

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

Кафедра связи

**Г. Ю. Дюжов, С. Г. Субботин**

***МНОГОКАНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ  
КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ  
ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ***

*Рекомендовано учебно-методическим объединением высших учебных заведений Республики Беларусь по военному образованию в качестве учебно-методического пособия для курсантов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»*

Минск БГУИР 2014

УДК [621.395:621.315]:355(076)  
ББК 32.883я7+31.232.3я7+68я7  
Д95

**Р е ц е н з е н т ы:**

кафедра управления органами пограничной службы  
факультета №2 государственного учреждения образования  
«Институт пограничной службы Республики Беларусь»  
(протокол №3 от 22.11.2013);

начальник 1-го отдела управления связи  
Генерального штаба Вооруженных Сил  
Республики Беларусь, подполковник В. П. Бигун;

заведующая кафедрой систем телекоммуникаций  
учреждения образования «Белорусский государственный  
университет информатики и радиоэлектроники»,  
кандидат технических наук, доцент Н. В. Тарченко

**Дюжов, Г. Ю.**

Многоканальные системы передачи кабельных линий связи военного  
Д95 назначения : учеб.-метод. пособие / Г. Ю. Дюжов, С. Г. Субботин. –  
Минск : БГУИР, 2014. – 210 с. : ил.  
ISBN 978-985-543-041-5.

Рассматриваются основы и принципы построения систем передачи с частотным разделением каналов, принципы построения цифровых систем передачи, назначение, состав, технические характеристики, режимы работы аппаратуры П-302-О, П-330-24, комплекса цифровых систем передачи «Импульс».

Рассматриваются аппаратные каналообразования полевых узлов связи, их назначение, состав основного оборудования и его возможности, даны технические характеристики аппаратуры связи двойного назначения.

Предназначено для курсантов учреждения образования «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники».

**УДК [621.395:621.315]:355(076)**  
**ББК 32.883я7+31.232.3я7+68я7**

**ISBN 978-985-543-041-5**

© Дюжов Г. Ю., Субботин С. Г., 2014  
© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2014

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1 АППАРАТУРА МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ С ЧАСТОТНЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ.....</b>	<b>6</b>
1.1 Теоретические основы построения многоканальных систем передачи: классификация, роль и место в обеспечении управления войсками.....	6
1.2 Тракт передачи информации. Основные понятия и определения.....	9
<b>2 ПОЛЕВЫЕ КАБЕЛИ СВЯЗИ.....</b>	<b>13</b>
2.1 Полевые кабели связи. Назначение, характеристики, основы боевого применения.....	13
2.1.1 Полевые кабели дальней связи.....	13
2.1.2 Легкие полевые кабели.....	14
2.1.3 Вводно-соединительные и распределительные полевые кабели.....	14
<b>3 УРОВНИ ПЕРЕДАЧИ И ЕДИНИЦЫ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ.....</b>	<b>16</b>
<b>4 ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАНАЛОВ СВЯЗИ.....</b>	<b>19</b>
4.1 Нормирование электрических характеристик каналов ТЧ.....	19
4.2 Электрические параметры каналов и ГТ систем передачи с ЧРК, их нормирование.....	20
4.3 Классификация, назначение и основные характеристики широкополосных каналов.....	20
<b>5 ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МКСП с ЧРК.....</b>	<b>22</b>
5.1 Основы и принципы построения систем передачи с ЧРК.....	22
5.2 Структура тракта передачи и приема МКСП.....	22
5.3 Оборудование линейного тракта систем передачи с ЧРК.....	27
5.4 Дистанционное питание, служебная связь и телеконтроль.....	30
5.5 Коррекция линейных искажений в проводных системах передачи с ЧРК.....	31
5.5.1 Линейные искажения.....	31
5.5.2 Коррекция линейных искажений.....	33
5.5.3 Постоянные и переменные корректоры.....	35
5.6 Устройства АРУ в СП с ЧРК.....	39
5.6.1 АРУ по отклонению уровня контрольного сигнала.....	39
5.6.2 АРУ по возмущению.....	39
5.6.3 Многочастотные АРУ.....	40
5.6.4 Устройство и параметры систем АРУ.....	43
<b>6 ТРАНЗИТНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ КАНАЛОВ И ГРУППОВЫХ ТРАКТОВ.....</b>	<b>46</b>
6.1 Транзитные соединения каналов по тональной частоте.....	47
6.2 Способы формирования ШПК в военно-полевых системах передачи.....	50
6.3 Транзитные соединения групп каналов по высокой частоте.....	50
6.4 Возможности сопряжения каналов различных систем связи.....	53

<b>7 АППАРАТУРА МКСП С ЧРК.....</b>	<b>54</b>
7.1 Комплекс П-330: состав, возможности и основы применения, технические и электрические характеристики аппаратуры и каналов .....	54
7.2 Аппаратура многоканальной системы передачи П-330-24: назначение и возможности, режимы работы, основы боевого применения, технические и электрические характеристики .....	55
7.2.1 Принцип формирования плана частот.....	66
7.2.2 Состав оборудования.....	72
7.3 Аппаратная каналообразования П-258-24/60К.....	103
7.3.1 Назначение, состав основного оборудования и боевые возможности аппаратной.....	103
7.3.2 Коммутационное оборудование аппаратной. Возможности и характеристики.....	105
7.4 Аппаратура однокабельной системы передачи П-302-О: назначение, боевое применение и возможности.....	108
7.4.1 Основные электрические характеристики аппаратуры и каналов П-302-О.....	110
7.4.2 Особенности функциональной схемы П-302-О.....	112
7.5 Аппаратная каналообразования П-257-12К.....	113
7.5.1 Назначение, состав основного оборудования, возможности аппаратной.....	113
7.5.2 Структурная схема аппаратной П-257-12К.....	117
<b>8 АППАРАТУРА МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ С ВРЕМЕННЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ.....</b>	<b>121</b>
8.1 Принципы построения каналообразующей аппаратуры цифровых систем передачи .....	121
8.1.1 Структура каналообразующей аппаратуры ЦСП.....	121
8.1.2 Методы объединения и разделения цифровых потоков.....	124
8.1.3 Синхронизация в аппаратуре временного группообразования ЦСП.....	135
8.1.4 Аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразование сигналов...	144
8.1.5 Структура цифровых линейных трактов и формирование линейного сигнала.....	148
<b>9 НАЗНАЧЕНИЕ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, СОСТАВ, ПРИНЦИП РАБОТЫ АППАРАТУРЫ КОМПЛЕКСА ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ «ИМПУЛЬС».....</b>	<b>153</b>
9.1 Общие сведения об аппаратуре комплекса цифровых систем передачи «Импульс».....	153
9.2 Электрические параметры комплекса и отдельных элементов.....	162
9.2.1 Электрические параметры цифровых каналов и трактов.....	162
9.2.2 Электрические параметры каналов ТЧ.....	162
9.2.3 Электрические параметры телеграфных каналов.....	163

9.2.4 Электрические параметры синхронных контрольных каналов.....	163
9.2.5 Электрические параметры проводных линейных трактов.....	163
<b>10 СРЕДСТВА СВЯЗИ ДВОЙНОГО ПРИМЕНЕНИЯ.....</b>	<b>165</b>
10.1 SDH-мультиплексор ввода/вывода уровня STM-1/4 FLEXGAIN A155	165
10.2 SDH-мультиплексор ввода/вывода уровня STM-1/4 FLEXGAIN FOM155L2.....	167
10.3 Оптическая система доступа PDH FlexGain FOM16E.....	168
10.4 Оптическая система доступа PDH FlexGain FOM16E, V.1.....	170
10.5 Оптическая система доступа PDH FlexGain FOM4.....	171
10.6 Цифровая система передачи Megatrans-3M.....	172
10.7 Цифровая система передачи Megatrans-4.....	174
10.8 xDSL-модем для транспортных сетей и сетей доступа Flex DSL Orion 2.....	176
10.9 xDSL-модем для транспортных сетей и сетей доступа Flex DSL Orion 3.....	178
10.10 Конвертер интерфейсов Ethernet/G.703 FlexCON-Eth, V2.....	180
10.11 Третичные мультиплексоры серии МЦП-13.....	182
10.12 Синхронный мультиплексор доступа.....	182
10.13 Коммутатор цифровых сигналов.....	184
10.14 Мультиплексор первичный (МП-2, МП-8, МПЦ).....	186
10.15 Автоматическая телефонная станция АТС ФМ.....	190
<b>11 АППАРАТНЫЕ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ.....</b>	<b>200</b>
11.1 Аппаратная каналообразования П-257-60КМБ.....	200
11.2 Автоматическая телефонная станция П-178МБ.....	203
Перечень сокращений.....	206
Список литературы.....	209

# 1 АППАРАТУРА МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ С ЧАСТОТНЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ

## 1.1 Теоретические основы построения многоканальных систем передачи: классификация, роль и место в обеспечении управления войсками

**Проводная связь** – это связь, организуемая по линиям электропроводной связи (кабельным, волоконно-оптическим, воздушным).

Проводная связь по сравнению с другими средствами характеризуется:

- относительно большей скрытностью;
- более высоким качеством каналов и многоканальностью;
- удобством ведения переговоров и передач.

Средства проводной связи почти не подвержены воздействиям электронных средств противника (рисунок 1.1).

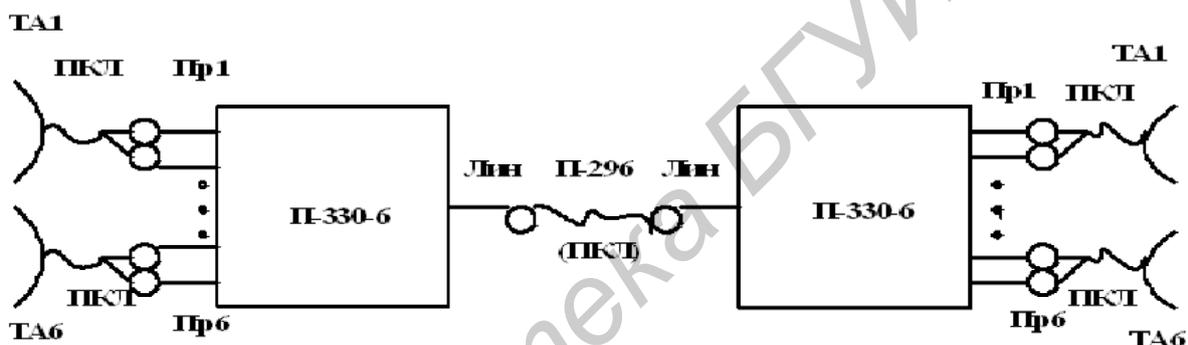


Рисунок 1.1 – Схема построения линии проводной связи

Однако проводная связь не лишена недостатков и проблем. Одной из основных является проблема и сложность строительства линий проводной связи.

Средства проводной связи (оконечная аппаратура) являются универсальными и могут быть использованы для работы как на линиях электропроводной связи, так и на линиях радиорелейной и тропосферной связи.

**Радиорелейная связь** – это радиосвязь в диапазоне УКВ с использованием многократного переприема с помощью промежуточных станций, расположенных на расстоянии прямой видимости.

Радиорелейные средства, сохраняя ряд положительных свойств радио- и проводных средств, вместе с тем избавлены и от некоторых их недостатков. Основные преимущества радиорелейной связи по сравнению с радиосвязью заключаются в том, что они позволяют осуществлять многоканальную дуплексную телефонную связь, дуплексную телеграфную, факсимильную связь и передачу данных практически независимо от времени года и суток, от состояния погоды, атмосферных и промышленных помех. Каналы радиорелейной связи обладают более высокими показателями, чем каналы радиолиний и по своим качествам приближаются к каналам кабельных линий связи. Пример построения радиорелейной линии показан на рисунке 1.2.

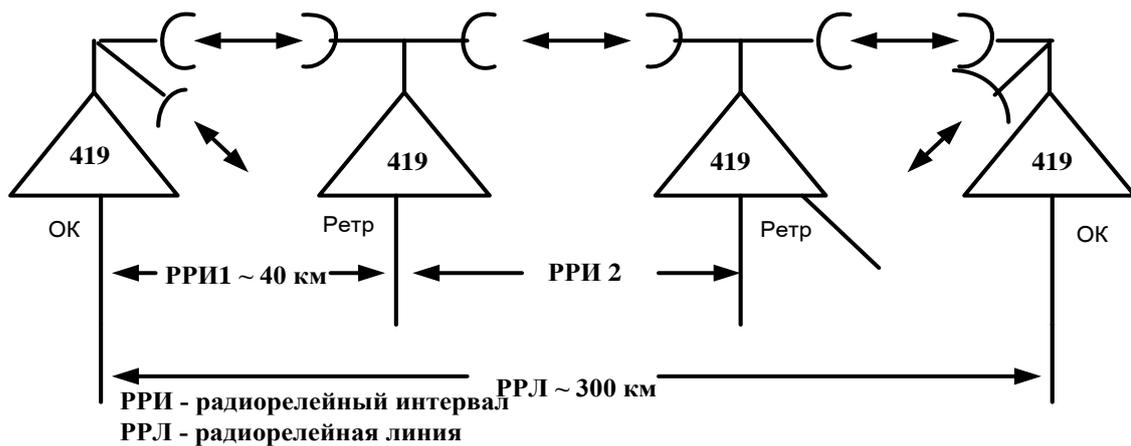


Рисунок 1.2 – Схема построения радиорелейной линии

Преимущество радиорелейной связи перед проводной заключается в значительно большей скорости строительства радиорелейных линий и в меньших затратах сил и средств.

**Тропосферная связь** основана на использовании переизлучения электромагнитной энергии от неоднородностей тропосферы при распространении в ней радиоволн. Тропосферная связь обладает рядом достоинств:

- многоканальность;
- независимость от высотных ядерных взрывов;
- обеспечение достаточно большой дальности связи на одном интервале (расстояние между двумя смежными станциями 150 км и более);
- более высокая скорость строительства по сравнению со скоростью строительства проводных и радиорелейных линий (рисунок 1.3).

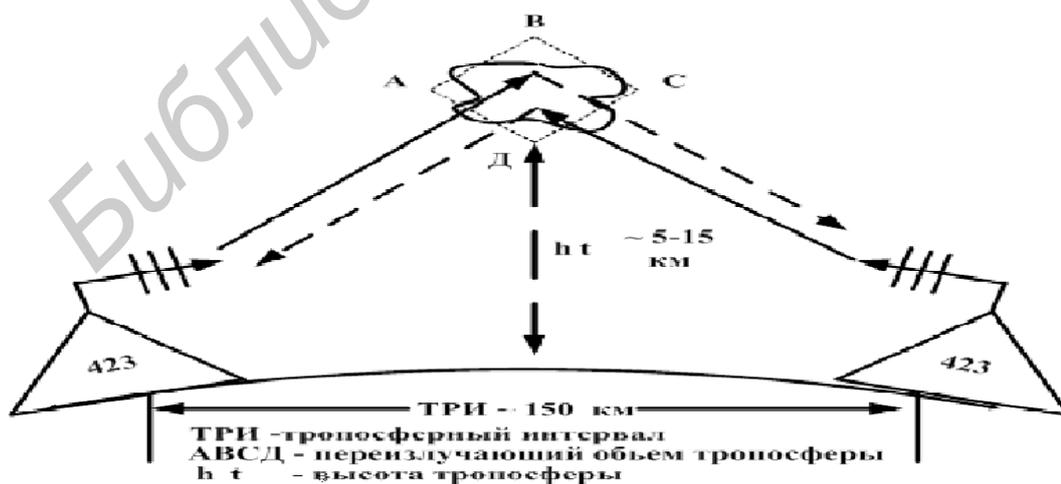


Рисунок 1.3 – Схема построения линии тропосферной связи

**Спутниковая связь** – это космическая радиосвязь между земными радиостанциями, осуществляемая посредством ретрансляции через один или несколько спутников Земли.

Космические средства связи по сравнению с другими имеют ряд существенных преимуществ, таких как:

- возможность обеспечения двухсторонней связи на любые расстояния и через труднодоступные районы;
- высокое качество и большое количество каналов связи;
- достаточно высокая надежность работы;
- отсутствие зависимости качества и надежности работы от расстояния между корреспондентами, времени года, суток и атмосферных помех;
- малая уязвимость работы системы от воздействия высотных ядерных взрывов;
- сравнительная быстрота строительства и ввода в эксплуатацию линий большой протяженности (рисунок 1.4).

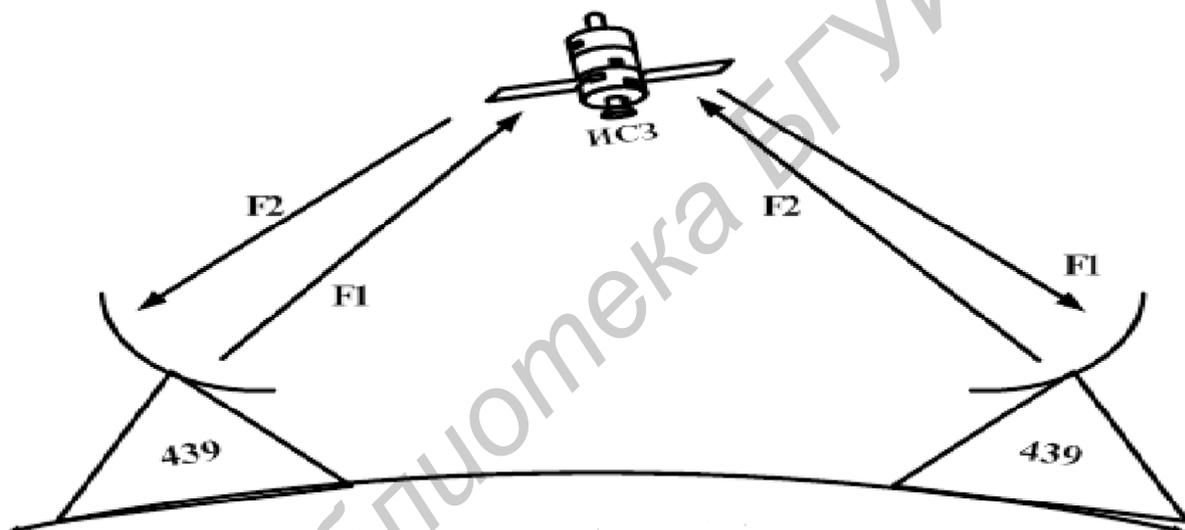


Рисунок 1.4 – Схема построения линии космической связи

Названные характеристики средств многоканальной связи не освобождают разработчиков систем от решения тех проблем, которые присущи каждому виду связи, а также устранения недостатков, которые имеются в каждом из них.

Таким образом, системы многоканальной связи имеют как положительные стороны и характеристики, так и проблемы, решение которых позволяет значительно улучшить систему управления. Для успешного решения задач связи специалистам, обслуживающим эти средства, необходимо знать их принципы построения и характеристики.

## 1.2 Тракт передачи информации. Основные понятия и определения

При организации связи радиорелейными, тропосферными, космическими или проводными средствами передача информации обеспечивается по каналам связи, образованным данными средствами.

**Канал связи** – совокупность линейных и станционных устройств, обеспечивающих при включении оконечных аппаратов связь данного вида между абонентами различных пунктов.

Понятие канала связи связано с понятием канала передачи.

**Канал передачи** – совокупность средств связи и средств распространения, обеспечивающих передачу сигналов электросвязи между узлами связи в определенной полосе частот или с определенной скоростью передачи.

Оконечные аппараты не являются принадлежностью канала и последний существует независимо от того, включены они или нет, передается ли по каналу информация в данное время или он свободен. Общая структура канала показана на рисунке 1.5.

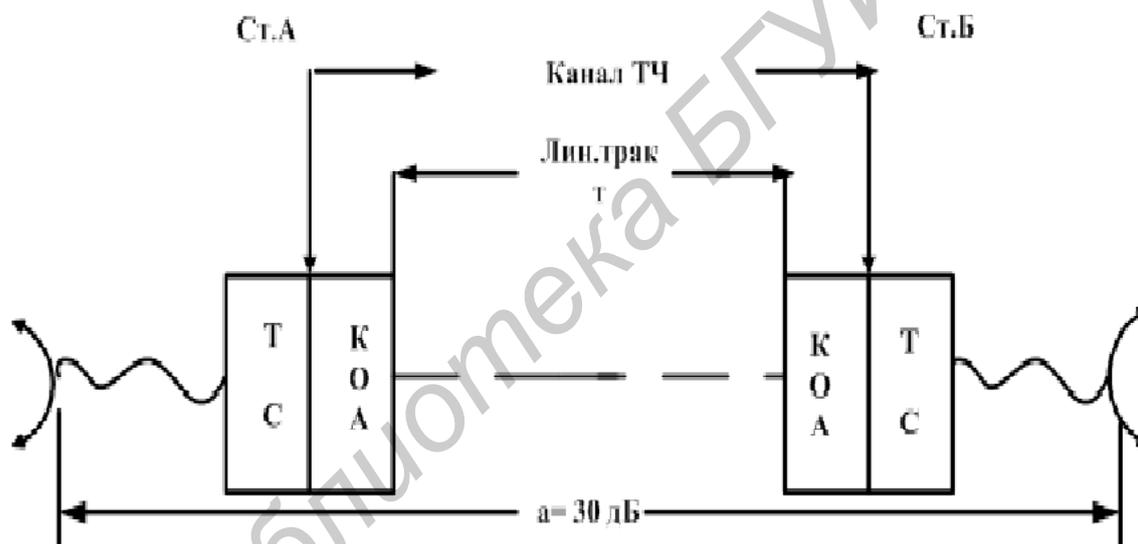


Рисунок 1.5 – Структура канала связи

На рисунке 1.5 приняты следующие обозначения:

- 1) КОА – каналообразующая аппаратура (радиорелейная, тропосферная станция, станция космической связи или аппаратура каналообразования);
- 2) ТС – телефонная станция (коммутатор), обеспечивающая коммутацию абонентов на каналы связи.

Канал связи подразделяется на несколько более или менее независимых участков. Каналы частотного уплотнения исторически сложились как каналы телефонной связи.

В настоящее время по унифицированным каналам многоканальных систем связи осуществляется передача всех видов связи:

- телефонной;
- телеграфной;
- передачи данных;
- фототелеграфной;
- радиовещания;
- телевидения.

Основным каналом в технике многоканальной связи является канал тональной частоты (ТЧ).

**Каналом тональной частоты** называется совокупность технических средств, обеспечивающих передачу сигналов электросвязи в эффективно передаваемой полосе частот 300...3400 Гц.

