/ПТРК- $10 \times 2$ ) – 6 шт.;
- кабельная вставка ВП-8 (П-269/ПТРК- $20 \times 2$ ) – 6 шт.

После длительного хранения ПТРК (П-269, П-296) необходимо перед эксплуатацией произвести не менее трех сочленений-разъединений полумуфт (без закрывания замков) для обеспечения в них надежного контакта.

3 Размотать с помощью намоточного станка и подключить к кабельным вводам изделия кабели в соответствии с типами полумуфт.

При развертывании сети внутренней связи следует использовать кабель и разветвительные муфты, предназначенные для этого (ПТРК, П-269, РМ-10, РМ-20, вводные щитки ВЩ- $5 \times 2$  и кабель П-274М либо аналогичные).

Размотать с помощью намоточного станка и подключить к кабельным вводам аппаратной следующие кабели (в количестве, необходимом для организации связи в соответствии с выполняемой задачей):

1 К кабельному вводу 1:

- к полумуфтам ПТРК  $20 \times 2$  1–8, 9–16 под общей гравировкой «КТЧ» – кабель ПТРК –  $20 \times 2$  (2 шт.);

- к полумуфтам АП-8 17–24 под общей гравировкой «КТЧ» – кабель П-269 –  $8 \times 4 + 4 \times 2$  (1 шт.);

- к полумуфтам АП-4 25–28, 29–32 под общей гравировкой «КТЧ» – кабель П-269 – 4×2+2×2 (2 шт.);
- к полумуфтам АП-8 1–8, 9–16 под общей гравировкой «ТЛГ» – кабель П-269 – 8×4+4×2 (2 шт.);
- к полумуфтам АП-4 17–20 под общей гравировкой «ТЛГ» – кабель П-269 – 4×2+2×2 (1 шт.);
- к полумуфтам АП-4 1–8, 9–16 под общей гравировкой «СЛ АТС» – кабель П-269 – 4×2+2×2 (2 шт.);
- к полумуфтам АП-4 1–10 под общей гравировкой «ТЛФ АТС» – кабель П-269 – 4×2+2×2 (1 шт.);
- к полумуфтам АП-2 11–15 под общей гравировкой «ТЛФ АТС» – кабель П-269 – 2×4+1×2 (1 шт.);
- к полумуфтам АП-8 1–8, 9–16 под общей гравировкой «С1-И» – кабель П-269 – 8×4+4×2 (2 шт.);
- к полумуфтам АП-4 17–20 под общей гравировкой «С1-И» – кабель П-269 – 4×2+2×2 (1 шт.);
- к полумуфтам АП-2 1–5 под общей гравировкой «МБ» – кабель П-269 – 2×4+1×2 (1 шт.);
- к парным клеммам 6, 7, 8 под общей гравировкой «МБ» – кабель П-274М (3 шт.);
- к парным клеммам под общей гравировкой «СЛЖ» – кабель П-274М (1 шт.)
- 2 К кабельному вводу 2:
  - к полумуфтам ПОА-40 с гравировкой «ВОК 1, 2, 3, 4» – ВОК типа КПО-Г-40-0300-«К»;
  - к полумуфтам П-296 1, 2, 3 под общей гравировкой «MGS» – кабель П-296 (3 шт.);
  - к разъему RJ-45 с гравировкой «БШД WiMax P-434» – кабель для подключения абонентской станции БШД «Tsynami MP.11 5012-SUR»;
  - к полумуфтам АП-2 1–5, 6–10 под общей гравировкой «ЦМ-Е1» – кабель П-269 – 2×4+1×2 (2 шт.);
  - к полумуфтам П-296 11, 12, 13 под общей гравировкой «ЦМ-Е1» – кабель П-296 (3 шт.);
  - к парным клеммам 14, 15, 16 под общей гравировкой «ЦМ-Е1» – кабель П-274М (3 шт.);
  - к РК-разъему под общей гравировкой «БШД СЭОП» – коаксиальный кабель для подключения внешней антенны репитера;
  - к полумуфтам АП-2 1–5, 6–10 под общей гравировкой «SDSL» – кабель П-269 – 2×4+1×2 (2 шт.);
  - к парным клеммам 11, 12, 13 под общей гравировкой «SDSL» – кабель П-274М (3 шт.);
  - к полумуфтам АП-2 1–5, 6–10 под общей гравировкой «П-341» – кабель П-269 – 2×4+1×2 (1 шт.)