Канал ТЧ может быть использован:

- для обеспечения открытой телефонной связи;
- обеспечения закрытой телефонной связи;
- включения в канал ТЧ аппаратуры тонального телеграфирования в целях получения телеграфных каналов.

Заметим, что на сетях связи сохранились еще старые системы, каналы ТЧ которых имеют более узкую эффективную полосу 0,3...2,7 кГц.

*Оборудование каналов ТЧ* состоит из каналообразующей аппаратуры (КОА), размещенной на оконечных (промежуточных) станциях, а также соответствующих линиях (кабельных, радиорелейных, тропосферных или космических). На линиях проводной связи участки линий (кабельные и воздушные) имеют усилительные пункты. В целом все это образует линейный тракт.

**Линейным трактом системы с частотным разделением каналов (ЧРК)** называется совокупность технических средств, обеспечивающих передачу сигналов электросвязи в пределах одной системы передачи в полосе частот, определяемой номинальным числом каналов ТЧ данной системы.

**Границами канала ТЧ** являются соответствующие входы КОА (или гнезда коммутатора на телефонной станции (ТС)). Одной из основных характеристик канала ТЧ, оценивающих его качество, является обеспечение вполне удовлетворительной громкости дальней телефонной связи. Установлено, что для вполне достаточной громкости рабочее затухание канала от абонента до абонента не должно превышать 30 дБ (3,4 Нп). Это затухание соответствует уменьшению мощности сигнала в 1000 раз.

Тогда, если мощность телефонного аппарата ТА-57, работающего на передачу, равна  $P_M = 1$  мВт ( $P_M = 0$  дБ), а чувствительность телефона при работе на прием  $P_T = 1$  мкВт ( $P_T = -30$  дБ), имеем:

$$a_{\max} = 10 \cdot \lg \left( \frac{P_M}{P_T} \right) = 10 \cdot \lg 1000 = 30 \text{ дБ} = 3,4 \text{ Нп},$$

$$a_{\max} = P_M - P_T = 0 - (-30) = 30 \text{ дБ} = 3,4 \text{ Нп}.$$

Таким образом, системы передачи предназначены для получения определенного числа каналов на заданную дальность связи. В целях эффективного использования линейных трактов применяется принцип уплотнения, обеспечивающий получение достаточно большого числа каналов.

Введем классификацию (разделение) МКС.

1 По принципу построения линейного тракта многоканальные системы передачи (МКСП) подразделяются на двухпроводные и четырехпроводные (двухпроводные работают по двухпроводным линиям связи, четырехпроводные на передачу используют одну пару кабеля связи, на прием – вторую пару. Двухпроводные системы работают, как правило, по воздушным линиям связи (рисунок 1.6), четырехпроводные – по кабельным (рисунок 1.7)):

а) в двухпроводных системах для передачи в различных направлениях используются различные полосы частот, разделяемые в линейном тракте электрическими фильтрами. Такие системы бывают, как правило, двухполосными в целях защиты тракта передачи от сигналов тракта приема. **Двухполосные системы передачи** – это системы с ЧРК, у которых для передачи каналов электросвязи в противоположных направлениях используются две перекрывающиеся полосы частот;

б) в четырехпроводных системах передача и прием сигналов осуществляется по различным цепям. Такие системы бывают, как правило, однополосными. **Однополосные системы передачи** – это системы с ЧРК, в которых для передачи сигналов электросвязи в противоположных направлениях используется одна и та же полоса частот.

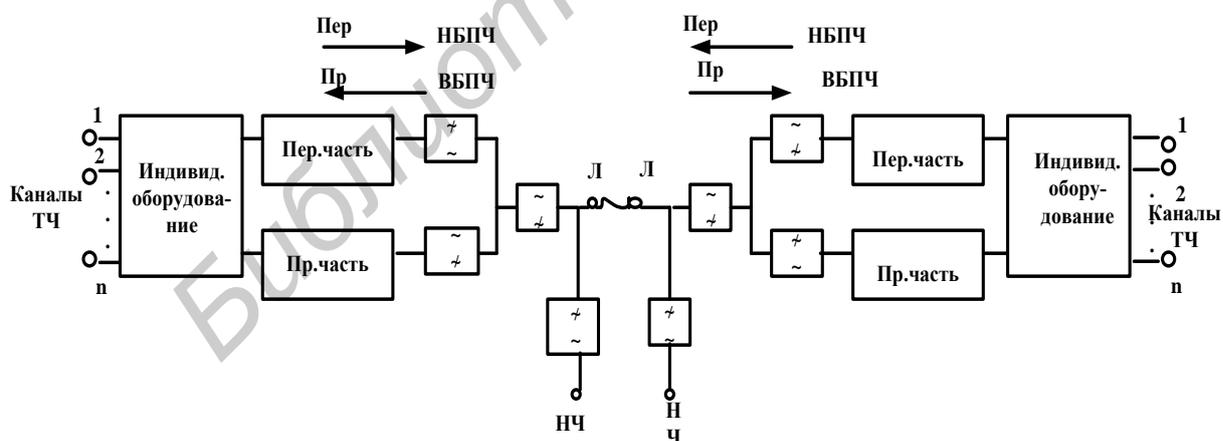


Рисунок 1.6 – Схема воздушной линии связи

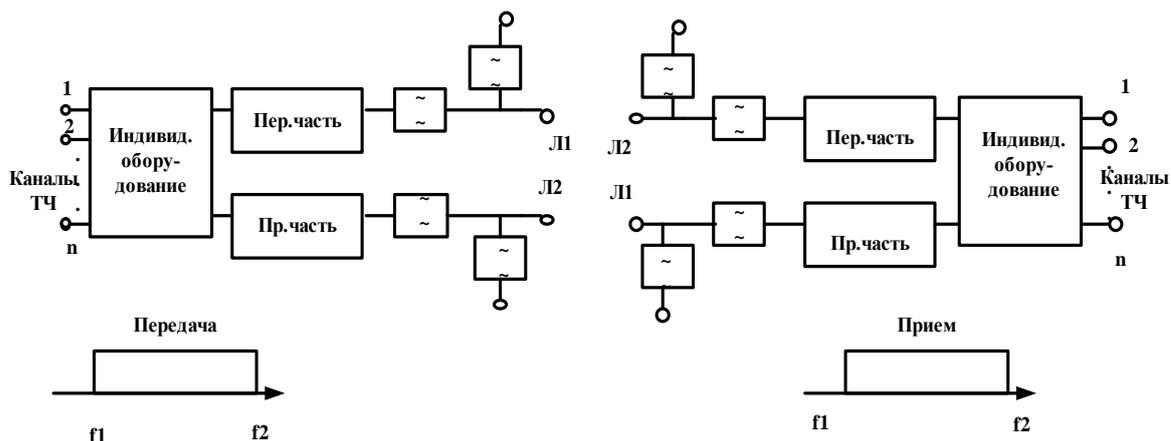


Рисунок 1.7 – Схема кабельной линии связи

**2** По принципу разделения каналов системы передач подразделяются на следующие группы:

- системы передач с ЧРК (частотное разделение каналов);
- системы передач с ВРК (временное разделение каналов).

В системах передач с ЧРК каждому каналу отводится своя определенная полоса частот. В системах с ВРК каждый сигнал занимает в общем временном диапазоне определенный временной интервал.

**3** По числу организуемых каналов МКС бывают:

- малоканальные (с числом каналов до шести);
- многоканальные (с числом каналов более шести).

**4** По структуре построения каналообразующей аппаратуры МКС подразделяются на следующие виды:

- системы построения по индивидуальному принципу;
- системы построения по групповому принципу.

В первом случае для формирования сигналов одного канала используется свое индивидуальное оборудование. На какое число каналов рассчитана КОА, такое количество индивидуальных трактов передачи и приема необходимо иметь в составе КОА.

Во втором случае часть оборудования индивидуальна в каждом канале, а часть является общим (групповым) используемым для формирования сигналов групп каналов. По такому принципу построена практически вся многоканальная аппаратура с ЧРК.

Современная многоканальная КОА ЧРК строится по принципу многократного преобразования групп канальных сигналов с постепенным наращиванием числа каналов. Одним из достоинств такого построения является возможность широкой унификации основного оборудования, к которому относятся такие элементы, как преобразователи частоты, фильтры, генераторы несущих частот и др.

## **2 ПОЛЕВЫЕ КАБЕЛИ СВЯЗИ**

### **2.1 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.

#### **2.1.1 Полевые кабели дальней связи**

К полевым кабелям дальней связи относятся кабели П-296, П-270. Все указанные кабели имеют четыре жилы (две цепи), состоящие 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.

### **2.1.2 Легкие полевые кабели**

К легким полевым кабелям относятся кабели П-268, 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 ( $G = \omega C \operatorname{tg} \delta$ ). С увеличением влажности сопротивление изоляции уменьшается, а  $\operatorname{tg} \delta$  увеличивается, 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.

### **2.1.3 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 кабелей ВСЭК и ПТРК жилы изолированы полиэтиленом, а у кабеля ТТВК –

резиной. В кабелях 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 кабелях ПТРК и ТТВК сердечник кабеля экранирован электропроводной прорезиненной лентой, а в кабеле ВСЭК каждая пара имеет экран в виде оплетки из медных проволок. Защитный шланг у кабеля 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 расшифровка указаны в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Марки кабеля П-269

<b>Марка кабеля</b>	<b>Расшифровка марки кабеля</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 метров
П-269-1×4 + 1×2-100	То же, длиной 100 метров
П-269-1×4 + 1×2-200	То же, длиной 200 метров
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 метров
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 метров
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 метров

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.

### 3 УРОВНИ ПЕРЕДАЧИ И ЕДИНИЦЫ ИХ ИЗМЕРЕНИЯ

Для оценки величин мощности, напряжений и токов сигналов электросвязи или измерительных сигналов в различных точках канала пользуются не единицами, определенными системой СИ (ватт, вольт, ампер), а логарифмическими мерами – уровнями передачи. Использование логарифмической формы позволяет:

- упростить математические операции (заменить умножение, возведение в степень и деление сложением и вычитанием);
- объективно судить о восприятии некоторых сообщений (слух и зрение человека имеют логарифмическую характеристику чувствительности).

Логарифмические единицы, вычисленные по основанию десятичного логарифма, называются **децибелами (дБ)**, а вычисленные по основанию натурального логарифма – **неперами (Нп)**. Ранее широко использовались натуральные логарифмы и результат определялся в неперах (Нп).

Однако для практического применения непер менее удобен, чем децибел, т. к. непер – это слишком крупная единица и не связан с десятичной системой счисления. Поэтому в настоящее время для расчетных соотношений используются децибелы, хотя до принятия специального международного соглашения об изъятии непера допускалось и его использование.

Соотношение между неперами и децибелами:

$$1 \text{ Нп} = 8,686 \text{ дБ.} \quad 1 \text{ дБ} = 0,115 \text{ Нп.}$$

**Уровнем передачи** называется логарифмическое отношение мощности, напряжения и тока в измеряемой точке канала ( $P_x, U_x, I_x$  соответственно) к мощности, напряжению и току, которые приняты за исходные ( $P_0, U_0, I_0$  соответственно). В зависимости от значений мощности, напряжения и тока, которые приняты за исходные, различают абсолютные и относительные уровни.

**Абсолютным** называется такой уровень передачи, когда за исходные величины приняты мощность  $P_0 = 1 \text{ мВт}$ , рассеиваемая на резисторе сопротивлением  $600 \text{ Ом}$ , и соответствующие ей напряжение  $U_0 = 775 \text{ мВ}$ , ток  $I = 1,29 \text{ мА}$ .

$$\frac{775 \text{ мВ}}{1,29 \text{ мА}} = 600 \text{ Ом,}$$

$$775 \text{ мВ} \times 1,29 \text{ мА} = 1 \text{ мВт.}$$

Децибелы, определенные относительно уровня  $1 \text{ мВт}$ , называются децибел-милливаттами и обозначаются дБм или дБ (мВт).

*Примечание* – Номинал сопротивления  $600 \text{ Ом}$  исторически появился в технике дальней связи как среднее значение модуля волнового сопротивления воздушной медной линии. Мощность  $1 \text{ мВт}$  считалась средней мощностью телефонного аппарата, работающего на передачу.

В последние годы для характеристики электрических параметров радиоаппаратуры стали применять в качестве исходных величин и другие значения, в частности: 1 пВт, обозначение дБ (пВт); 1 мкВт – дБ (мкВт). В иностранной литературе можно встретить в качестве исходных значения 6 мВт и 12,5 мВт на сопротивлении 500 Ом, а также 1 Вт. Пересчет уровня мощности  $P_M$  или напряжения  $P_H$ , заданные относительно одной исходной величины  $P_{01}$  или  $U_{01}$  на другой  $P_{02}$  или  $U_{02}$ , осуществляется по формулам:

$$P_{m1} = P_{m2} + 10 \lg, \quad (3.1)$$

$$P_{H2} = P_{H1} + 20 \lg. \quad (3.2)$$

Таким образом, **абсолютным уровнем мощности** называется отношение активной мощности сигнала в измеряемой точке цепи к активной мощности  $P_0 = 1$  мВт, выраженное в логарифмических единицах:

$$P_m = 10 \lg \frac{P_x}{P_0} = 10 \lg \frac{P_x}{1 \text{ мВт}} \text{ (дБм)}, \quad (3.3)$$

$$P_m = \frac{1}{2} \ln \frac{P_x}{P_0} = 10 \lg \frac{P_x}{1 \text{ мВт}} \text{ (Нп)}. \quad (3.4)$$

**Абсолютным уровнем напряжения** называется отношение напряжения в измеряемой точке цепи к напряжению  $U_0 = 775$  мВ, выраженное в логарифмических единицах:

$$P_H = 20 \lg \frac{U_x}{U_0} = 20 \lg \frac{U_x}{775 \text{ мВ}} \text{ (дБм)}, \quad (3.5)$$

$$P_H = \ln \frac{U_x}{U_0} = \ln \frac{U_x}{775 \text{ мВ}} \text{ (Нп)}. \quad (3.6)$$

**Абсолютным уровнем тока** называется отношение тока в измеряемой цепи к току  $I_0 = 1,29$  мА, выраженное в логарифмических единицах:

$$P_T = 20 \lg \frac{I_x}{I_0} = 20 \lg \frac{I_x}{1,29 \text{ мА}} \text{ (дБм)}, \quad (3.7)$$

$$P_T = \ln \frac{I_x}{I_0} = \ln \frac{I_x}{1,29 \text{ мА}} \text{ (Нп)}, \quad (3.8)$$

Из формул (3.3)–(3.8) видно, что при  $P_0 = 1$  мВт,  $U_0 = 775$  мВ,  $I_0 = 1,29$  мА уровни передачи равны 0 дБ или 0 Нп.

При  $P > 1$  мВт,  $U > 775$  мВ,  $I > 1,29$  мА уровни передачи положительные, т. к. логарифм отношения больше единицы, а если  $P < 1$  мВт,  $U < 775$  мВ,  $I < 1,29$  мА меньше единицы, то уровни отрицательные.

Абсолютный уровень мощности, напряжения и тока, рекомендованный для измерения трактов или каналов, называется **измерительным уровнем**.

Если уровень в рассматриваемой точке тракта определяется по отношению к величине мощности, напряжения или тока, установленным в точке, принятой за начало тракта (в исходной точке), то уровень передачи называется **относительным** и измеряется соответственно в дБ<sub>ОМ</sub>, дБ<sub>ОН</sub>, дБ<sub>ОТ</sub>:

$$P_{OM} = 10 \lg \frac{P_x}{P_0},$$
$$P_{OH} = 20 \lg \frac{U_x}{U_0},$$
$$P_{OT} = 20 \lg \frac{I_x}{I_0},$$

где  $P_{OM}$  – относительный уровень по мощности;

$P_{OH}$  – относительный уровень по напряжению;

$P_{OT}$  – относительный уровень по току.

Относительные уровни можно также представить в виде разности абсолютных уровней в точках измерения и начальной:

$$P_{OM} = P_{MX} - P_{OM}; \quad P_{OH} = P_{HX} - P_{OH}; \quad P_{OT} = P_{TX} - P_{OT},$$

где  $P_{MX}$ ,  $P_{HX}$ ,  $P_{TX}$  – абсолютные уровни в точке измерения.

*Примечание* – Кроме рассмотренных выше абсолютных и относительных уровней передачи, согласно ГОСТ 24204–80, введены следующие две разновидности абсолютных уровней:

1) абсолютный уровень сигнала по мощности, приведенный к точке с нулевым относительным уровнем по мощности и измеряемый в дБМО;

2) абсолютный уровень психофотметрических помех по мощности, приведенный к точке с нулевым относительным уровнем сигнала по мощности и измеряемый в дБМОп.

## **4 ОСНОВНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАНАЛОВ СВЯЗИ**

### **4.1 Нормирование электрических характеристик каналов ТЧ. Задачи контроля качества каналов и групповых трактов (ГТ)**

Каналы передачи и групповые тракты (ГТ) первичных сетей связи являются основой построения всех вторичных сетей и их каналов электросвязи. Очевидно, что от качества каналов передачи и ГТ непосредственно зависит эффективность всех вторичных сетей – телефонных, телеграфных, сетей передачи данных и т. д.

Под качеством канала ГТ первичной сети понимается его пригодность к передаче всех предусмотренных видов информации при дальностях связи вплоть до максимальной. С точки зрения такого определения возможны две оценки качества канала ГТ: «годен» или «не годен». Однако в практике организации и эксплуатации связи, особенно в полевых сетях, нередки случаи, когда в силу объективных причин канал не может быть доведен по всем параметрам до должного качества. В подобных случаях приходится применять оценку «ограниченно годен» с указанием, для каких именно видов связи может быть использован данный канал.

В современных аналоговых и цифровых системах передачи требуемое количество каналов достигается с помощью целого комплекса мероприятий, включающих настроечные и регулировочные работы при развертывании многоканальных линий и сетей, а также в процессе их эксплуатации и восстановления. По этой причине контроль качества ГТ оказывается необходимым на всех этапах функционирования систем передачи и сетей связи. Здесь главная задача контроля заключается в обеспечении требуемого качества каналов ГТ при сдаче их в эксплуатацию и поддержании его на должном уровне в процессе эксплуатации. Вместе с тем контроль должен способствовать выявлению причин ухудшения качества и определению мер по его восстановлению.

Каналы ГТ предназначены для передачи информации в форме электрических сигналов, в силу чего свойства канала ГТ следует характеризовать прежде всего его электрическими параметрами. При этом мерой качества каждого данного канала ГТ служит степень соответствия его электрических параметров установленным нормам. Таким образом, контроль и оценка качества каналов действующих многоканальных линий осуществляется путем измерения электрических параметров и сравнения их с нормами. Для этого необходимы: перечень электрических параметров, нормы на каждый из них, соответствующая измерительная техника и подготовленный обслуживающий персонал. Затем нужна система организационно-технических мероприятий, определяющих порядок и сроки выполнения измерений на всех этапах функционирования многоканальных линий и сетей связи.

## 4.2 Электрические параметры каналов и ГТ систем передачи с ЧРК, их нормирование

Канал передачи или сетевой групповой тракт, предназначенные для передачи аналоговых сигналов, характеризуются прежде всего полосой частот, относительными уровнями передачи, входными и выходными сопротивлениями.

Идеальный аналоговый канал должен иметь прямоугольную амплитудно-частотную характеристику (АЧХ)  $a_r(\omega)$  и линейную фазочастотную характеристику (ФЧХ)  $b(\omega)$ . Шумы и помехи должны отсутствовать. Линейность ФЧХ означает, что групповое время прохождения  $t_{гвп} = db(\omega) / d(\omega)$  постоянно и все частотные составляющие сложного сигнала приходят на приемный конец одновременно.

В реальном канале за счет частотной зависимости затухания электрических фильтров и остальных элементов тракта передачи искажаются АЧХ и ФЧХ ( $t_{гвп}$ ), нелинейность усилителей и модуляторов приводит к нелинейным искажениям сигналов, появляются собственные шумы и помехи за счет других каналов и возникает изменение частоты сигнала из-за нестабильности несущих частот. Поэтому для оценки качества реальных каналов ТЧ используются следующие основные электрические параметры:

- остаточное затухание (ОЗ);
- частотная характеристика остаточного затухания (ЧХОЗ);
- групповое время прохождения (ГВП);
- амплитудная характеристика (АХ);
- коэффициенты нелинейных искажений  $k_r$ ;
- изменение частоты сигнала  $\Delta F$ ;
- мощность (напряжение) шума  $P_{ш}$  ( $U_{ш}$ );
- защищенность между разными направлениями передачи канала  $a_{зп}$ ;
- защищенность между каналами ТЧ данной системы передачи или данного узла связи  $a_з$ .

## 4.3 Классификация, назначение и основные характеристики широкополосных каналов

Современные системы передачи, построенные по групповому принципу, позволяют образовать типовые группы на основе трех, двенадцати и шестидесяти каналов тональной части. Эти тракты получили следующие наименования: предгрупповой, первичный групповой и вторичный групповой. С помощью оборудования этих трактов и с использованием транзитных фильтров и согласующих трансформаторов создаются одноименные широкополосные каналы.

Предгрупповой широкополосный канал предназначен для передачи сигналов среднескоростной информации, а также для образования каналов широкого вещания.

Первичный групповой широкополосный канал предназначен для передачи высокоскоростной информации.

Вторичный групповой широкополосный канал предназначен для передачи высокоскоростной информации, а также газетных полос.

Основные характеристики широкополосных каналов представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Характеристики широкополосных каналов

Наименование характеристики	Наименование каналов		
	предгрупповой	первичный групповой	вторичный групповой
Рабочая полоса, кГц	12,3...23,4	60,6...107,7	312,3...551,7
Номинальные уровни, дБ:			
на входе канала	-35	-36	-35
на выходе канала	-14	-22	-22
Входное сопротивление, Ом	600	150	75
Неравномерность АЧХ, дБ	±1	±1 в полосе 64,6...103,7 кГц	±1 в полосе 320...543,4 кГц за исключением 451,7...452,3 кГц
Неравномерность монотонной составляющей группового времени распространения, мс	40 в полосе 13...23 кГц	10 в полосе 65...103 кГц за исключением полосы 82...86 кГц	5 в полосе 330...530 кГц за исключением полосы 405...419 кГц

Едиными нормами КАСС нормированы следующие характеристики широкополосных каналов:

- рабочая полоса частоты;
- измерительные уровни в точках переключения каналов;
- остаточное усиление и его стабильность во времени;
- амплитудно-частотная характеристика и неравнополярность группового времени распространения;
- уровни шума и селективных помех;
- изменение частоты и скорость изменения фазы передаваемого сигнала.

Естественно, что нормы на неравномерность частотных характеристик широкополосных каналов оказываются более жесткими, чем для каналов ТЧ, т. к. они предназначены для передачи информации с большой скоростью. Протяженность нормируемых трактов составляет 12 500 километров.

## 5 ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ МКСП с ЧРК

### 5.1 Основы и принципы построения систем передачи с ЧРК

Передача информации между узлами связи осуществляется по линиям связи – проводным, радио, радиорелейными, тропосферными, космическими.

Для повышения эффективности использования пропускной способности линий были разработаны методы передачи информации, позволяющие передавать по ним сообщения от нескольких независимых источников. Эти методы называются методами уплотнения линий связи, а системы связи, обеспечивающие такую передачу, называются многоканальными системами передачи информации (МКСПИ).

Принципы построения систем передачи и их параметры определяются прежде всего методами уплотнения линий связи (методами разделения сигналов связи). Наибольшее распространение получили методы частотного и временного разделения сигналов.

В МКСП с ЧРК каждому каналному сигналу отводится своя полоса частот  $F_i$  в полосе частот группового сигнала  $\Delta F_{\Sigma}$  (рисунок 5.1).

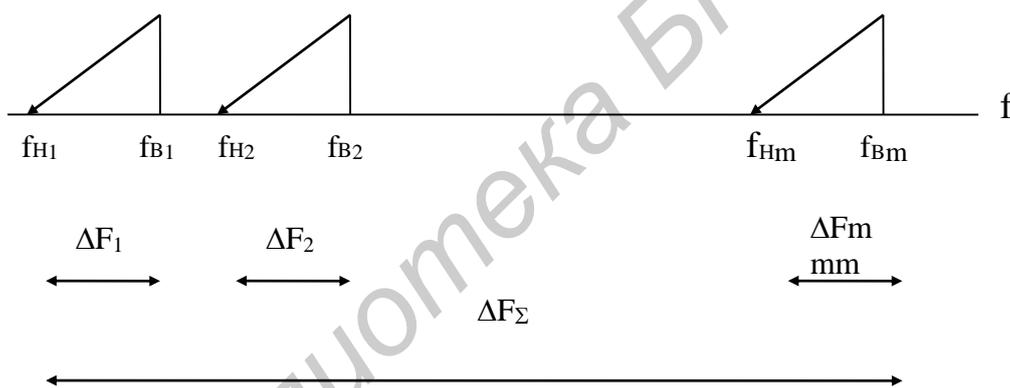


Рисунок 5.1 – Схема разделения полос частот канальных сигналов в полосе частот группового сигнала

При этом индивидуальные полосы частот не перекрываются в частотной области, но перекрываются во временной области, т. е. действуют одновременно.

**Система передачи с ЧРК** – такая система, в которой для передачи сигналов электросвязи по каждому каналу ТЧ в диапазоне частот линейного тракта отводится определенная полоса частот.

### 5.2 Структура тракта передачи и приема МКСП

*Структурная схема МКСПИ с частотным разделением каналов*

На рисунке 5.2 приведена структурная схема МКСПИ с ЧРК, состоящая из передающей и приемной частей.

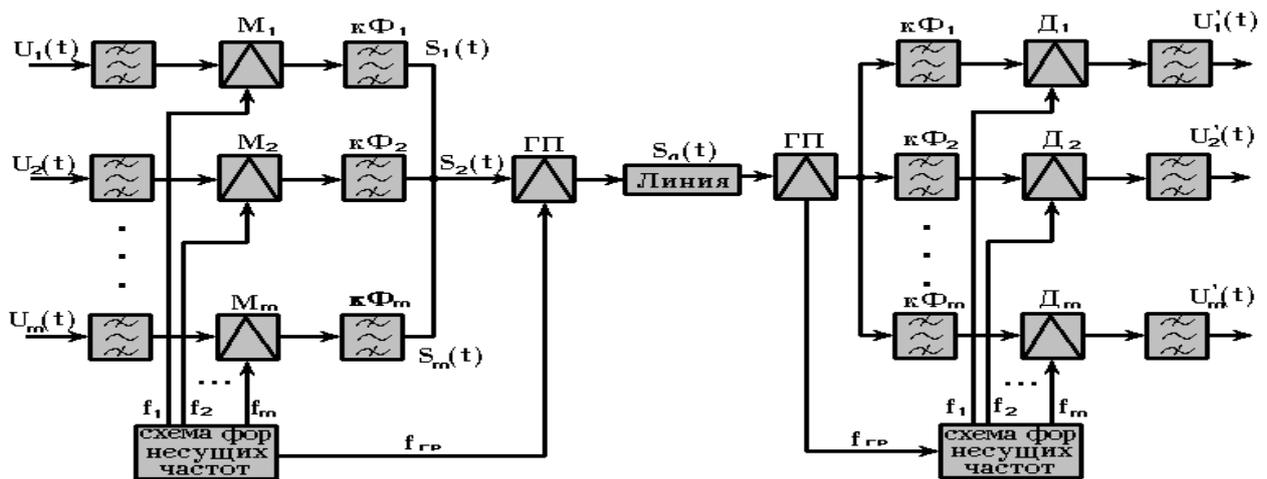


Рисунок 5.2 – Структурная схема МКСПИ с ЧРК

В состав передающей части входят следующие элементы:

- 1) полосовые фильтры, ограничивающие полосу частот поступающего первичного сигнала  $U_i(t)$  до полосы частот,  $\Delta F = 0,3 \dots 3,4$  кГц;
- 2) индивидуальные модуляторы ( $M_1 \dots M_m$ ) и каналные фильтры ( $кФ_1 \dots кФ_m$ ), обеспечивающие формирование канальных сигналов  $S_i(t) \dots S_m(t)$ , наделенных разделительными признаками;
- 3) групповой модулятор, обеспечивающий формирование линейного сигнала  $S_n(t)$ , пригодного для передачи по конкретной линии связи (кабельной, радиорелейной или тропосферной);
- 4) схема формирования несущих частот (генераторное оборудование), предназначенная для формирования гармонических сигналов  $f_1 \dots f_m$  и частоты  $f_{гр}$  с высокой стабильностью.

В состав приемной части входят аналогичные элементы, обеспечивающие обратные преобразования сигналов.

Работу системы рассмотрим по этапам формирования сигналов.

#### *Формирование канальных сигналов*

Канальные сигналы  $S_i(t)$  формируются в результате модуляции одного из параметров гармонического сигнала первичными сигналами  $U_i(t)$ , поступающими в полосу частот  $0,3 \dots 3,4$  кГц от аналоговых источников.

При формировании канальных сигналов необходимо выполнить два требования:

- 1) полоса частот, занимаемая канальным сигналом, должна быть минимальной. В этом случае в групповом сигнале можно организовать максимальное число каналов;
- 2) выбранный метод модуляции должен обеспечивать высокую помехозащищенность.

Этим требованиям в полной мере удовлетворяет однополосный сигнал. Известно, что полоса частот, занимаемая однополосным сигналом, равна полосе частот модулирующего сигнала. Помехоустойчивость однополосного сигнала

ла выше, чем у сигналов амплитудной модуляции с малыми индексами модуляции.

Однополосный сигнал формируется фильтровым методом. Структурная схема устройства, реализующего этот метод, представлена на рисунке 5.3.

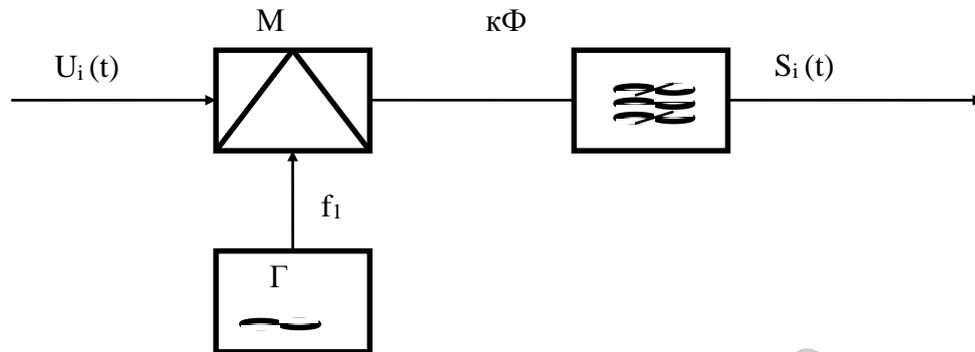


Рисунок 5.3 – Структурная схема преобразователя частоты, формирующего однополосный сигнал

В состав преобразователя частот входят: модулятор (балансный или кольцевой) и полосовой фильтр. На вход модулятора поступает первичный сигнал, а на другой вход – гармонический сигнал от генераторного оборудования.

Полосовой каналный фильтр пропускает одну из боковых полос частот. Спектральные характеристики сигналов представлены на рисунке 5.4.

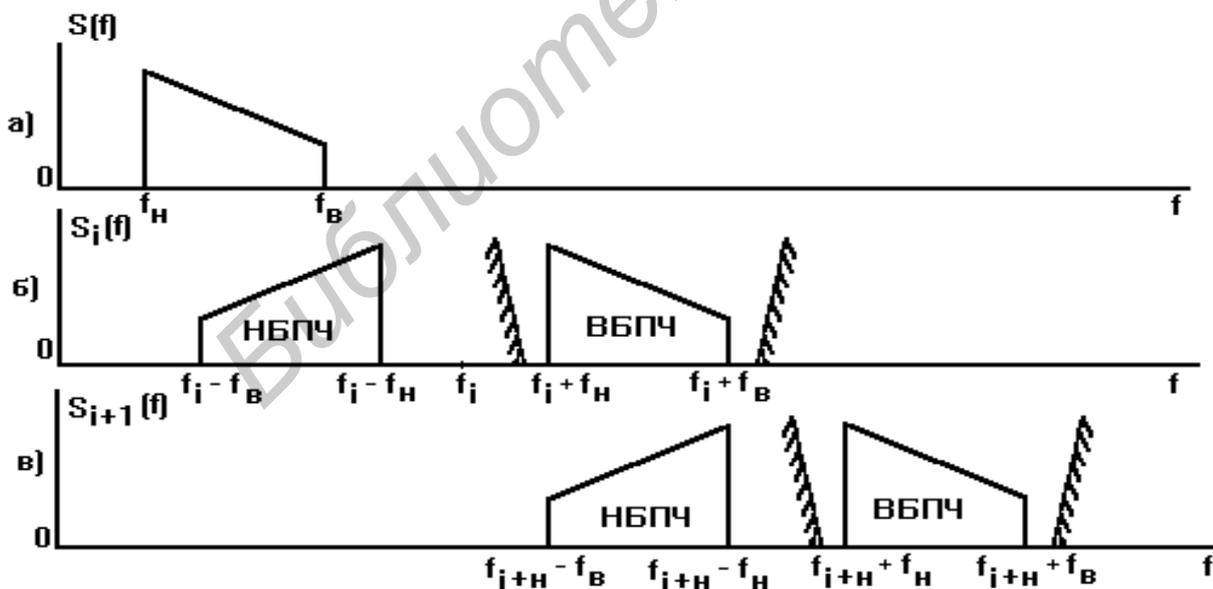


Рисунок 5.4 – Спектральные характеристики первичного сигнала (а),  $i$ -го и  $(i + 1)$ -го каналных сигналов (б) и (в)

При построении систем с ЧРК промежутки между полосами частот каналных сигналов должны быть как можно меньше. Это достигается выбором

несущих частот. В современных системах принято, что разность между несущими частотами равна 4 кГц. При фильтровом методе формирования однопольного сигнала это приводит к тому, что подавляемая боковая полоса частот  $(i + 1)$  канала почти полностью совпадает с полезной боковой полосой частот  $i$ -го канала. Однако при неполном подавлении ненужной боковой полосы частот возникают переходные помехи между каналами, причем уровень этих помех будет тем меньше, чем больше затухание фильтров в полосе задерживания. По существующим требованиям защищенность от переходных помех между каналами должна быть не менее 60 дБ, следовательно, затухание канальных фильтров в полосе задерживания не менее чем на 60 дБ должно быть больше затухания в полосе пропускания.

#### *Формирование группового сигнала*

Существует два способа формирования группового сигнала:

- 1) одноступенчатый;
- 2) многоступенчатый.

При **одноступенчатом** способе формирования групповой сигнал формируется путем непосредственного переноса первичных сигналов в отведенную каждому каналному сигналу часть спектра группового сигнала (см. рисунок 5.2). Он нашел применение в 12-канальной аппаратуре К-12, В-12.

Как недостаток данного способа следует отметить необходимость наличия двенадцати различных относительно дорогих канальных фильтров с высокой избирательностью.

В системах с ЧРК нашел применение **многоступенчатый** способ формирования группового сигнала.

**Предгруппа каналов тональной частоты СП с ЧРК** – совокупность трех каналов ТЧ, занимающих в диапазоне передаваемых частот смежные участки шириной по 4 кГц с общей шириной 12 кГц.

**Основная предгруппа** – предгруппа каналов ТЧ, занимающая полосу частот от 12 до 24 кГц с прямым порядком расположения полос частот каналов ТЧ в полосе частот предгруппы. Порядок прямой – если более высокой частоте канала соответствует более высокая частота в полосе частот группы, и инверсный, если более высокой частоте канала соответствует более низкая частота в полосе частот группы.

При многоступенчатом способе вначале формируется предгруппа, а затем из предгруппы формируется групповой сигнал. На рисунке 5.5 показано формирование группового сигнала в аппаратуре П-330-6 (АЗУР-6).

Номиналы несущих частот 132, 136, 140 кГц выбраны из условий оптимальной реализации электромеханических полосовых канальных фильтров.

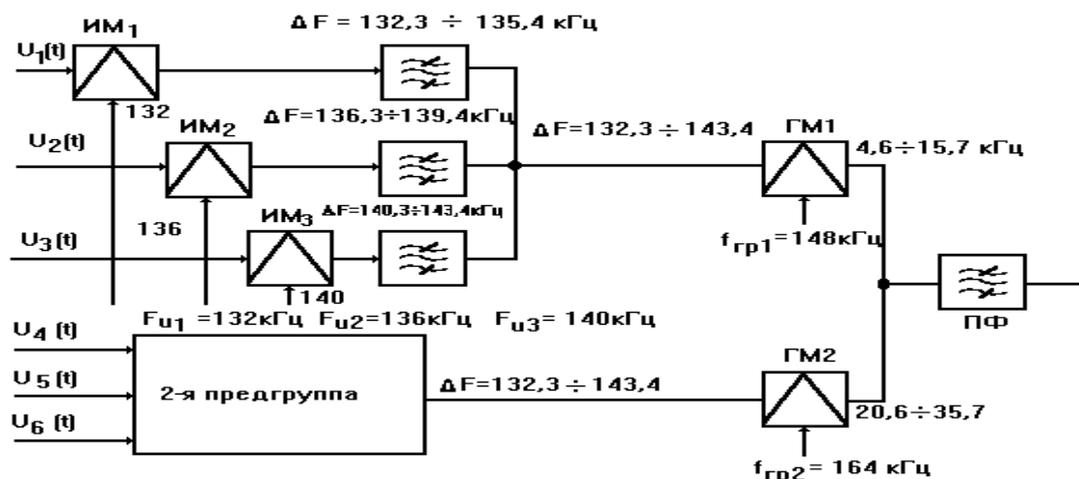


Рисунок 5.5 – Структурная схема, поясняющая формирование группового сигнала в аппаратуре П-330-6.

Многоступенчатый способ формирования группового сигнала имеет следующие **достоинства**:

1) в аппаратуре много однотипных фильтров, что удешевляет их производство;

2) имеется возможность образования широкополосных трехканальных групп, необходимых для передачи дискретных сигналов с большой скоростью.

**Недостаток** – увеличение числа преобразований ведет к росту помех и искажений в каналах.

#### *Формирование линейного сигнала*

Спектр полученного сигнала может совпадать с полосой пропускания линейных трактов систем передачи как в аппаратуре П-330-6, а может не совпадать (например, в аппаратуре П-302 спектр группового сигнала находится в полосе частот 60...108 кГц). В случае несовпадения спектра частот группового сигнала и тракта связи производится дополнительная его обработка на групповом преобразователе – вторичная модуляция. Вид вторичной модуляции определяется средой распространения. В кабельных линиях связи используется однополосная модуляция, и групповой преобразователь является принадлежностью многоканальной системы. В радиорелейных линиях применяется частотная модуляция. Оборудование, производящее частотную модуляцию, является принадлежностью передатчика радиорелейной станции.

На приемном конце из линейного сигнала  $S_{л'}(t)$  в групповом преобразователе получают групповой сигнал  $S_z'(t)$ , который с помощью канальных фильтров разделяется на полосы частот индивидуальных канальных сигналов.

Индивидуальные демодуляторы  $D_i$  преобразуют канальные сигналы в первичные. При этом канальные фильтры  $kФ_i$  должны пропускать лишь те полосы частот, которые принадлежат данному сигналу, другие канальные сигналы должны подавляться. Поэтому канальные фильтры приемной части аппаратуры имеют полосы пропускания канальных фильтров передающей части и к ним предъявляются аналогичные требования.

### 5.3 Оборудование линейного тракта систем передачи с ЧРК

Линейный тракт состоит из следующих элементов:

- физических цепей;
- усилительных пунктов;
- оконечной аппаратуры линейного тракта (ОАЛТ).

Физическая цепь – электрические провода, образующие направляющую систему для передачи сигналов электросвязи.

Усилительный пункт – совокупность усилительных станций одной или нескольких систем передачи с ЧРК, измерительной аппаратуры, защитного сооружения здания или контейнера, обеспечивающая усиление сигналов, передаваемых по линейным трактам систем передачи с ЧРК.

В зависимости от способа обслуживания различают обслуживаемые усилительные пункты (ОУП) и необслуживаемые (НУП).

На ОУП предусматривается постоянное обслуживание техническим персоналом. На НУП размещаются устройства, работающие без участия технического персонала, но требующие периодического профилактического осмотра, измерений и ремонта.

Оконечная аппаратура линейного тракта ОАЛТ – совокупность устройств, обеспечивающих передачу сигналов в полосе частот линейного тракта СП с ЧРК без разделения на групповые тракты или каналы, а также ввод на передаче и подавление на приеме токов линейных контрольных частот.

В состав ЛТ кроме ОАЛТ, ОУП, НУП могут входить пункты переключения (ПП) и выделения (ПП-В), обеспечивающие выделение из линейного тракта и ввод в линейный тракт одной или нескольких первичных (вторичных, третичных) групп каналов ТЧ. Схема построения линейного тракта показана на рисунке 5.6.

Системы передачи, построенные с помощью военно-полевой аппаратуры связи и полевого кабеля электросвязи, получили наименование ПКЛ (полевая кабельная линия).

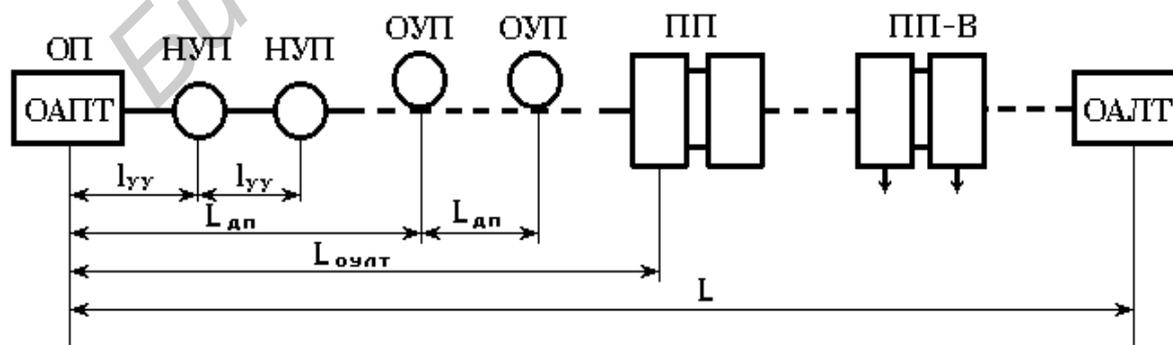


Рисунок 5.6 – Линейный тракт системы передачи с ЧРК

Основными параметрами линейного тракта являются:

- максимальная протяженность однородного участка  $L_{Oy}$ ;
- длина усилительного участка  $L_{yy}$ ;

- протяженность секции дистанционного питания  $L_{дп}$ ;
- диапазон частот линейного сигнала  $\Delta F$ ;
- относительные уровни передачи на выходе оконечных и промежуточных станций  $p_0$ .

Однородный участок линейного тракта СП с ЧРК – часть ЛТ между двумя ближайшими друг к другу станциями СП с ЧРК, в которых ЛТ разделяется на групповые тракты или каналы ТЧ. Например: ОП...ПП, ОП...ОП.

Усилительный участок линейного тракта СП с ЧРК – это часть ЛТ между двумя соседними усилительными станциями или между оконечной и соседней усилительными станциями одной системы передачи с ЧРК (НУП-НУП, ОУП-НУП, НУП-ОП и т. д.).

Номинальная длина усилительного участка влияет на защищенность каналов от помех. При проектировании ЛТ стремятся по возможности увеличить  $L_{уу}$ , с тем чтобы уменьшить общее число промежуточных станций в ЛТ, но при этом усложняется оборудование, утяжеляется кабель и сложнее эксплуатация и настройка.

Секция дистанционного питания системы передачи с ЧРК – часть линии передачи сигналов электросвязи между двумя ближайшими друг к другу усилительными пунктами СП с ЧРК, содержащими источник дистанционного электропитания (ОУП-ОУП, ОУП-ОП и т. д.).

Максимальная длина секции дистанционного питания определяется количеством НУП, которые могут быть включены между соседними ОУП. Это количество зависит от точности работы корректирующих и регулирующих устройств НУП и определяется возможностями его дистанционного питания.

Диапазон частот линейного сигнала определяется прежде всего номинальным числом каналов ТЧ системы передачи. Так как на каждый канал ТЧ с учетом расфильтровки отводят участок спектра шириной 4 кГц, то общий диапазон частот, занимаемый линейным сигналом, будет равен:

- для однополосных систем  $\Delta F = 4 \times N$  (кГц);
- для двухполосных  $\Delta F > 2 \times 4 \times N$  (кГц), где  $N$  – число каналов ТЧ.