3 К кабельному вводу 3:

- к полумуфтам АП-4 1–4, 5–8, 9–12, 13–16, 17–20, 21–24, 25–28, 29–32 под общей гравировкой «E-1» – кабель П-269 – 4×4+2×2 (8 шт.);

- к полумуфтам П-296 33, 34 под общей гравировкой «E-1» – кабель П-296 (2 шт.);

- к разъемам RJ-45 1, 2 под общей гравировкой «Ethernet» – кабель для подключения Ethernet;

- к полумуфтам АП-2 1–5, 6–10 под общей гравировкой «АЛ ГГС» – кабель П-269 – 2×4+1×2 (2 шт.);

- к парным клеммам 11, 12 под общей гравировкой «АЛ ГГС» – кабель П-274М (2 шт.).

4 К вводу питания:

- к разъему под общей гравировкой «СЕТЬ 3~380 V1» и «СЕТЬ 3~380 V2» – кабель КРШС – 4×6 (2×25 м);

- к разъему под общей гравировкой «ЗАЗЕМЛЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ» – кабель заземления безопасности.

В случае коммутации в СКМ шнурами на указанные полумуфты других станционных линий назначение подключаемых кабелей может изменяться.

Электрическое соединение шкафов, упаковок и блоков между собой осуществляется с помощью кабелей, соединенных в жгут, который крепится на стенках кузова. Кабели оканчиваются разъемами, имеющими маркировку, соответствующую разъемам на блоках, к которым они подходят. Каждый шкаф, упаковка и блок имеют клеммы заземления для подсоединения к общей шине заземления, проходящей по стенкам кузова.

#### 4.3.8 Порядок свертывания изделия

Свертывание изделия необходимо производить в следующем порядке:

1 Выключить аппаратуру и оборудование изделия.

2 Проверить надежность механических креплений и при необходимости подтянуть их.

3 Надеть крышки на аппаратуру.

4 Уложить по ящикам и сумкам инструмент, приспособления, техническую документацию.

5 Отключить кабели питания КРШС – 4×6 от источников питания, а затем на вводе питания. Отключить от других аппаратных кабели и провода, подключенные к изделию П-257-60КМБ, затем отключить вторые концы этих кабелей от кабельных вводов. Очистить все кабели от грязи и пыли и намотать их на соответствующие катушки с помощью намоточного станка согласно маркировке типа и длины кабеля. Катушки с кабелем и намоточный станок уложить в контейнеры и погрузить в специальную машину.

6 Внести ящики с имуществом и закрепить их на свои места.

7 Демонтировать устройства заземления, отключить провода заземления от кабельных вводов и ввода питания, вывернуть заземлители из грунта, протереть их, смазать и установить на свои места.

8 Демонтировать светоуказатель, протереть его от грязи и пыли и уложить на свое место.

9 Снять чехлы с кабельных вводов, почистить их и просушить, уложить на свои места. Очистить кабельные вводы от грязи и пыли и закрыть крышки вводов.

10 Проверить работу двигателя и состояние ходовой части. Снять с выхлопной трубы отводной гибкий шланг и уложить его на место. Убрать колодки из-под колес изделия П-257-60КМБ.

Маскировочное покрытие снимается в последнюю очередь.

*Учебное издание*

**Дудак Максим Николаевич**  
**Способ Сергей Павлович**  
**Утин Леонид Львович**

**ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИО- И ПРОВОДНОЙ СВЯЗИ  
В ВООРУЖЕННЫХ СИЛАХ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ**

Редактор *Е. С. Юрец*  
Корректор *Е. Н. Батурчик*  
Компьютерная правка, оригинал-макет *Е. Г. Бабичева*

Подписано в печать 26.09.2023. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».  
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 4,3. Уч.-изд. л. 4,5. Тираж 30 экз. Заказ 44.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий №1/238 от 24.03.2014,  
№2/113 от 07.04.2014, №3/615 от 07.04.2014.  
Ул. П. Бровки, 6, 220013, г. Минск