При выборе относительного уровня передачи на выходе усилительных пунктов  $p_0$  следует учитывать, что чем больше относительный уровень передачи, тем меньше влияние оказывают собственные шумы в каналах, но тем сложнее реализовать усилители с заданной линейностью.

По принципу построения проводные ЛТ могут быть двухпроводными и четырехпроводными (рисунок 5.7). В двухпроводных ЛТ передача и прием линейного группового сигнала производится по одним и тем же двухпроводным физическим цепям. При этом передача и прием линейных сигналов осуществляется в различных диапазонах частот с целью разделения этих сигналов. Двухпроводные системы являются двухполосными.

Аппаратура двухполосных систем передачи получается сложной и дорогой, главным образом, за счет направляющих фильтров и достаточно сложных

корректирующих и регулирующих устройств. Эти системы используют на воздушных линиях (в том числе АЗУР-1).

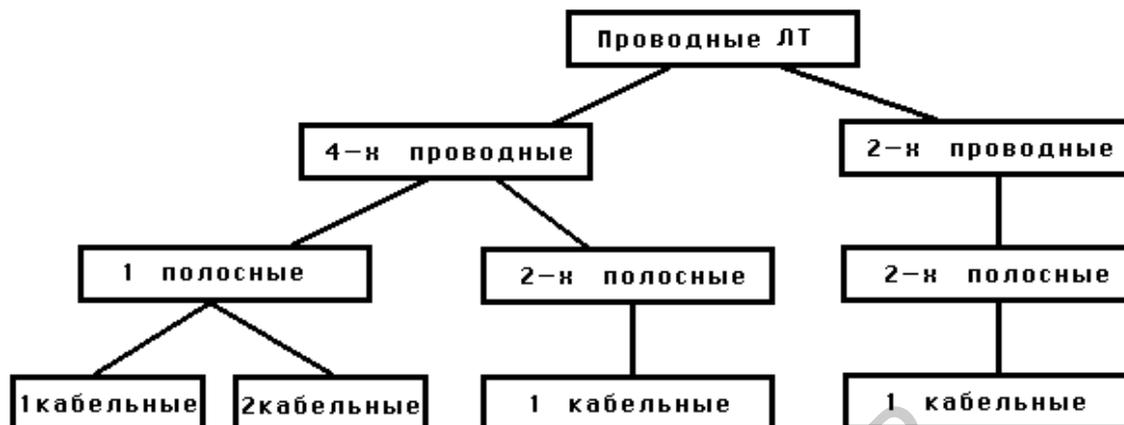


Рисунок 5.7 – Принцип построения трактов связи

В четырехпроводных ЛТ передача и прием группового линейного сигнала разделены физическими цепями (используются два двухпроводных тракта). В этом случае можно использовать одну и ту же полосу частот для передачи линейных сигналов. Системы, в которых используются одинаковые полосы частот в тракте приема и передачи, называют однополосными. Аппаратура более проста и применяется для работы на кабельных линиях. Этот метод построения является основным для кабельных СП.

При реализации четырехпроводных однополосных систем передачи возникают трудности, обусловленные наличием связи между цепями приема и передачи, находящимися в одном и том же кабеле, возникает влияние между каналами на ближнем конце.

Для оценки действия помех необходимо произвести сравнение величин помехи и полезного сигнала.

При работе нескольких СП по параллельным цепям принимаются меры, исключая влияние на ближайший конец. Для этой цели применяют двухкабельную схему, в которой по парам одного кабеля передаются сигналы в одном направлении, по парам другого кабеля – в противоположном. Влияние на ближний конец резко уменьшается за счет экранирующего действия оболочек кабелей.

Следует отметить, что при небольших протяженностях линии передачи используют однокабельную схему, в том числе и на ПКЛ.

## 5.4 Дистанционное питание, служебная связь и телеконтроль

Рассмотрим вопросы обеспечения работоспособности линейного тракта на примере МКСП П-330-24.

Оборудование *дистанционного питания* аппаратуры, предназначенной для обеспечения ДП НУП кабельных линейных трактов постоянным стабилизационным током, осуществляется по фантомным цепям кабеля по системе «Провод – Провод». Оборудование ДП выполнено в одном моноблоке источника ДП (ИДП).

В секции ДП П-330-24 может быть включено до восьми НУП, т. е. по четыре НУП в каждой полусекции. Шлейф цепей обеих полусекций ДП осуществляется на одном НУП, при этом участок кабеля между полусекциями ДП обтекается током со стороны обслуживаемого пункта Б.

Номинальная величина тока ДП составляет 100 мА, при этом имеется возможность ее изменения до 115 мА для питания аппаратуры П-301 НУП.

Напряжение ДП может изменяться от 86 до 520 В в зависимости от количества питаемых НУП и длины усилительных участков (падение напряжения на каждом НУП составляет 86 В).

Для каждого блока ДП предусмотрены три режима работы:

- режим 1 (основной) – для работы в составе аппаратуры П-330-24-О;
- режим 2 – для обеспечения работы в составе ЦСП, оборудование ДП которой унифицировано с моноблоком ИДП аппаратуры П-330-24-О;
- режим 3 – для обеспечения встречной работы с аппаратурой П-301, П-302.

Для обеспечения *служебной связи* на ПКЛ-296/330-24 организуются три вида служебной связи:

- 1) магистральная служебная связь (МСС);
- 2) постанционная служебная связь (ПСС);
- 3) участковая служебная связь (УСС).

МСС организуется между ОП, пунктами транзита (ПТ) и пунктами выделения каналов (ПВК) на всю длину ПКЛ с помощью одного из каналов ТЧ.

ПСС организуется в пределах однородного участка между ОУП и ОП и осуществляется с использованием моноблоков СС-П и СС-О соответственно на аппаратуре П-330-24П (ОУП) и П-330-24-О (ОП).

Для организации ПСС в аппаратуре П-330-24-О предусмотрен дополнительный канал ТЧ.

УСС предназначена для обеспечения связи ОУП с НУП в пределах секции ДП НУП и осуществляется с использованием переносных переговорно-контрольных устройств. Канал УСС выполнен по четырехпроводной схеме в полосе частот 0,3...2,4 кГц.

Переговорно-вызывное устройство подключается к трактам передачи и приема четырехпроводной части канала УСС с возможностью обеспечения его работы в одну или другую стороны ПКЛ или одновременно в обе стороны.

При наличии на ПКЛ НУП и в случае пропадания дистанционного или отсутствия на них местного питания предусмотрено обеспечение аварийной служебной связи по каналу УСС. При пропадании напряжения сети или стабилизационного напряжения функционирование канала УСС обеспечивается путем питания его от аккумуляторной аппаратной батареи напряжением от 10 до 18 В.

Система **телеконтроля** (ТК) предназначена для дистанционного контроля состояния ПКЛ. Контроль состояния ПКЛ осуществляется на обслуживаемых пунктах и отображается на табло. Система ТК делится на системы участкового и постанционного контроля (УТК и ПТК).

Системы УТК и ПТК выполнены однотипными конструктивно и схемно. В основу их работы положен принцип обмена сигналами «запрос – ответ» между контролирующими и контролируемыми объектами. Контроль двухсторонний, что обеспечивает резервирование системы ТК и повышает удобство эксплуатации.

Сигналы «запрос» ТК передаются контролирующей станцией. Контролируемые пункты ПКЛ снабжены устройствами приема сигналов «запроса». Формирование и передача ответного сигнала осуществляется в соответствии с номером пункта ПКЛ и его состоянием. Передача сигналов «ответов» ведется в виде кодовых комбинаций радиоимпульсов. Контролирующие станции осуществляют прием, обработку и отображение поступающих сигналов «ответа» о состоянии контролируемых пунктов.

Сигналы ТК передаются по линейному тракту П-330-24 на следующих частотах:

- УТК – на частотах 114 и 113 (127 и 125) кГц с уровнем 13 дБ;
- ПТК – на частотах 113 и 115 (131 и 128) кГц с уровнем 20 дБ.

## **5.5 Коррекция линейных искажений в проводных системах передачи с ЧРК**

### **5.5.1 Линейные искажения**

Наличие в реальных трактах реактивных элементов приводит к появлению зависимости остаточного затухания и группового времени прохождения от частоты, что вызывает искажения передаваемых сигналов. Эти искажения называются линейными, т. к. их величина не зависит от амплитуды передаваемого сигнала.

Линейные искажения подразделяются на следующие виды:

- 1) амплитудно-частотные (АЧИ);
- 2) фазочастотные (ФЧИ).

Они характеризуют соответственно степень неравномерности частотной характеристики затухания  $A(f)$  и группового времени прохождения  $t_{гвп}(f)$  тракта в диапазоне частот от  $f_n$  до  $f_b$  (рисунок 5.8).

Количественно неравномерность частотной характеристики затухания определяется величиной  $\Delta A(f) = A(f) - A_0$ , где  $A_0$  – затухание тракта на заданной частоте  $f_0$ .

На рисунке 5.9, а показана характеристика неравномерности затухания, где  $\pm \Delta A_{\max}$  – допустимые значения амплитудно-частотных искажений.

Неравномерность группового времени прохождения количественно оценивается величиной  $\Delta t_{\text{гвп}}(f) = t_{\text{гвп}}(f) - t_{\text{гвп}\min}$ . Характеристика неравномерности группового времени прохождения показана на рисунке 5.9, б, там же отмечена максимально допустимая величина неравномерности  $t_{\text{гвп}\max}$ . Обе характеристики (см. рисунок 5.9, а, б) соответствуют наличию в тракте линейных искажений, не превышающих допустимой величины.

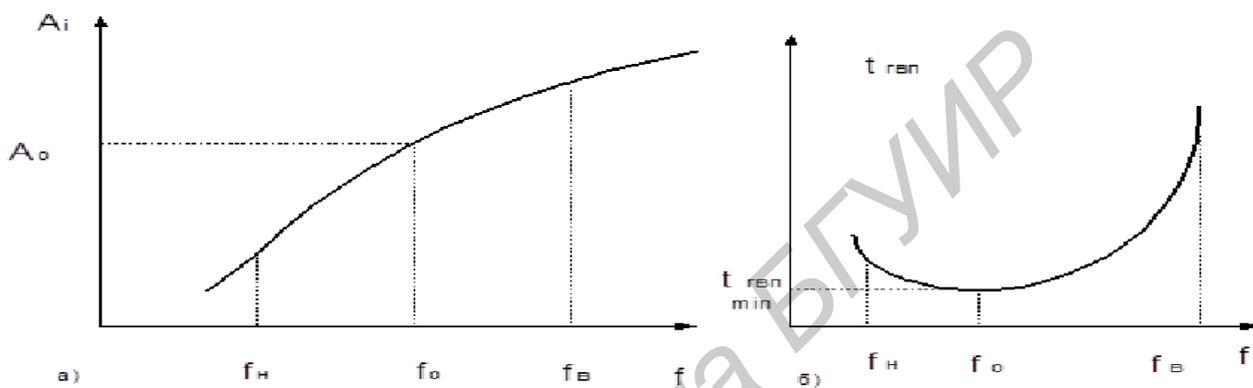


Рисунок 5.8 – Графики линейных искажений сигнала при прохождении передающего тракта

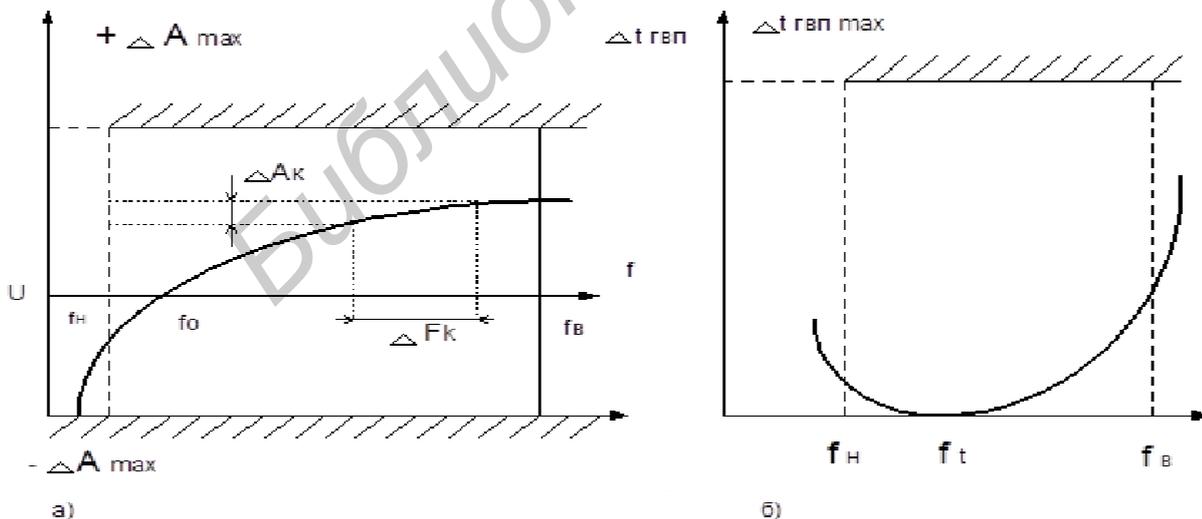


Рисунок 5.9 – Характеристика неравномерности затухания сигнала при прохождении передающего тракта

Влияние линейных искажений на качество передачи различных информационных сигналов неодинаково. Так, при передаче сигналов подвижных и неподвижных изображений наличие АЧИ или ФЧИ изменяет форму передаваемо-

го сигнала, что приводит к неправильному воспроизведению яркости в каждой отдельной точке рисунка (кадра). Это проявляется в снижении четкости принятого изображения, нарушением его контрастности, пропорций и т. д. В некоторых случаях наличие ФЧИ приводит к появлению негативного изображения. Оба вида линейных искажений влияют на передачу дискретной информации, т. к. эти искажения определяют «размытие» отдельных импульсов передаваемого сигнала и их положение относительно друг друга.

Органы слуха человека не замечают изменений фаз отдельных спектральных составляющих звуковых сигналов. Поэтому при передаче речевой информации учитывают только АЧИ, которые по мере их увеличения сначала снижают натуральность речи, а затем и разборчивость. Фазочастотные искажения влияют на сигналы музыкальных программ звукового вещания, т. к. могут изменять скорость нарастания громкости и, например, нарушать восприятие таких резких и коротких звуков, как удары барабана.

Воздействие АЧИ на групповые сигналы систем передачи с ЧРК проявляется в виде снижения защищенности от помех отдельных канальных сигналов, образующих данный групповой.

Воздействие ФЧИ на передачу групповых сигналов систем передачи с ЧРК положительно, т. к. они, оказывая влияние на закон сложения нелинейных помех, уменьшают их. Однако величину ФЧИ приходится ограничивать, т. к. групповые тракты систем передачи с ЧРК могут быть использованы для передачи сигналов, для которых ФЧИ должны быть меньше, например сигналов дискретной информации, изображений и др.

### 5.5.2 Коррекция линейных искажений

Линейные искажения участков тракта можно устранить или существенно снизить с помощью корректирующих цепей. На рисунке 5.10, *а* показана частотная характеристика затухания участка кабельной линии  $A_{л}(f)$  с существенными АЧИ. Очевидно, что эти АЧИ можно устранить, если каскадно с этим участком подключить четырехполосник (рисунок 5.10, *б*), называемый амплитудным корректором (АК). Частотная характеристика этого корректора должна быть такой, чтобы  $A_{л}(f) + A_{ак}(f) = A_0 = \text{const}$ , т. е. выполнялось условие неискаженной передачи. Аналогично устраняют и ФЧИ, включая для этого в тракт четырехполосник, называемый фазовым корректором (ФК).

При подключении амплитудных корректоров может оказаться, что полученное частотно-независимое затухание  $A_0$  будет отличаться от заданного значения  $A_T$ . В этом случае кроме корректора в тракт включают либо удлинитель, если  $A_0 < A_T$ , либо усилитель, если  $A_0 > A_T$ . Схема рисунка 5.12, *б* соответствует случаю включения усилителя.

Амплитудно-частотные искажения, возникающие в линии, фильтрах и усилителях, принято называть основными. Искажения, возникающие в фильтрах, проявляются обычно в виде увеличения затухания на краях полосы про-

пускания и в процессе эксплуатации практически не изменяются. Такие искажения устраняются с помощью амплитудных корректоров с постоянными параметрами (АК).

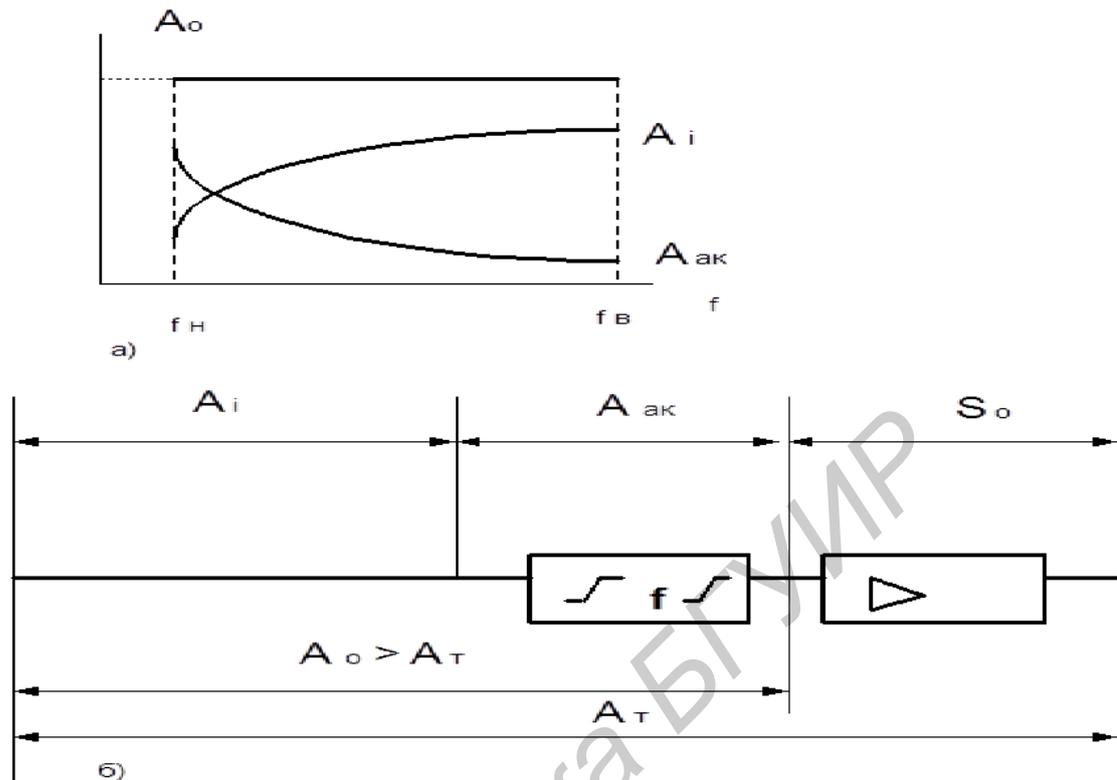


Рисунок 5.10 – Коррекция линейных искажений

Амплитудно-частотные искажения линии зависят от метеорологических условий, а усилителей – от напряжения источников питания и температуры окружающей среды. Эти искажения считаются переменными и их коррекция осуществляется с помощью переменных амплитудных корректоров (ПАК), т. е. корректоров, частотные характеристики которых можно изменить в процессе эксплуатации. Для большинства ПАК эти изменения осуществляют с помощью устройств автоматического регулирования уровней.

В результате использования АК и ПАК основные АЧИ устраняются не полностью. Оставшуюся часть искажений называют искажениями из-за погрешности коррекции. Те искажения, которые возникают из-за ограничения числа элементов корректоров, имеют для однотипных корректоров один и тот же знак и накапливаются вдоль тракта, складываясь по линейному закону, называются регулярными, или систематическими. Искажения, возникающие из-за производственного разброса параметров элементов корректоров и других устройств тракта, а также из-за старения элементов, носят название случайных. Эти искажения накапливаются вдоль тракта по случайному закону.

Возникающие из-за погрешности коррекции АЧИ устраняются ПАК, которые называются подчастотными. В качестве этих корректоров используются переменные АК, потому что случайные АЧИ могут медленно изменяться во

времени и, кроме того, при настройке тракта всегда необходима первоначальная установка требуемой характеристики затухания корректора, которая, как правило, известна лишь ориентировочно. Исследования показали, что в большинстве случаев подчастотные корректоры должны быть локального типа, т. е. их характеристики затухания должны существенно отличаться от нуля лишь в некоторых (локальных) областях частотного диапазона корректируемого тракта.

Фазочастотные искажения, как уже отмечалось, могут несколько повысить помехозащищенность канальных сигналов, поэтому их коррекция, как правило, осуществляется в конце тракта.

Таким образом, структурная схема коррекции линейных искажений в тракте системы передачи с ЧРК имеет вид, показанный на рисунке 5.11. На этом рисунке условно изображен тракт, по которому передача осуществляется слева направо, а коррекция – по мере возникновения искажений. Поэтому на передающем оконечном пункте (ОП) корректоры не устанавливаются, на всех остальных осуществляется коррекция основных АЧИ. По мере накопления погрешностей коррекции в тракт вводятся корректоры регулярных и случайных АЧИ. ФЧИ регулируются лишь на оконечном приемном ОП.



Рисунок 5.11 – Структурная схема коррекции линейных искажений в тракте системы передачи с ЧРК

Принятая структура коррекции линейных искажений дополняется плоским регулированием по отдельным группам каналов, которое осуществляется на конце тракта.

### 5.5.3 Постоянные и переменные корректоры

Корректоры линейных искажений конструктивно удобно размещать в оконечных и промежуточных пунктах, содержащих усилительное оборудование. Предпочтительно включить корректор в цепь общей обратной связи усилителя (рисунок 5.12, а), т. к. в этом случае не снижаются уровни сигнала ни на входе, ни на выходе усилителя и, следовательно, не снижается защищенность сигналов от нелинейных помех усилителя и от собственных помех. Кроме того,

при включении корректора в цепь обратной связи не требуется согласования его входного и выходного сопротивлений с сопротивлениями внешних цепей, что позволяет упростить его схему. Однако на параметры корректоров, включаемых в цепь обратной связи, накладывается ряд ограничений:

1) изменение затухания корректора по частоте в процессе регулирования не должно превышать разности между максимальной глубиной обратной связи и глубиной обратной связи, при которой параметры усилителя еще удовлетворяют заданным требованиям;

2) в цепь обратной связи нельзя включать фазовые корректоры и корректоры, в которых имеет место значительный фазовый сдвиг. Это требование вытекает из того, что запас устойчивости усилителя по фазе невелик в рабочем диапазоне частот.

Поэтому используется комбинированная схема включения корректоров (рисунок 5.12, б). Часть АЧИ корректируется корректором АК, включенным в цепи обратной связи усилителя, а часть – корректором АК на входе усилителя.

Иногда на оконечных и обслуживаемых промежуточных пунктах включение корректора осуществляют между двумя усилителями (рисунок 5.12, в). Такое включение позволяет корректировать АЧИ большой величины, обеспечивая относительно небольшое снижение помехозащищенности сигналов.

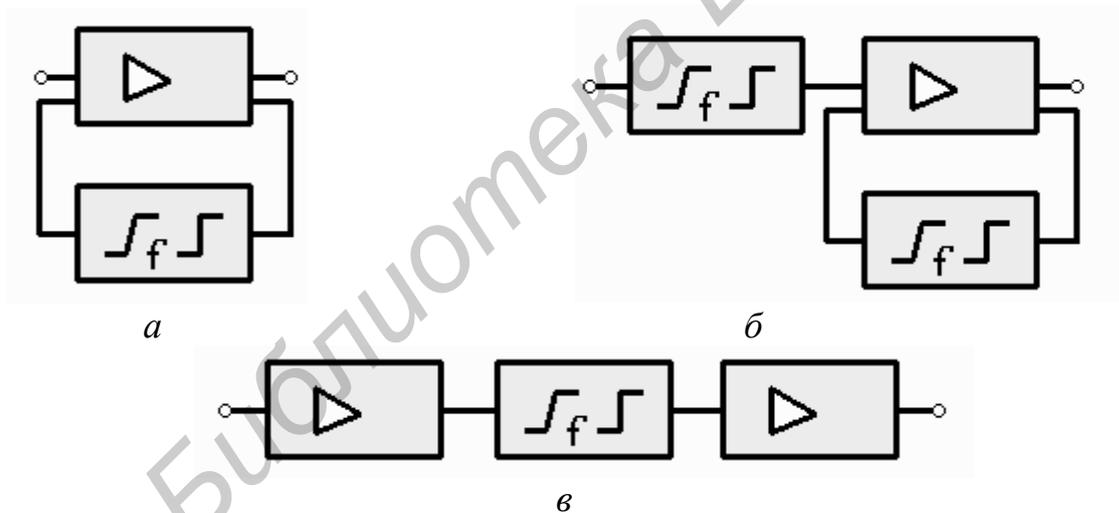


Рисунок 5.12 – Варианты соединения корректоров

Постоянные амплитудные и фазовые корректоры обычно состоят из Т-образных перекрытых звеньев второго и третьего порядков, имеющих постоянное характеристическое сопротивление. Это позволяет при относительно небольшом количестве элементов обеспечить несложную методику заводской настройки корректоров и допускает ступенчатое изменение характеристик корректоров в процессе эксплуатации путем отключения части звеньев.

АЧХ переменных АК изменяют с помощью АРУ. В системах АРУ в зависимости от уровня сигнала изменяется сопротивление резистора, следовательно, АРУ не зависит от частоты (рисунок 5.13).

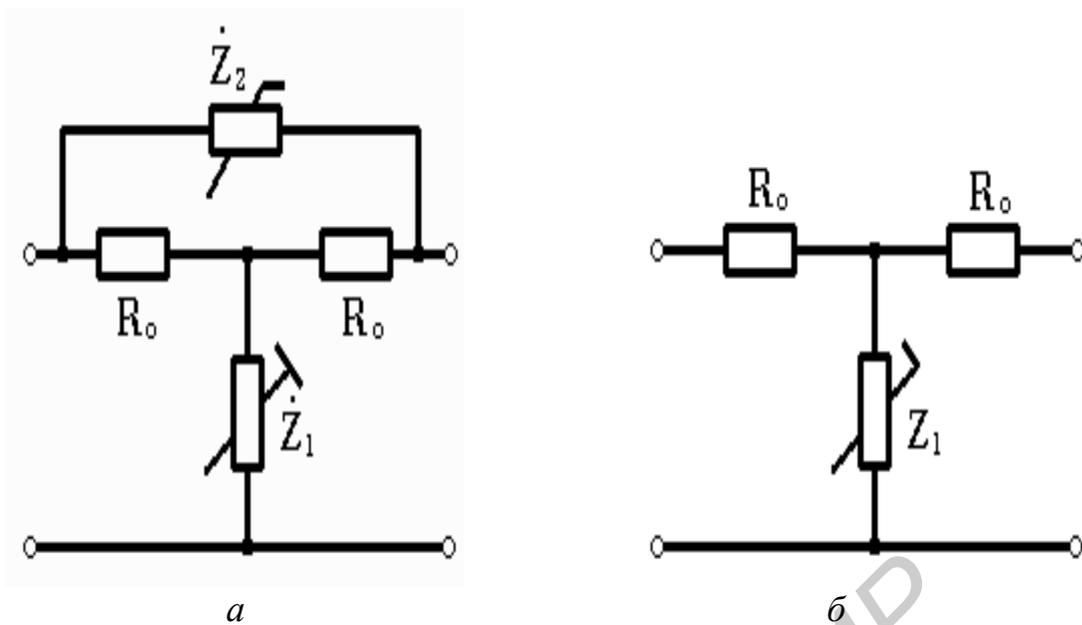


Рисунок 5.13 – Схемы постоянных корректоров

Преобразовать изменение активного сопротивления  $R_{H1}$  в изменение частотно-зависимого  $Z_1$  можно с помощью схемы (рисунок 5.14) с использованием АК с постоянным характеристическим сопротивлением  $R_0$ . Входное сопротивление четырехполюсника  $Z_1$  зависит от сопротивления нагрузки  $R_{H1}$  тем сильнее, чем меньше его затухание. Если частотная характеристика затухания используемого АК имеет вид, показанный на рисунке 5.15, а, то изменения модуля его входного сопротивления  $|Z_1|$  при изменении активного сопротивления нагрузки будут иметь вид как на рисунке 5.15, б. Очевидно, что при этом изменение затухания ПАК будет частотно-зависимым.

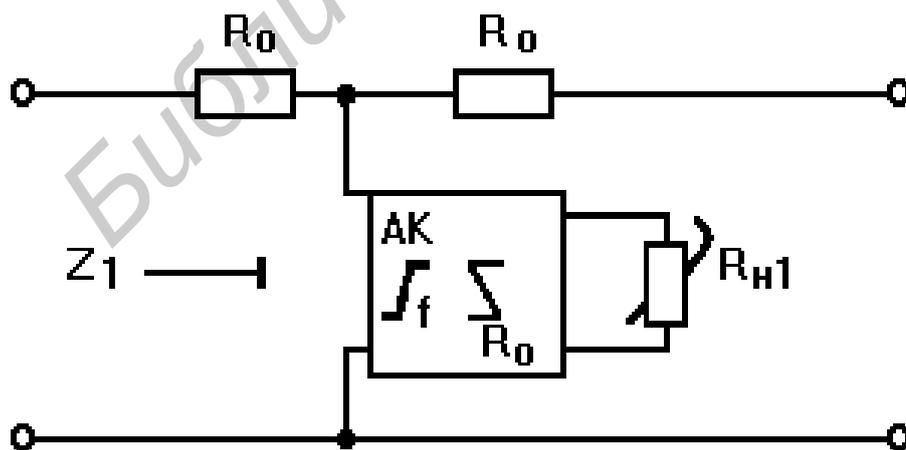


Рисунок 5.14 – Схема переменного корректора

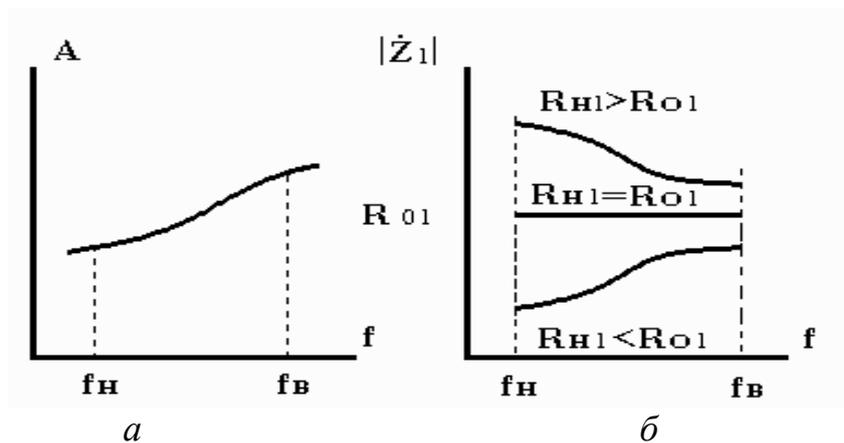


Рисунок 5.15 – Графики переменного корректора

Иногда вместо постоянного АК в ПАК подобного типа используют фазовые корректоры (ФК). На рисунке 5.16, *a* в качестве примера показана фазовая характеристика ФК, а на рисунке 5.16, *б* – частотная характеристика модуля его входного сопротивления при различных значениях активного сопротивления нагрузки  $R_{H1}$ .

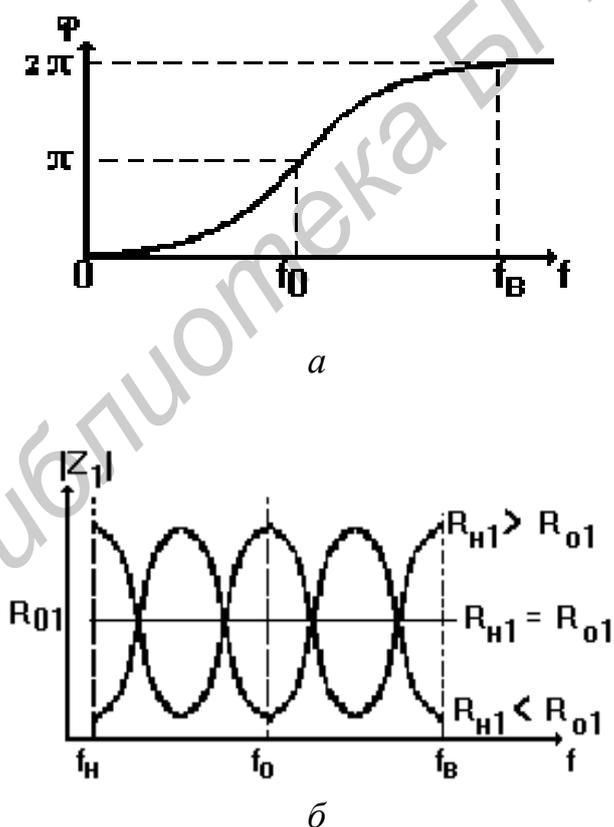


Рисунок 5.16 – Характеристики модуля фазового корректора

АЧХ корректора имеет косинусоидальную форму. Корректоры такого типа носят название косинусоидальных.

## 5.6 Устройства АРУ в СП с ЧРК

### 5.6.1 АРУ по отклонению уровня контрольного сигнала

АРУ по току контрольной частоты – устройство автоматического регулирования усиления системы передачи с ЧРК, управляемое током контрольной частоты.

Это наиболее распространенный способ автоматического регулирования по отклонению уровня контрольного (пилот) сигнала (рисунок 5.17), так называемая П-АРУ.

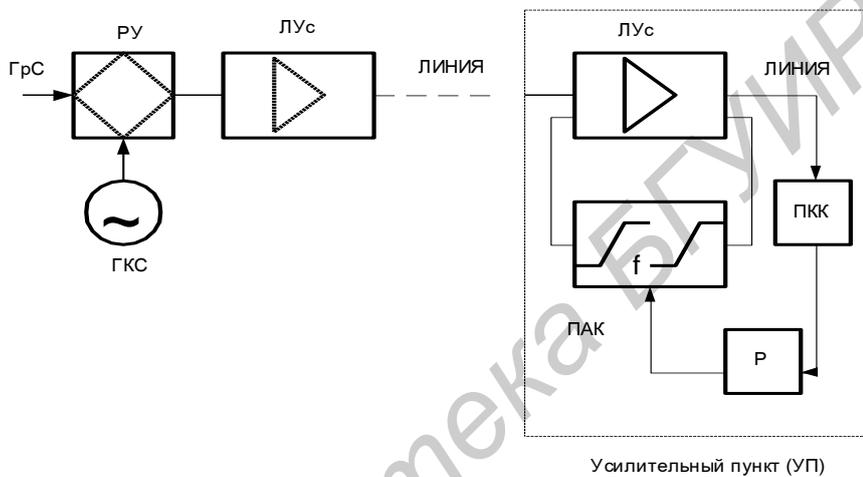


Рисунок 5.17 – Способ автоматического регулирования по отклонению уровня контрольного (пилот) сигнала

В тракт системы совместно с групповым сигналом (ГрС) вводится контрольный (пилот) сигнал с частотой  $f_{кч}$  и уровнем  $p_{кч}$ .

Подключение генераторов контрольного сигнала (ГКС) осуществляется через развязывающее устройство (РУ), исключающее шунтирование группового сигнала. На выходе усилительного пункта устанавливается приемник контрольного канала (ПКК). Это устройство следит за изменением уровня тока КЧ в линейном тракте и управляет исполнительным регулирующим элементом системы АРУ. Если уровень ПС изменяется, то ПКК подает соответствующие сигналы на регуляторы, управляющие ПАК. ПАК может быть включен в цепь обратной связи или на входе ЛУс. В любом случае одиночные устройства П-АРУ всегда образуют замкнутую петлю регулирования.

### 5.6.2 АРУ по возмущению

Помимо вышерассмотренного способа широко используется и другой принцип АРУ – по возмущению. За возмущающий фактор обычно принимают

изменение температуры кабеля – основную причину изменения частотных характеристик его затухания.

АРУ по температуре грунта – устройство автоматического регулирования усиления линейного тракта СП с ЧРК, управляемое терморезистором, изменяющим свое сопротивление при изменении температуры грунта на глубине прокладки. На рисунке 5.18 показана структурная схема Т-АРУ, содержащая термодатчик (ТД), помещаемый в грунт на глубину закладки кабеля.

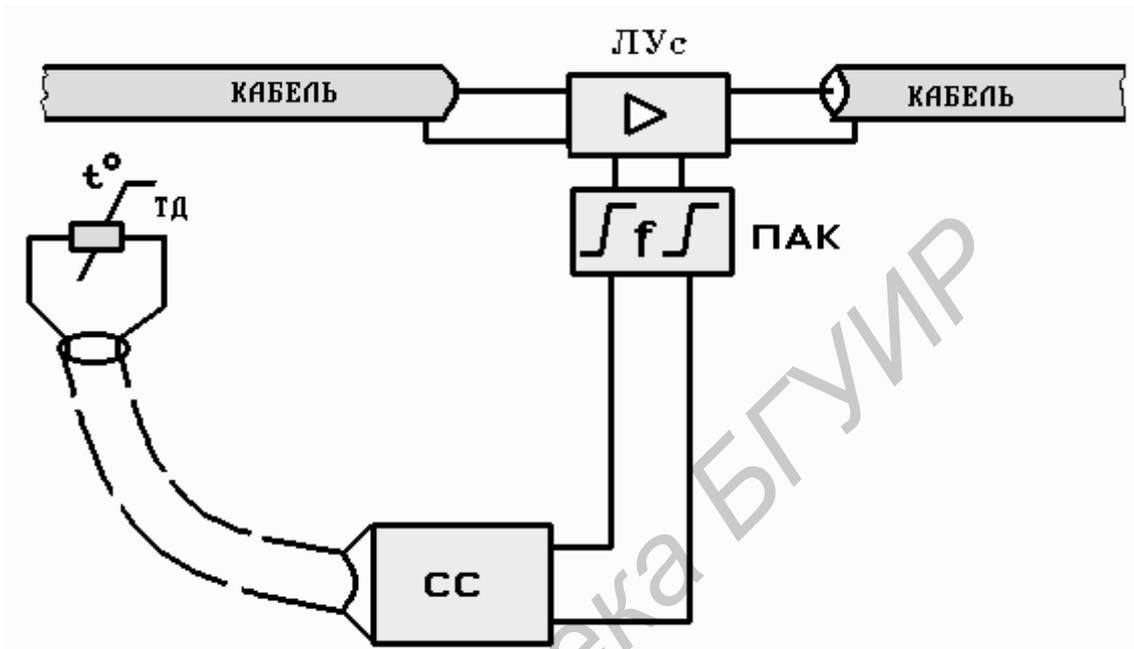


Рисунок 5.18 – Структурная схема Т-АРУ

ТД является задающим элементом системы слежения (СС), которая управляет параметрами ПАК, включенным в цепи ОС ЛУс. Устройство Т-АРУ проще, надежнее и экономичнее П-АРУ, но имеет большие погрешности регулирования.

Величина погрешности одиночной Т-АРУ больше, чем П-АРУ, т. к. температура грунта вблизи датчика может значительно отличаться от температуры на трассе. Т-АРУ действуют независимо друг от друга, поэтому их погрешности накапливаются вдоль тракта.

Большая часть необслуживаемых усилительных пунктов (НУП) содержит Т-АРУ, остальная часть, а также обслуживаемые усилительные пункты (ОУП) и конечные пункты (ОП) – более сложные П-АРУ. Таким образом компенсируется накапливающаяся на линии погрешность.

### 5.6.3 Многочастотные АРУ

В системах передачи с ЧРК широкое распространение получили также многочастотные АРУ. Процесс регулирования в них осуществляется по изме-

нению уровней нескольких контрольных сигналов. Необходимость применения М-АРУ обусловлена сложной зависимостью частотной характеристики затухания линии передачи от температуры и наличием нескольких причин изменения частотной характеристики тракта. На рисунке 5.19, а приведены частотные характеристики затухания участка симметричного кабеля при различной температуре.

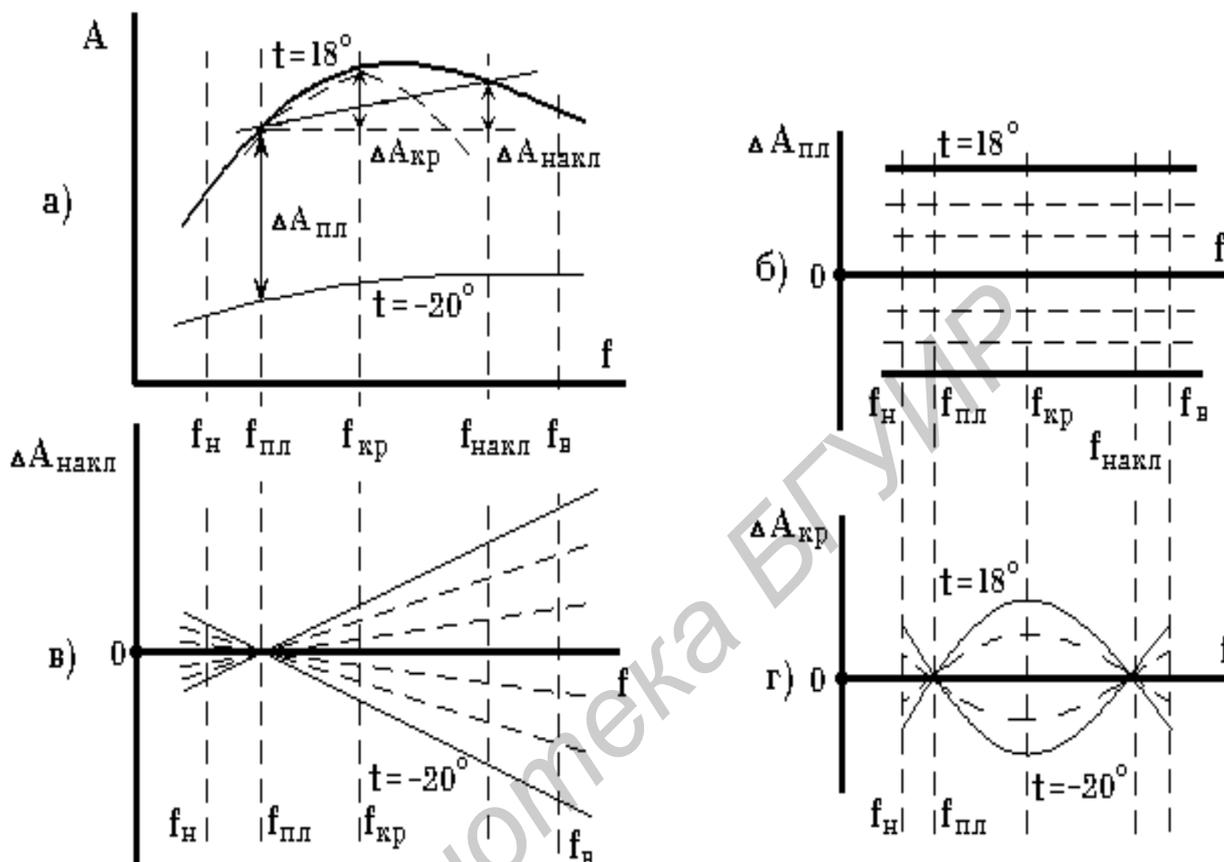


Рисунок 5.19 – Частотные характеристики многочастотных АРУ

Изменение частотной характеристики можно представить в виде изменения трех составляющих: плоской, наклонной и криволинейной (см. рисунок 5.19, б–г).

АРУ с плоской характеристикой регулирования – это устройство, в котором при регулировании усиление изменяется на всех частотах на одинаковую величину.

АРУ с наклонной характеристикой регулирования – это устройство, в котором при регулировании усиление изменяется по линейному закону в зависимости от частоты.

АРУ с криволинейной характеристикой – это устройство автоматического регулирования усиления, в котором при регулировании усиление изменяется по нелинейному закону в зависимости от частоты.

При выполнении устройств АРУ с ПАК, управляемыми по КС, с частотами  $f_{пл}$ ,  $f_{накл}$  и  $f_{кр}$  возможна компенсация изменений с достаточно высокой точностью. Недостатком такого М-АРУ является взаимное влияние регуляторов друг на друга и, следовательно, снижение динамики регулирования. Поэтому

частоты КС выбирают такими, чтобы взаимное влияние регуляторов было минимальным. Обычно частота основного КС выбирается в верхней части диапазона тракта, а дополнительных КС – в нижней и средней частях диапазона. На рисунке 5.20 представлено размещение контрольных частот для аппаратуры П-330-12, П-330-6.

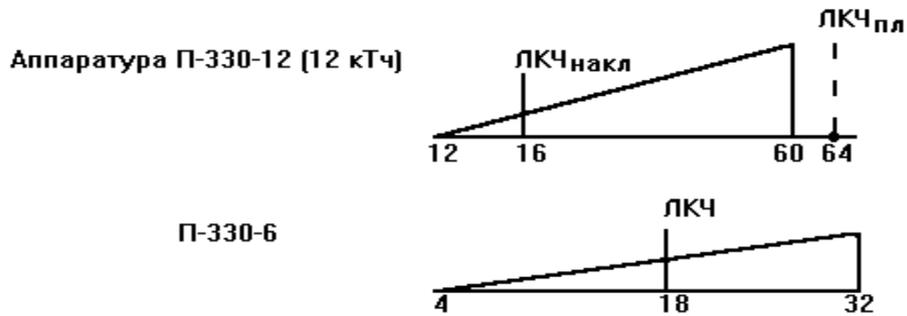


Рисунок 5.20 – Размещение контрольных частот

Принятая структура коррекции линейных искажений дополняется автоматическим плоским регулированием по отдельным группам каналов (первичным, вторичным, третичным). Регулирование производится по токам контрольных частот, находящихся примерно в середине соответствующей группы.

На рисунке 5.21 изображена частотная характеристика неравномерности затухания тракта  $\Delta A_T$  (кривая 1), имеющая место из-за несовершенства принятой системы коррекции, и показано разделение полосы частот тракта (линейного спектра) на две первичные группы (ПГ) каналов, в каждой из которых осуществляется регулирование (кривая 2).

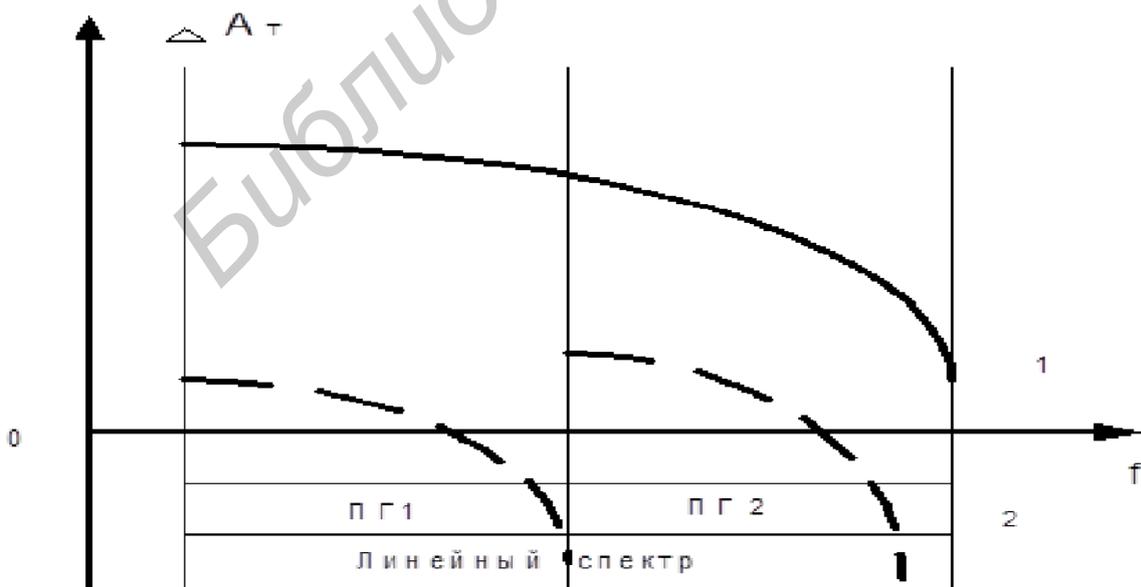


Рисунок 5.21 – Частотная характеристика неравномерности затухания тракта

### 5.6.4 Устройство и параметры систем АРУ

П-АРУ по принципу действия можно разделить на две большие группы: статические и астатические устройства.

Устройство и работа статической АРУ представлены на рисунке 5.22.

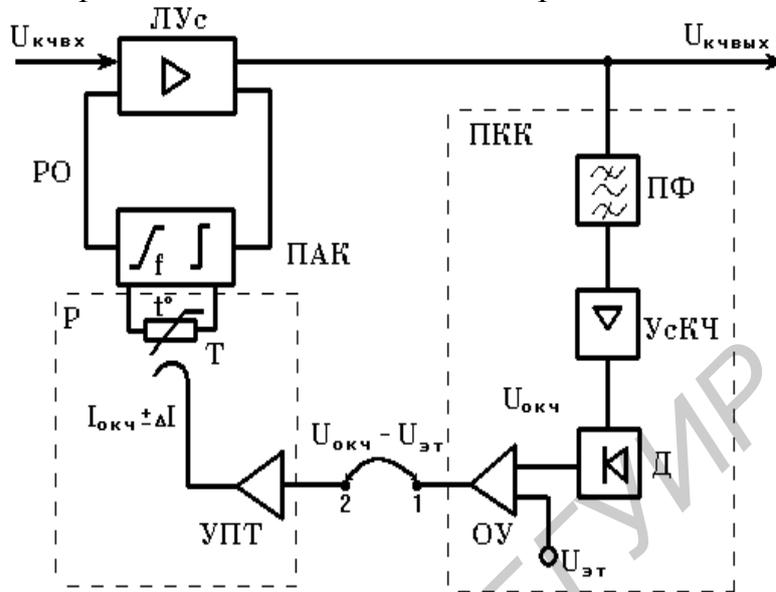


Рисунок 5.22 – Устройство и работа статической АРУ

Контрольный сигнал с напряжением  $U_{кч.вых}$  выделяется на выходе ЛУс полосовым фильтром ПФ, усиливается усилителем УсКЧ и поступает на детектор Д, который выделяет огибающую КЧ с напряжением  $U_{окч}$  пропорциональным  $U_{кч.вых}$ .  $U_{окч}$  сравнивается с  $U_{эт}$  в схеме сравнения, выполненной на операционном усилителе ОУ. Изменение выходного тока УПТ прямо пропорционально  $(U_{окч} - U_{эт})$  и вызывает изменение температуры терморезистора Т, который является регулируемым элементом ПАК в цепи ОС. Совокупность УПТ и Т называют регулятором (Р), а совокупность ПАК и ЛУс – регулируемым объектом (РО).

Изменение сопротивления Т пропорционально  $(U_{окч} - U_{эт})$ . Из теории автоматического регулирования известно, что уменьшение первоначального отклонения  $\Delta U_{кч}$  в системах с пропорциональным регулированием возможно в  $F = |1 - kp|$  раз, где  $kp$  – коэффициент передачи по петле регулирования.

Таким образом, для этих устройств характерна принципиально неустранимая статическая (определенная в установившемся режиме) погрешность регулирования  $\Delta U_{кчс} = \Delta U_{кч} / F$ . Поэтому системы носят название статических. Максимальная величина статической погрешности не превышает  $\pm 1$  дБ.

В устройствах астатического типа применяют интегральные регуляторы, в которых выходной сигнал пропорционален интегралу от входного сигнала во времени. Типичным интегральным регулятором является регулятор, содержащий магнитоэлектрическое регулирующее устройство (МРУ). При номи-

нальном значении  $U_{окч}$  (рисунок 5.23), поступающем от ПКК, подвижная катушка индуктивности (ПИ) находится в некотором положении. При увеличении  $U_{окч}$  ПИ перемещается вверх, преодолевая силу тяжести, которая является эталоном. Полость МРУ заполнена жидкостью и перемещение происходит медленно. С катушкой ПИ связан магнитный элемент, помещенный в магнитном зазоре датчика индуктивности ДИ. Перемещение ПИ вверх приводит к уменьшению магнитного зазора, а следовательно, к увеличению индуктивности датчика ДИ. Это вызывает уменьшение переменного тока подогрева терморезистора Т, его сопротивление увеличивается. Первоначальное отклонение  $U_{окч}$  снижается.

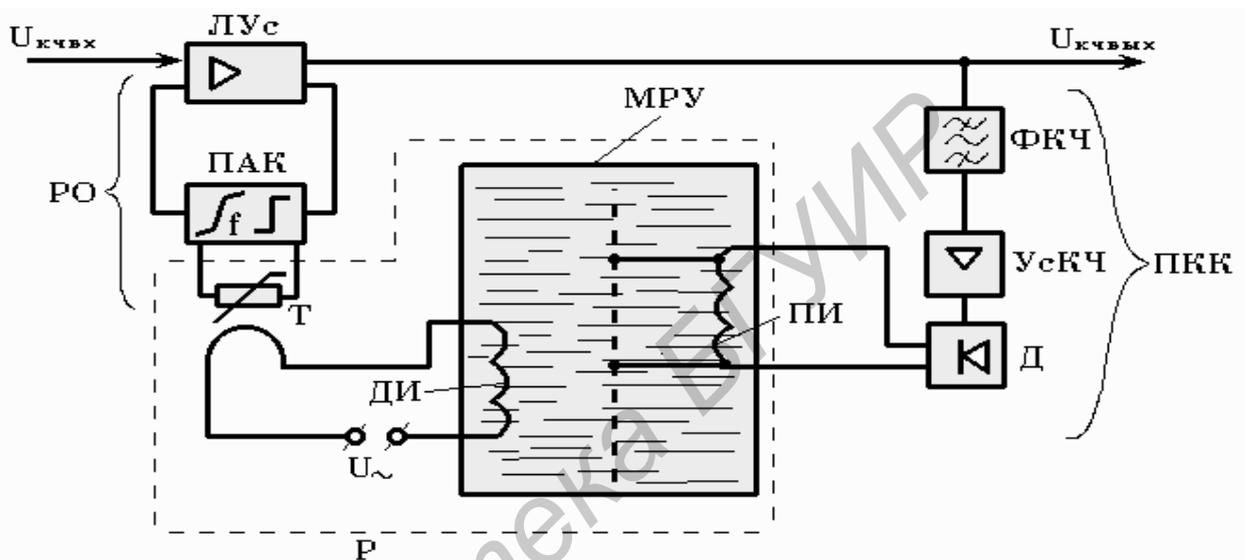


Рисунок 5.23 – Интегральный регулятор с магнитоэлектрическим регулирующим устройством (МРУ)

В отличие от статической системы здесь процесс регулирования происходит до полной компенсации начального отклонения, поскольку усилия, уравновешивающие подвижную систему в новом положении, такие же, как в исходном. Любое положение подвижной системы является результатом всех отклонений  $U_{окч}$  от номинала и соответствующих им перемещений этой системы, т. е. пропорционально интегралу отклонений КС во времени. Поэтому такие регуляторы называются интегральными.

Регуляторы интегрального типа срабатывают после подачи определенного значения управляющего напряжения. Зона нечувствительности определяет погрешность регулирования астатического устройства АРУ, которая не зависит от начального отклонения уровня КС. Погрешность не превышает  $\pm 0,7$  дБ.

*Основные параметры систем АРУ:*

1) статическая погрешность регулирования ( $\delta_0$ ) определяет отклонение регулируемого параметра (например, уровня сигнала КЧ на выходе усилителя) от номинального значения после завершения процесса регулирования;

2) пределы регулирования – это максимальное допустимое отклонение уровня тока КЧ ( $\Delta p_{\text{КЧ}_1}$ ), при котором обеспечивается заданная погрешность регулирования:  $\Delta p_{\text{КЧ.ВХ.ПЛ}} = \Delta a_{\text{ПЛ}} = (9 \dots 26)$  дБ,  $\Delta p_{\text{КЧ.ВХ.Н}} = \Delta a_{\text{Н}} \leq 10$  дБ;

3) средняя скорость регулирования ( $U_p$ ) – скорость изменения уровня сигнала КЧ, которая должна быть достаточной для того, чтобы изменение усиления ЛУс успевало за изменением затухания регулируемого участка тракта:

$$U_p = \Delta p_{\text{КЧ}} / t_p;$$

4) время регулирования ( $t_p$ ) – время, необходимое на сведение начальной погрешности до величины погрешности регулирования;

5) блокировка системы АРУ (необходима при резком изменении сигнала КЧ или при его исчезновении, а также достижении пределов регулирования).

Библиотека БГУИР

## **6 ТРАНЗИТНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ КАНАЛОВ И ГРУППОВЫХ ТРАКТОВ**

Составные каналы, проходящие через один или несколько узлов связи, называют транзитными каналами, а соединения прямых каналов между собой, осуществляемые на узловых станциях для образования транзитных каналов, – транзитными соединениями каналов.

В зависимости от схемы организации связи между рассматриваемыми пунктами различают постоянные и временные транзитные соединения.

В постоянных транзитных соединениях связь между двумя пунктами, проходящая через один или несколько транзитных узлов, действует непрерывно. На данных магистралях постоянные транзиты (переприемы по ТЧ) образуются не только исходя из организационных соображений, но и по техническим причинам.

Временные транзитные соединения подразделяются на транзиты по расписанию, когда транзитные каналы составляются по заранее намеченному плану и на определенное время, и на транзиты по требованию для одного или нескольких переговоров.

При организации транзитных каналов в пункте транзита необходимо решить три задачи:

- 1) согласование по сопротивлениям;
- 2) согласование по уровням;
- 3) согласование по вызывным частотам.

Согласование по сопротивлениям в современных системах передачи с ЧРК, используемых как в Министерстве связи, так и в войсках связи Министерства обороны, не вызывает особых трудностей, т. к. каналы ТЧ всех типов имеют стандартные входные сопротивления 600, 150 и 135 Ом.

При согласовании по уровням требуется, чтобы измерительные уровни были одинаковыми. Только в этом случае при соединении двух нормально отрегулированных каналов диаграмма уровней в системе не будет нарушена, следовательно, не появятся дополнительные шумы, искажения и переходные разговоры, связанные с нарушением диаграммы уровней. Кроме того, остаточное затухание транзитного канала также окажется нормальной величины, что будет гарантировать хорошую слышимость по транзитному каналу и нормальный уровень приема при включении в канал аппаратуры тонального телеграфирования.

При согласовании по вызывным частотам необходимо руководствоваться следующими соображениями.

Если в соседних каналах используется одна и та же частота тонального вызова, то можно пользоваться вызывными приборами оконечных станций, а в пункте транзита производить трансляцию вызова по тональной частоте. В этом случае вызывные приборы в индивидуальном оборудовании соединяемых каналов на транзитной станции выключаются.

Если же в соединяемых каналах применяются частоты тонального вызова, а специальных вызывных устройств на оконечных станциях нет, то в пункте транзита аппаратура должна быть установлена в такой режим, чтобы при трансляции вызова вызывные приборы работали в каждом из соединительных каналов, и вызов в таких каналах передавался на той частоте, на которую рассчитаны приемники тонального вызова. Для этой цели применяется трансляция индукторного вызова либо трансляция вызова постоянным током.

### 6.1 Транзитные соединения каналов по тональной частоте

Транзитные соединения каналов можно осуществить по двухпроводной или четырехпроводной схеме. При двухпроводной схеме транзита соединяются двухпроводные входы каналов. В этом случае в каждом из каналов передачи прием осуществляется через дифференциальные системы и в каждом канале включены устройства передачи и приема вызова. Таким образом, вызов транслируется на индукторной частоте и никаких ограничений, связанных с прохождением вызова, нет. Для согласования уровней производят выключение удлинителей, помещенных на двухпроводном входе каждого из каналов. Такие удлинители, называемые транзитными, рассчитываются на затухание, равное половине остаточного затухания каналов  $a_{\text{ту}} = 0,5a_{\text{r}}$ . Прямые каналы, работающие в оконечном режиме и предоставляемые для телефонной связи абонентам, настраиваются при включенных транзитных удлинителях.

На рисунке 6.1 показаны два таких канала, которые при нормальной регулировке имеют остаточное затухание:  $a_{\text{r1}} = a_{\text{r2}} = a_{\text{r}}$ .

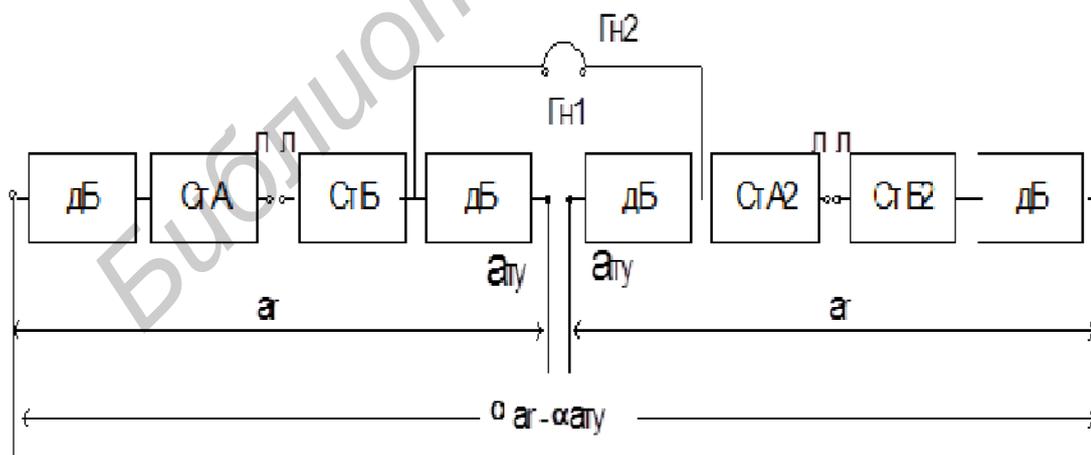


Рисунок 6.1 – Транзитные соединения каналов

Очевидно, что если бы можно было осуществить двухпроводный транзит этих каналов без выключения транзитных удлинителей (между гнездами ГН1), то остаточное затухание транзитного канала стало бы равным  $2a_{\text{r}}$ . Если при двухпроводном транзите выключить транзитные удлинители, то остаточное за-

тухание будет равно  $a_{\text{общ}} = 2a_r - 2a_{\text{ту}} = a_r$ , т. е. будет таким же, как у каждого из прямых каналов.

В некоторых образцах каналообразующей аппаратуры транзитные удлинители входят в состав индивидуального оборудования канала и включаются специальными колодками (П-303...П-300).

Двухпроводные транзиты, как правило, осуществляются на коммутаторе телефонной станции дальней связи путем соединения выходов канала двухпроводным шнуром. Поэтому для удобства эксплуатации каналов транзитные удлинители обычно также монтируются в коммутаторах телефонных станций. В этом случае выключение транзитных удлинителей производят одновременно с соединением двухпроводных выходов каналов с помощью специальных кнопок или дополнительных гнезд, включенных до транзитных удлинителей (см. рисунок 6.1, гнезда Г<sub>н2</sub>).

Достоинства двухпроводных транзитов:

- простота осуществления;
- максимальная потребность в соединительных линиях;
- возможность ретрансляции вызова без ограничений.

Недостатки двухпроводных транзитов обусловлены наличием дифференциальной системы, из-за которой возникают следующие проблемы:

- наличие связи между трактами передачи и приема;
- недостаточная защищенность между трактами передачи и приема;
- снижение устойчивости канала;
- отсутствие возможности использования каналов для передачи дискретной информации.

Из-за указанных недостатков, в соответствии с существующими нормами, двухпроводные транзиты применяются лишь для телефонной связи на местной сети и в исключительных случаях для образования кратковременных транзитных каналов на внутриузловой сети.

Основным способом транзитных соединений каналов является транзит по четырехпроводной схеме.

При четырехпроводном транзите соединяются четырехпроводные выходы каналов, используемых в четырехпроводном режиме. При этом выходы трактов передачи каждого из каналов соединяются со входами трактов приема (рисунок 6.2), а дифференциальные системы не используются.

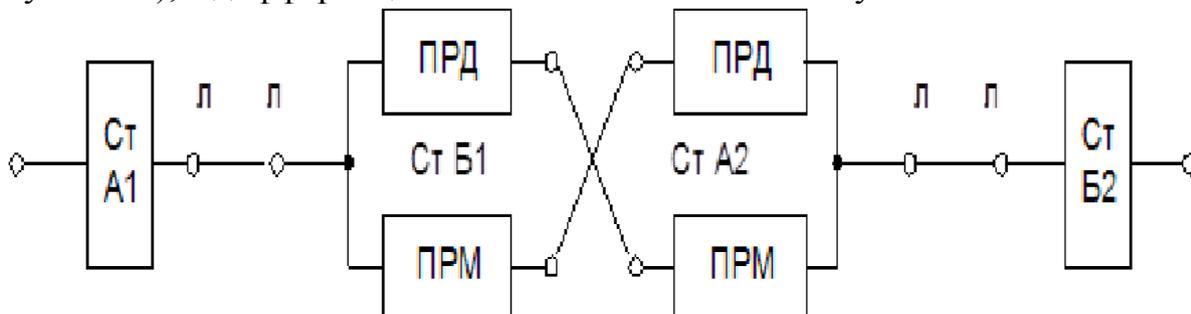


Рисунок 6.2 – Транзитные соединения четырехпроводных каналов

При таком соединении из-за отсутствия дифференциальных систем устраняются недостатки, свойственные двухпроводным транзитным соединениям.

Для согласования уровней и входных сопротивлений в современных системах передачи предусмотрен режим с одинаковыми уровнями плюс 4дБ (в аппаратуре предшествующего поколения уровни равнялись минус 3,5 дБ). Иногда уровни на четырехпроводных выходах аппаратуры могут быть различными, и для обеспечения согласования включаются дополнительные удлинители. Например, типы отечественной стационарной и полевой аппаратуры имеют измерительные уровни на входе тракта передачи минус 13 дБ, а на выходе тракта приема плюс 4 дБ.

Таким образом, при четырехпроводных транзитах в каждую ветвь следует включать удлинители с затуханием в 17 дБ.

В некоторых случаях при четырехпроводных транзитах встречаются затухания с обеспечением прохождения сквозного вызова по транзитному каналу. Это происходит в том случае, когда частоты тонального вызова различны. Тогда приходится использовать трансляцию индукторного вызова или вызова постоянным током. При отсутствии возможности трансляции индукторного вызова приходится использовать либо специальные одностипные устройства для тонального вызова на оконечных станциях, либо специальные блоки сопряжения в пунктах транзита.

Транзиты каналов по ТЧ оказывают некоторое влияние на электрические параметры каналов. Достоинство их состоит в том, что на длинных линиях они позволяют более полно скомпенсировать амплитудно-частотные искажения, вносимые линией, и улучшают динамику работы АРУ.

Недостаток же состоит в том, что в пункте транзита производится принципиально ненужное преобразование частот при приеме и передаче. Узлы индивидуального оборудования, предназначенные для указанных целей, вносят дополнительные шумы и искажения. Особенно существенными являются влияния полосовых канальных фильтров, вносящие заметные амплитудно-частотные и фазовые искажения. Для уменьшения этих искажений в ряде случаев приходится прибегать к дополнительному корректированию амплитудно-частотных и фазочастотных характеристик каналов.

Преобразователи частот и усилители, входящие в состав индивидуального оборудования, способствуют также увеличению шумов и линейных искажений в каналах. Увеличение числа переключений увеличивает вероятность расхождения несущих частот. Вследствие указанных недостатков при организации связи стремятся уменьшить количество транзитов по тональной частоте. На государственной сети связи максимальное число не должно превышать десяти.

## 6.2 Способы формирования ШПК в военно-полевых системах передачи

В тех случаях, когда требуется осуществить передачу одновременно нескольких каналов по одной системе в другую, целесообразно применить высокочастотный транзит.

Современная аппаратура систем передачи с ЧРК строится из некоторого числа унифицированных блоков (стоек), обеспечивающих получение типовых групповых спектров, которые содержат различное число каналов (рисунок 6.3).

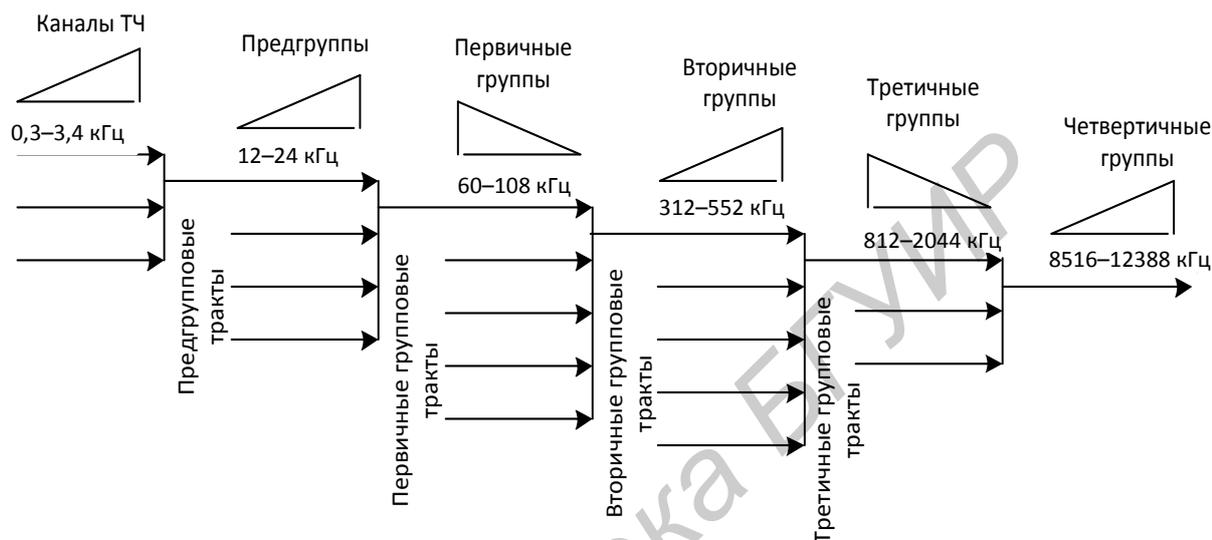


Рисунок 6.3 – Принцип формирования групповых спектров МКС

## 6.3 Транзитные соединения групп каналов по высокой частоте

В тех случаях, когда требуется осуществить передачу одновременно нескольких каналов по одной системе в другую, целесообразно применить высокочастотный транзит.

Современная аппаратура систем передачи с ЧРК строится из некоторого числа унифицированных блоков (стоек), обеспечивающих получение типовых групповых спектров, которые содержат различное число каналов.

В линейных аппаратных цехах (ЛАЦ) предусматривается возможность коммутации групповых сигналов. Для этой цели применяют специальное коммутационное оборудование для каждой из групп спектров, с помощью которого соединяются между собой унифицированные стойки преобразовательного оборудования.

Таким образом, на сетях связи, кроме каналов ТЧ, образуются групповые тракты различной мощности. Предусматривается организация предгрупповых трактов 12...24 кГц, первичных групповых трактов 60...108 кГц, вторичных групповых трактов 312...552 кГц, третичных групповых трактов 812...2044 кГц и групповых трактов более высокого порядка.

Основные параметры групповых трактов унифицированы. К таким параметрам относятся:

- граничные частоты соответствующих полос;
- распределение спектров каналов внутри каждой полосы;
- вид боковых полос каналов и размещение КЧ;
- измерительные уровни в точках коммутации;
- входные сопротивления в точках коммутации.

Поскольку на каждый канал отводится с учетом расфилтровки полоса в 4 кГц, первичные группы, занимающие полосы 48 кГц, являются 12-канальными. Вторичные группы формируются из пяти первичных, т. е. 60 каналов. Третичные группы также образуются из пяти вторичных групп и, следовательно, содержат 300 каналов. Основная четвертичная группа формируется на 900 каналов и состоит из трех основных третичных групп.

Для разделения крупных пучков каналов на более мелкие пучки между вторичными группами предусматриваются полосы расфилтровки 8 кГц, а между третичными группами – 88 кГц.

При ВЧ транзите для передачи группы каналов соединяются между собой одноименные групповые тракты различных систем передачи. Таким образом, особенность ВЧ транзитов заключается в том, что спектры каналов не расфилтровываются и не доводятся до тональных частот, а передаются в составе высокочастотной группы. Это и определяет основные достоинства ВЧ транзитов.

Очевидным преимуществом ВЧ транзитов перед транзитами по ТЧ является их простота, т. к. для передачи большого числа каналов требуются всего две двухпроводные линии. Это особенно удобно в тех случаях, когда передача каналов производится на значительные расстояния.

ВЧ транзиты оказывают значительно меньшее влияние на параметры каналов ТЧ по сравнению с транзитами по ТЧ. Это объясняется прежде всего тем, что в этом случае не используются полосовые фильтры каналов, которые и определяют основные амплитудно-частотные и фазочастотные искажения, вносимые в канал при транзите каналов по ТЧ.

Для осуществления высокочастотных транзитов применяется специальное транзитное оборудование, содержащее, как правило, согласующие трансформаторы, усилители, полосовые транзитные фильтры и режекторные фильтры.

Структурная схема транзитного оборудования первичной группы показана на рисунке 6.4.

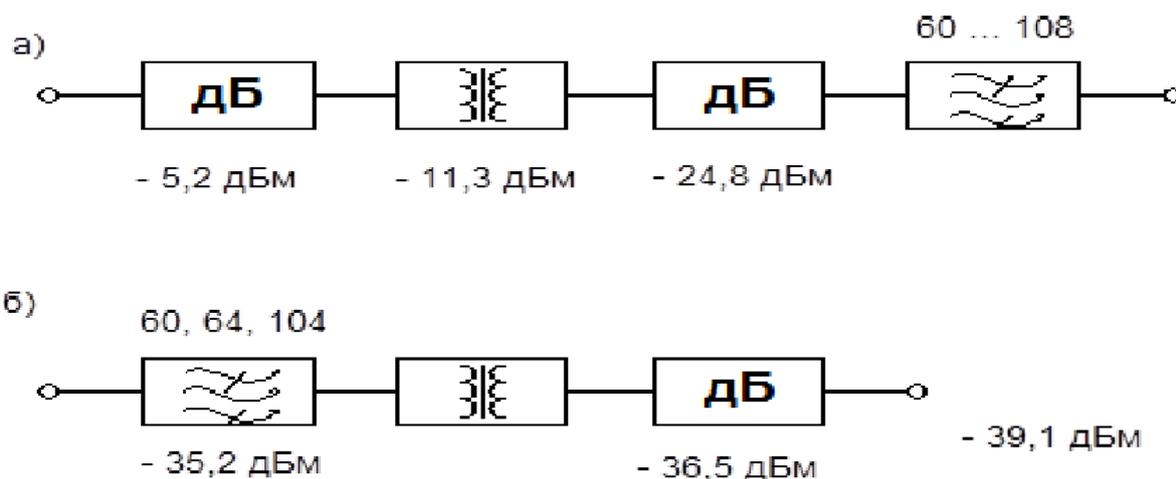


Рисунок 6.4 – Структурная схема транзитного оборудования первичной группы

Транзитное оборудование состоит из двух плат: плата транзита и плата режекторных фильтров.

Назначение элементов транзитного оборудования:

1) удлинители предназначены для согласования измерительных уровней в точках высокочастотного транзита. В соответствии с едиными техническими условиями эти уровни должны быть равны:

- 35,2 дБм на входе предгруппового тракта, на его выходе – 14 дБм;

- 35,2 дБм на входе первичного, вторичного и третичного групповых трактов, на выходе этих трактов – 22,6 дБм;

2) согласующие трансформаторы предназначены для согласования группового оборудования соединяемых систем с оборудованием ВЧ транзита. Кроме того, эти трансформаторы являются симметрирующими;

3) полосовые фильтры предназначены для подавления частотных составляющих всей полосы пропускания. Фильтры должны иметь затухание не менее 70 дБ на крайних частотах соседних групп каналов в 12-канальных группах и не менее 75 дБ – в 60-канальных;

4) режекторные фильтры предназначены для подавления линейных контрольных частот с целью исключения возможности ложной работы АРУ в линейных трактах соединяемых систем передачи. Поэтому режекторный фильтр, расположенный на этой плате, имеет значительное затухание на частотах 60, 64 и 104 кГц в 12-канальной группе.

Ввиду того, что групповой транзит осуществляется по четырехпроводной схеме, системы вызова по транзитным участкам должны быть одинаковыми.

Транзитное оборудование выпускается в виде специальных комплектов ВЧ-транзита и размещается на транзитных стойках ЛАЦ.

Групповые тракты используются не только для ВЧ транзитов, но и для передачи дискретной информации с большими скоростями.

Для этой цели на базе групповых трактов создаются соответствующие широкополосные каналы, для формирования которых используется специаль-

ное оборудование. В состав этого оборудования входят полосовые фильтры, корректоры фазочастотных характеристик широких каналов и ограничители амплитуд для предотвращения переагрузки групповых трактов.

#### **6.4 Возможности сопряжения каналов различных систем связи**

При организации связи часто возникает необходимость сопряжения каналов различных систем связи, т. е. такая ситуация, когда необходимо передать определенное число каналов из стационарных узлов связи на полевые узлы.

Передачу каналов можно осуществлять различными способами в зависимости от конкретных условий и возможностей. Наиболее просто производить передачу каналов на тональных частотах, для чего применяются низкочастотные соединительные линии. Поскольку каналы ТЧ на узлах связи используются в большинстве случаев по четырехпроводной схеме, то на каждый канал необходимо отводить две цепи (пары проводов). Очевидно, что данный способ целесообразно применять лишь в том случае, если число каналов и расстояния между узлами незначительны. В этом легко убедиться, если рассматривать лишь техническую сторону вопроса, т. к. длина соединительных линий определяется задачами в выполнении эксплуатационных норм на характеристики каналов в каждом конкретном случае. Основное значение здесь имеет частотная характеристика каналов. Например, если считать допустимыми дополнительные искажения АЧХ в пределах ЭППЧ в 1,75 дБ, то получатся длины соединительных линий для различных типов линейных средств.

Длины соединительных линий можно было бы несколько увеличить, если использовать дополнительную коррекцию АЧХ канала с учетом этих линий.

Таким образом, из рассмотренного выше следует, что данный способ может найти лишь ограниченное применение.

Эффективнее передачу каналов производить с помощью аппаратуры систем передачи или радиорелейных линий. В этом случае устраняется ограничение в дальности соединительных линий и обеспечивается значительная экономия проводов, необходимых для передачи каналов.

## 7 АППАРАТУРА МКСП С ЧРК

### 7.1 Комплекс П-330: состав, возможности и основы применения, технические и электрические характеристики аппаратуры и каналов

Комплекс аппаратуры П-330 – это система передачи с частотным разделением каналов. В зависимости от канальной емкости, определяемой условиями боевого применения, может быть как однополосной, так и двухполосной, однопроводной и двухпроводной.

Комплекс аппаратуры П-330 предназначен для образования типовых каналов передачи (каналов тональной частоты) при работе по проводным, радиорелейным и тропосферным линиям связи.

Комплекс аппаратуры П-330 используется в оперативном, оперативно-тактическом и тактическом звене управления в составе полевых и стационарных узлов связи. В состав комплекса П-330 входит:

- каналообразующая аппаратура малоканальных систем передачи П-330-1, П-330-3, П-330-6 на 1, 3 и 6 каналов ТЧ соответственно;
- каналообразующая аппаратура многоканальных систем передачи П-330-12, П-330-24, П-330-60;
- оборудование проводных линейных трактов П-330-24(60)-П, П-330-24 (60)-НУП (обслуживаемые и необслуживаемые промежуточные усилители).

Основные характеристики и возможности комплекса П-330 приведены в таблице 7.1.

Таблица 7.1 – Основные характеристики и возможности комплекса П-330

Система передачи	Тип линейного тракта	Состав СП		Число каналов			Линейный спектр (кГц)
		КОА	оборудование ЛТ	ТЧ	ШК-12	ШК-48	
П-330-1	ПКЛ-268/330-1; ПКЛ-274М/330-1 ВЛС	П-330-1	–	1×2	–	–	4...7,4; 8,6...12
П-330-3	ПКЛ-268/330-3 ВЛС	П-330-3	–	3	–	–	4...6; 18...1
П-330-6	2ПКЛ-268/330-6; ПКЛ-296/330-6; Р-419; Р-412	П-330-6	–	6	1	–	4...32

Продолжение таблицы 7.1

Система передачи	Тип линейного тракта	Состав СП		Число каналов			Линейный спектр (кГц)
		КОА	оборудование ЛТ	ТЧ	ШК-12	ШК-48	
П-330-24/12	ПКЛ-296/330-24/12	П-330-24/12-О	П-330-24НУП; П-330-24-П	24/12	4 (2)	2 (1)	11...233; 12...108
П-330-24/12Р	Р-410; Р-412	П-330-24/12Р	–	24 (12)	4 (2)	2 (1)	12...108; (12...60)
П-330-60	ПКЛ-296/330-60-0; Р-416; Р-406	П-330-60-О	П-330-60НУП; П-330-60-П	60	8	4	12...269; 295...552; 12...119; 12...262

## 7.2 Аппаратура многоканальной системы передачи П-330-24: назначение и возможности, режимы работы, основы боевого применения, технические и электрические характеристики аппаратуры и каналов

24-канальная система передачи П-330-24 входит в состав комплекса «АЗУР», являющегося четвертым послевоенным поколением средств многоканальной электросвязи. Имея то же предназначение, что и система передачи П-301 прежнего комплекса «ТОПАЗ», П-330-24 выгодно отличается от нее по всем оперативно-техническим показателям. Она имеет более высокую надежность, существенно меньшие габариты и массу, лучшие и более стабильные электрические параметры каналов. Упростились также процессы настройки и эксплуатации аппаратуры и полевой кабельной линии в целом.

Аппаратура П-330-24 полностью обеспечивает встречную работу с аппаратурой П-301 и П-302 как на ПКЛ-296/301, так и на РРЛ и ТРЛ. Аппаратура выпускается в полевом варианте исполнения.

Высокая надежность, стабильность электрических параметров, развитая система функционального контроля и телеконтроля, а также служебной связи обеспечивают достаточно длительную надежную работу аппаратуры П-330-24 на различных линиях связи.

### Основные тактико-технические данные

Комплекс 24-канальной аппаратуры П-330-24 предназначен для работы по полевым кабельным, радиорелейным и тропосферным линиям связи.

При работе по кабельным линиям применяется однокабельная четырехпроводная и двухполосная система передачи, в состав которой входит:

1 Унифицированная каналообразующая аппаратура оконечных (ОП), транзитных (ТП) и выделительных (ВП) пунктов П-330-24-О.

2 Аппаратура обслуживаемых усилительных пунктов (ОУП) П-330-24-П.

Аппаратура П-330-24-П (ОУП) предназначена для работы только по полевым кабельным линиям связи первичных сетей военного назначения.

Оборудование ОУП обеспечивает:

- 1) двухполосную работу: в направлении А-Б передается линейный сигнал в нижней полосе частот НПЧ 11...119 кГц, а в направлении Б-А – линейный сигнал в верхней полосе частот (ВПЧ) 125...233 кГц;
- 2) компенсацию затухания прилегающих усилительных участков длиной до 11,5 км и корректирование накапливающихся на линии амплитудно-частотных искажений (АЧИ);
- 3) постанционную служебную связь между ОУП и оконечными станциями в пределах транзитного участка полевой кабельной линии и участковую служебную связь с соседними ОУП и НУП на прилегающих секциях ДП;
- 4) дистанционное питание до четырех НУП в каждую сторону от ОУП;
- 5) телеконтроль за состоянием оборудования НУП;
- 6) определение участка повреждения кабеля на секции ДП;
- 7) выделение линейного сигнала на НУП и ОУП с помощью двух комплектов П-330-24-О.

Питание аппаратуры осуществляется от источника переменного тока напряжением 220 В, 50 Гц.

**3** Аппаратура необслуживаемых усилительных пунктов (НУП) – П-330-24-НУП.

Необслуживаемый усилитель П-330-24 – предназначен для усиления, коррекции и автоматической регулировки уровня линейного сигнала в полосах частот 11...119 и 125...233 кГц. Кроме того, аппаратура обеспечивает передачу и прием сигналов участкового телеконтроля, а также ее усиление и коррекцию сигналов участковой служебной связи в полосе частот 0,3...2,4 кГц.

Оборудование НУП размещается в цилиндрическом стальном корпусе диаметром 325 мм с герметично закрываемой крышкой.

В состав НУП входит переносное переговорно-контрольное устройство (ППКУ), предназначенное для контроля уровней линейного сигнала на частотах, отличных от линейных контрольных частот – НУП, а также для измерения сопротивлений и постоянных напряжений. Переговоры ведутся по каналу УСС при подключении ППКУ к НУП и кабелю или к контрольной муфте полевой кабельной линии.

НУП обеспечивает нормальную работу при длине усилительного участка от 8,5 до 11,5 км.

Питание НУП осуществляется дистанционно постоянным током 100 мА. При пропадании дистанционного питания предусмотрено аварийное питание оборудования участковой служебной связи от двух батарей элементов «Салют» (по девять в каждой, размещаемых в двух герметичных отсеках снаружи корпуса НУП). Питание ППКУ осуществляется от двух батарей типа ГБ-10-У-1,3 напряжением 10 В, соединенных параллельно, или от внешнего источника напряжением 10...13 В.

НУП устанавливается под открытым небом, допускается закапывание его во влажную землю или погружение в воду на глубину до 1 м.

#### 4 Аппаратура параллельного выделения первичной группы – П-330-ВПГ.

Аппаратура АПВ-ПГ предназначена для работы совместно с аппаратурой П-330-24-О и обеспечивает:

- параллельное выделение основной первичной группы каналов в диапазоне частот 60...108 кГц при высокоомном подключении к линейным трактам стационарных систем передачи К-300, К-60, П-306 и К-24 на НУП или ОУП;

- согласование уровней в точках подключения к системам передачи;

- режим работы: ПВ окончательный, ПВ транзит, ПШК, ПТ транзит, СЛ окончательный, СЛ транзит, обход;

- высокоомное параллельное подключение оборудования служебной связи (СС) аппаратуры П-330-24-О к каналу постанционной служебной связи (ПСС) стационарных систем передачи. Аппаратура АПВ-ПГ может работать совместно с аппаратурой П-301-О, П-301-В, П-302-О и обеспечивает выполнение тех же функций.

Назначение режимов работы:

- ПВ окончательный – выделенная группа подается в моноблок ПО аппаратуры П-330-24-О или в упаковку ГП аппаратуры П-301-О, П-301-В или П-302-О;

- ПВ транзит – выделенная группа поступает в линейное оборудование аппаратуры: П-330-24-О или П-301-О, П-301-В, П-302-О и далее передается по ПКЛ;

- ПШК – для организации первичного широкополосного канала;

- ПТ транзит – для организаций транзита по первичному групповому тракту;

- СЛ окончательный – для передачи ПГТ в другую аппаратную;

- СЛ транзит отличается от режима СЛ окончательный тем, что первичная группа каналов поступает на линейное оборудование другой аппаратуры и транзитом передается по линии связи;

- в режиме обход аппарата используется в тех случаях, когда оборудование одного из трактов необходимо обойти.

#### 5 Полевой симметричный одночетверочный кабель П-296.

Структура ПКЛ-296/330-24 характеризуется следующим параметрами (рисунок 7.1):

- максимальная протяженность  $L = 1000$  км;

- длина усилительного участка  $L_{yy} = 11^{+0,5}_{-2,5}$  км; длина участка, прилегающего к ОП и ОУП, составляет 0–11,5 км;

- длина секции дистанционного питания (ДП) при восьми дистанционно питаемых НУП  $L_{дп} = 99$  км;

- длина однородного участка линейного тракта  $L_{oy} = 400$  км.



При работе на РРЛ и ТРЛ используется П-330-24-О и аппаратура сопряжения линейного тракта П-330-24-СР, устанавливаемая в радиорелейной (тропосферной) станции.

Дальность действия при работе по РРЛ и ТРЛ определяется возможностями этих линий.

Аппаратура П-330-24-О обеспечивает встречную работу с аппаратурой П-301-0 и П-302-0.

В системе передачи П-330-24(12) предусмотрены типы каналов, указанные в таблице 7.2.

Таблица 7.2 – Типы каналов

Тип канала	Условное обозначение	Эффективная полоса частот, кГц	Максимальное количество
Тональной частоты	ТЧ ПРШК (ШК-12)	0,3...3	24 (12)
		12,3...23,4	4 (2)
Широкополосный	ПШК (ШК-48)	60,6...107,7	2 (1)
Служебной связи	ПСС УСС	0,3...3,4	1
		0,3...2,4	1

Каждый ПРШК формируется за счет трех каналов ТЧ, ПШК за счет двенадцати каналов ТЧ. Канал УСС организуется по физической цепи кабеля П-296; канал ПСС по дополнительному каналу ТЧ, расположенному в полосе частот линейного спектра.

В системе передачи П-330-24 предусмотрены типовые предгрупповые и групповые тракты: восемь предгрупповых 12...24 кГц, два первичных групповых 60...108 кГц.

Оконечная аппаратура обеспечивает возможность сопряжения предгрупповых (ПРГТ) на первичных групповых трактов (ПГТ) с соответствующими трактами систем передачи (СП) комплекса «Топаз» и Министерства связи, а также возможность параллельного выделения ПГ в полосе частот 60...108 кГц с помощью аппаратуры П-330-ВПГ из СП К-24 и К-60 П.

Каналы ТЧ могут быть использованы для открытой или закрытой телефонной связи, передачи данных тонального телеграфа и т. п. Каналы ПРШК и ПШК предназначены для передачи данных и других широкополосных сигналов. Предгрупповые и первичные групповые тракты могут применяться для организации групповых транзитных соединений.

Универсальность каналов и трактов системы передачи П-330-24 обеспечивает возможность их взаимодействия с соответствующими каналами и трактами полевой аппаратуры комплекса «Топаз» и систем передачи Министерства связи.

На любом ОУП и НУП ПКЛ-296/330-24 с помощью двух комплектов аппаратуры П-330-24-О, расположенных в непосредственной близости от них, а также на ретрансляционных пунктах (РП) РРЛ и ТРЛ может быть организован пункт выделения (ПВ), который обеспечивает двустороннее выделение любого

числа каналов ТЧ ПРШК и ПШК из имеющихся согласно таблице 7.2. Недействующие каналы и групповые тракты (ГТ) проходят через ПВ транзитом. Удаление ПВ от РП может быть любым, т. к. аппаратура П-330-24-СР, входящая в состав радиорелейных и тропосферных станций, обеспечивает взаимодействие ПКЛ и РРЛ (ТРЛ) в линейном спектре.

В состав ПКЛ-296/330-24 наряду с ПВ входят транзитные пункты (ТП), включающие два комплекта П-330-24-О, которые используются как для обеспечения заданной дальности связи (технический транзит), так и для распределения каналов на полевой сети (организационный транзит). При этом каждый ПВ и ТП является для транзитных каналов пунктом транзита по ТЧ или ГТ.

Допустимое число транзитов в составном канале ТЧ, образованном в первичной сети с помощью системы передачи П-330-24, составляет 31. При этом допускается до 11 транзитов по каналам ТЧ, до 8 – по предгрупповым трактам и до 12 – по первичным групповым трактам.

ПКЛ-296/330-24 обслуживается двумя каналами служебной связи: постанционной (ПСС) и участковой (УСС). В случае пропадания дистанционного питания на НУП предусмотрена в пределах секции ДП аварийная служебная связь. Для связи НУП с ОУП или прилегающим ОП используется переносное переговорно-контрольное устройство (ППКУ), которое может подключаться как к НУП, так и непосредственно к кабельной линии.

Для обеспечения дистанционного контроля состояния линии предусмотрено оборудование телеконтроля (ТК), осуществляющее двусторонний участковый (УТК) и постанционный (ПТК) телеконтроль. Работа устройства УТК и ПТК обеспечивается с помощью специально выделенных в спектре частот линейного тракта частот телеконтроля.

УТК с одного из ОП или ОУП в пределах секции ДП обеспечивает контроль за исправным состоянием до восьми НУП и одного обслуживаемого пункта (ОП, ОУП или СР).

ПТК с одного из ОП или ТП в пределах однородного участка обеспечивает контроль за исправным состоянием до девяти обслуживаемых пунктов (ОУП или СР) и противоположного ОП или ТП.

При нарушении цепи дистанционного питания НУП в результате возникновения на линии короткого замыкания или обрыва для определения места и характера повреждения по цепи ДП на ОП или ОУП используется устройство определения поврежденного участка (ОПУ), которое автоматически подключается к линии при пропадании ДП.

Контроль за состоянием линейного и групповых трактов, генераторного оборудования и устройств электропитания осуществляется за счет системы местного функционального контроля и сигнализации: местной (оптической) и обобщенной (оптической и акустической). Обобщенная сигнализация разделена на аварийную и эксплуатационную (предупредительную). Предусмотрена выдача аварийных сигналов на внешний пульт.

В составе СП П-330-24, кроме 24-канальной оконечной аппаратуры П-330-24-О, предусмотрена 12-канальная оконечная аппаратура

П-330-24-О(12), работающая по линейному тракту П-330-24 и отличающаяся от П-330-24-О отсутствием одного моноблока ПГ и одного моноблока КФТО.

Обслуживаемая аппаратура конструктивно выполнена в виде отдельных моноблоков и предназначена для работы как в автомобильных аппаратных типах П-258-24К (П-330-24-О – 3 комплекта; П-330-3, П-330-1 – 2 комплекта; П-330-ВПГ), П-258-24/6 (П-330-24-О – 2 комплекта; П-330-б – 3 комплекта) и П-258-24П (П-330-24П), так и на стационарных узлах связи.

Аппаратура П-330-24-НУП выполнена в герметизированном цилиндрическом контейнере и допускает эксплуатацию в специально оборудованном котловане.

Электропитание аппаратуры П-330-24-О, П-330-24-П и П-330-24-СР осуществляется от сети однофазного переменного тока с частотой  $(50 \pm 1)$  Гц и напряжением 220 В  $(\pm 10-15)$  %. Электропитание П-330-24-НУП – дистанционное по средним точкам кабельной цепи постоянным стабилизированным током 100 мА с ближайшего ОП или ОУП. Напряжение на выходе источника дистанционного питания может находиться в пределах от 85 до 550 В в зависимости от количества НУП на секции ДП. Предусмотрена возможность подачи в линию тока 115 мА для питания НУП системы передачи П-301 и П-302.

Предусмотрено аварийное питание оборудования УСС НУП от аккумуляторной батареи 10...18 В.

Мощность, потребляемая аппаратурой П-330-24-О с учетом питания четырех НУП, не превышает 460 В·А.

Обслуживаемая аппаратура системы передачи П-330-24 предназначена для эксплуатации в условиях изменения температуры окружающей среды от минус 10 до плюс 50 °С при относительной влажности воздуха 98 %, воздействия инея или росы, а также пониженного атмосферного давления до 450 мм рт. ст.

#### **Режимы работы и электрические параметры системы**

Линейный спектр системы передачи П-330-24 при ее работе на ПКЛ/330-24 занимает две полосы частот: нижнюю в спектре 11...119 кГц и верхнюю в спектре 125...233 кГц.

Линейный тракт ПКЛ-296/330-24 – четырехпроводный, однокабельный, двухполосный. Оборудование ЛТ аппаратуры П-330-24-О работает в одном из следующих режимов:

- режим А – передача нижней полосы частот, прием верхней полосы частот;
- режим Б – передача верхней полосы частот, прием нижней полосы;
- режим П-301 – передача и прием нижней полосы частот 12...108 кГц для встречной работы с аппаратурой П-301;
- режим П-302 – передача и прием нижней полосы частот 12...64 кГц для встречной работы с аппаратурой П-302.

В двух последних режимах канал ПСС, а также устройства телеконтроля состояния НУП и ОУП в аппаратуре П-330-24-О в связи с отсутствием подобного оборудования в системах П-301 и П-302 не используются.

На РРЛ и ТРЛ применяется однополосная четырехпроводная система передачи с использованием нижней группы частот 12...108 кГц для обоих направлений передачи.

Для контроля состояния линии в линейный спектр вводятся следующие линейные контрольные частоты (ЛКЧ): 104 и 140 кГц – плоской регулировки (КПЧ); 16 и 228 кГц – наклонной регулировки (КЧН); 64 и 180 кГц – криволинейной регулировки (КЧК) и 32 кГц дополнительной криволинейной регулировки (КЧК1). Эти частоты используются для работы плоско-наклонно-криволинейных АРУ ЛТ, которые функционируют на ОП и ОУП. В СП П-330-24-12 ЛКЧ 64 и 180 кГц используются для плоской регулировки.

В системе передачи предусмотрены, кроме того, дополнительные КЧ НУП на частотах 11...117 кГц в нижней и 127...133 кГц в верхней полосах частот, которые используются для работы плоско-наклонной АРУ ЛТ НУП.

АРУ ЛТ удовлетворяют следующим требованиям:

- пределы регулировки по КЧП  $\pm 5,5$  дБ, по КЧН  $\pm 3,8$  дБ, по КЧК ( $1 \pm 3,8$ ) дБ и по КЧК  $\pm 3$  дБ;
- чувствительность не хуже  $\pm 0,5$  дБ;
- блокировка осуществляется при скачкообразном изменении уровня тока контрольной частоты (КЧ) в сторону увеличения на  $(2,6 \pm 1,3)$  дБ и в сторону понижения на  $(4,3 \pm 1,3)$  дБ.

На НУП в направлении нижней полосы частот по одной КЧ НУП 117 кГц осуществляется плоско-наклонная регулировка, по двум КЧ НУП 11 кГц – плоская регулировка. Пределы плоской регулировки составляют от плюс 5,1 до минус 4,6 дБ, наклонной регулировки  $\pm 1,4$  дБ.

На НУП в направлении верхней полосы частот по одной КЧ НУП 127 кГц осуществляется плоская регулировка, по двум КЧ НУП 233 кГц – плоско-наклонная регулировка. Пределы плоской регулировки составляют 5,3 дБ, наклонной регулировки – 2 дБ.

Для контроля состояния первичных групповых трактов вводится контрольная частота 84,14 кГц, по которой работают групповые АРУ. В аппаратуре П-330-24-О в качестве групповых АРУ используются АРУ первичных групповых трактов (АРУ ПГТ-84,14), которые являются плоскими и управляют усилением усилителей в первичных групповых трактах на ОП, ПВ и ТП.

АРУ ПГТ-84,14 удовлетворяют следующим требованиям:

- пределы регулировки  $\pm 4,3$  дБ;
- чувствительность не хуже  $\pm 0,5$  дБ;
- блокировка осуществляется при скачкообразном изменении уровня тока контрольной частоты (КЧ) в сторону увеличения на  $(2,6 \pm 1,3)$  дБ и в сторону понижения на  $(4,3 \pm 1,3)$  дБ и при появлении модулированного тока КЧ.

Сигналы ПТК и УТК в виде вызывных синхроимпульсов с ОП, ОУП и НУП передаются с нижних и верхних полос частот ЛТ на следующих несущих частотах:

- 115 и 129 кГц – для формирования сигналов запроса на ОУП;
- 131 и 113 кГц – для формирования сигналов ответа с ОУП;

- 125 и 119 кГц – для формирования сигналов ответа с НУП. Синхроимпульсы запроса на НУП формируются путем прерываний КЧ НУП 117 и 127 кГц. Эти прерывания как в нижней, так и в верхней полосах частот следуют парами с периодом повторения около 4 мин.

Сопровождающие нагрузки с линейной стороны аппаратуры П-330-24-О при работе по кабелю П-296 составляют 150 Ом.

Относительные уровни передачи в линию при работе в двухполосном одноканальном режиме следующие:

- в режимах А, Б и П-301: минус 2,2 дБм (минус 8,7 дБн);
- в режимах П-302: минус 0,9 дБм (минус 7,4 дБн).

Уровень передачи токов каждой ЛКЧ равен минус 17 дБм (минус 23,5 дБн), токов каждой КЧ НУП – минус 13 дБм (минус 19,5 дБн).

Относительный уровень передачи в линию по каналу УСС равен минус 9 дБ (при встречной работе с аппаратурой П-301 и П-302 – 0 дБ), в аварийном режиме – не менее 4 дБ. Относительный уровень передачи в линию по каналу ПСС соответствует относительному уровню передачи каналов ТЧ.

Сигналы ПТК передаются с относительным уровнем минус 20 дБм (минус 26,5 дБн), сигналы УТК – минус 13 дБм (минус 19,5 дБн).

Полоса частот в линейном спектре для канала УСС составляет 0,3...2,4 кГц, для канала ПСС – 108,6...111,7 кГц в нижней и 132,3...135,4 кГц в верхней полосах частот. Передача и прием вызывных сигналов по этим каналам осуществляется следующим образом:

- в сторону линии: по каналу УСС – громкоговорящий и тональный по частоте 2100 Гц для ОУП и 1300 Гц для НУП; по каналу ПСС – громкоговорящий и тональный по частоте 2100 Гц;

- со стороны линии: с ОУП – громкоговорящий и тональный; с НУП – громкоговорящий;

- в сторону вынесенного абонента: в двухпроводном режиме – индукторный; в четырехпроводном – тональный на частоте 2100 Гц;

- со стороны вынесенного абонента: в двухпроводном режиме – индукторный и громкоговорящий; в четырехпроводном – громкоговорящий.

Встроенное устройство контроля с входным сопротивлением 600, 150 и 75 Ом обеспечивает измерение уровней сигналов от минус 75 до плюс 5 дБ.

Генераторы измерительных частот (ГИЧ) обеспечивают получение следующих сигналов:

- ГИЧ ТЧ – 0,4; 0,8; 2,1; 3,2 кГц;
- ГИЧ ПРГ – 12, 4; 18,0; 23,3 кГц;
- ГИЧ ПГ – 62; 82; 106 кГц.

### **Основные электрические параметры каналов ТЧ**

Режимы работы, относительные уровни и остаточные затухания канала ТЧ даны в таблице 7.3.

Таблица 7.3 – Основные электрические параметры каналов ТЧ

Наименование режима	Условное обозначение	Относительные уровни, дБ		Остаточное затухание, дБ
		передачи	приема	
Четырехпроводный оконечный	4ПР.ОК	-13	+4	-17
Четырехпроводный транзит	4ПР.ТР1	+4	+4	0
	4ПР.ТР2	+2	+4	-2
Двухпроводный оконечный	2ПР.ОК	0	-7	7
Двухпроводный транзит	2ПР.ТР	-3,5	-3,5	0

Режимы работы каналов УСС и ПСС: 2ПР.ОК, 4ПР.ОК и 4ПР.ТР. Относительные уровни передачи и приема аналогичны уровням канала ТЧ. Режим 4ПР.ТР соответствует режиму канала ТЧ 4ПР.ТР1.

Для улучшения качества обслуживания, а также удобства эксплуатации, кроме указанных в таблице 7.3 основных режимов качала ТЧ, предусмотрены два дополнительных режима: режим подключения переговорно-вызывного устройства (Реж. ПВУ) и режим автоответа (Реж. АОТВ).

Назначение режимов:

- 4ПР.ОК – для закрытой телефонной связи, тонального телеграфа, передачи данных и т. п., а также для транзитных соединений при значительных длинах соединительных линий (СЛ);

- 4ПР.ТР1 и 4ПР.ТР2 – для транзитных соединений каналов соответственно внутри узловых элементов (аппаратных) и при коротких (с затуханием не более 2 дБ) СЛ. В данных режимах в тракт передачи канала соответственно включаются транзитные удлинители с затуханием 17 и 15 дБ;

- 2ПР.ОК – для открытой телефонной связи при отсутствии на телефонном коммутаторе транзитных удлинителей на 3,5 дБ;

- 2ПР.ТР – для временных транзитных соединений открытых телефонных каналов, а также для открытой телефонной связи при наличии на телефонном коммутаторе транзитных удлинителей на 3,5 дБ;

- Реж. ПВУ – для ведения и контроля переговоров по каналу ТЧ, посылки и приема по нему тонального вызова, а также для проведения контрольных измерений путем подключения к каналу встроенных или внешних измерительных приборов;

- Реж. АОТВ – для автоматического контроля исправности канала.

Норма на частотную характеристику остаточного затухания канала ТЧ в диапазоне температур от 5 до 40 °С приведена в таблице 7.4.

Таблица 7.4 – Норма на частотную характеристику остаточного затухания канала ТЧ в диапазоне температур от 5 до 40 °С

Полоса частот, кГц	Простой канал		Составной канал	
	превышение, дБ	снижение, дБ	превышение, дБ	снижение, дБ
0,3...0,4; 3,0...3,4	1,4	0,4	8,7	2,2
0,4...0,6; 2,4...3,0	0,7	0,4	4,3	2,2
0,6...2,4	0,4	0,4	2,2	2,2

Отклонение величины группового времени прохождения от его значения на частоте 1,9 кГц для простого канала не превышает величин, указанных в таблице 7.5.

Таблица 7.5 – Отклонение величины группового времени прохождения от его значения на частоте 1,9 кГц для простого канала

Частота, кГц	0,4	0,5	0,6	0,8	1,0	1,4	1,6	2,2	2,4	2,8	3,0	3,2	3,4
ГВП мс	2,4	1,5	1,1	0,6	0,4	0,15	0,1	0,1	0,15	0,45	0,75	1,35	1,9

Амплитудная характеристика простого канала соответствует значениям, приведенным в таблице 7.6.

Таблица 7.6 – Амплитудная характеристика простого канала

Увеличение уровня на выходе по сравнению с относительным ( $P_{вх}$ ), дБ	Изменение остаточного затухания канала ( $a_r$ ), дБ	
	не более	не менее
3,5	0,4	–
8,7	–	2,6
20	–	8,7

Общий коэффициент искажений в простом канале не превышает 1,5 %, в том числе по третьей гармонике – 1 %.

Средняя взвешенная (психометрическая) мощность шума на выходе каналов в точке с нулевым относительным уровнем ПКЛ-296/330-24 заданной протяженности и структуры не превышает величины

$$P_{шв(0)} = 3L + (n + 1)500 + m300 \text{ (нВтпсоф)},$$

где  $L$  – протяженность линии, км;  
 $n$  – число транзитов по ТЧ;  
 $m$  – число транзитов по ГТ;

При этом учитываются простые каналы ТЧ, предгрупповые и групповые тракты всех систем передачи, участвующих в образовании данного канала.

На практике напряжение шума измеряется на четырехпроводном выходе канала в точке с относительным уровнем плюс 4 дБ. Допустимое взвешенное напряжение шума в этой точке определяется по формуле

$$V_{\text{шв}(+4)} = 3,9 \cdot 10^{-2} \sqrt{P_{\text{шв}(0)[\text{пВт}]}} \text{ (мВ)}.$$

Допустимое невзвешенное (интегральное) напряжение шума в той же точке

$$V_{\text{шн}(+4)} = 1,33 \cdot V_{\text{шв}(+4)} \text{ (мВ)}.$$

Защищенность между направлениями передачи и приема каналов при максимальной дальности связи должна быть не менее 45 дБ. При дальности связи  $L_x$  норма рассчитывается по формуле

$$a_{3Lx} = 45 + 10 \lg \frac{1000}{Lx_{(\text{км})}} \text{ (дБ)}.$$

Защищенность от внятной переходной помехи между каналами ТЧ не менее 65 дБ для простого канала и не менее 52 дБ при полной дальности связи и максимальном числе транзитов.

Тональный вызов в канале передается частотой 2100 Гц. Уровень передачи вызывного сигнала на 6 дБ ниже уровня сигнала.

Входное и выходное сопротивление канала во всех режимах работы 600 Ом.

### Основные параметры широкополосных каналов

Основные электрические параметры каналов ПРШК (ШК-12) и ПШК (ШК-48) приведены в таблице 7.7.

Таблица 7.7 – Основные электрические параметры каналов ПРШК (ШК-12) и ПШК (ШК-48)

Параметры	Широкополосные каналы	
	ПРШК	ПШК
Эффективно передаваемая полоса частот, кГц	123,3...23,4	60,6...107,7
Входное и выходное сопротивление, Ом	600	150
Относительные уровни передачи и приема, дБ	-36/-14 (-24/-24)	-36/-23 (-31/-31) (-5/-39)
Остаточное затухание, дБ	-22 (0)	-13 (0) (34)
Неравномерность АЧХ относительно значения на частотах соответственно 18 и 62 кГц, дБ	±1	±1
Неравномерность ГВЗ, мкс	40 (14...22 кГц)	20 (65...103 кГц)
Напряжение невзвешенного шума, мВ	2	2,2

### 7.2.1 Принцип формирования плана частот

Основная первичная группа в диапазоне 60...108 кГц в аппаратуре П-330-24-О, так же как и в других системах комплекса П-330, формируется из

четырёх трехканальных предгрупп в диапазоне 132...144 кГц. Выбор указанного диапазона частот для предгрупп обусловлен тем, что в качестве канальных фильтров в этом комплексе используются электромеханические фильтры, для работы которых выбранный диапазон частот является наиболее подходящим.

Предгрупповой сигнал в диапазоне 132...144 кГц формируется из индивидуальных сигналов трех каналов ТЧ в индивидуальных модуляторах ИМ на несущих частотах 132, 136 и 140 кГц. Электромеханические канальные фильтры КФ выделяют верхние боковые полосы частот. Это преобразование спектров показано графически на рисунке 7.2.

Первичные группы в диапазоне 60...108 кГц формируются их четырех предгрупп в диапазоне 132...144 кГц с помощью групповых модуляторов ГМ на несущих частотах 240, 228, 216 и 204 кГц. Полосовые фильтры ПФ выделяют боковые полосы частот.

В дальнейшем из двух первичных групп в диапазоне 60...108 кГц формируется основная группа линейного сигнала в диапазоне 12...108 кГц. Это преобразование показано графически на рисунке 7.2.

Первая первичная группа поступает в линейное оборудование без преобразования, а вторая ПГ преобразуется в спектр частот 12...60 кГц с помощью двух групповых модуляторов ПГМ и ПГМ-1 с несущими частотами 444 и 564 кГц соответственно. Рабочие боковые полосы частот выделяются ПФ 504-552 ПЕР и ФНЧ-60. При работе в режиме П-302 задействуется вторая ПГ.

В зависимости от типа линии связи, по которой работает аппаратура П-330-24-О, возможно использование однополосных или двухполосных линейных трактов.

При работе аппаратуры по радиорелейной линии или по однокабельной линии П-296 встречно с аппаратурой старого парка П-301 либо П-302 (см. рисунок 7.2) применяются однополосные линейные тракты. При этом передача линейного сигнала в обоих направлениях (передача и прием) осуществляется при использовании одной и той же группы линейного сигнала 12...108 кГц (12...60 кГц) соответственно, которую в дальнейшем мы будем называть нижней полосой частот (НПЧ). Линейный сигнал в рассматриваемых однополосных режимах проходит через элементы линейного оборудования, которые обеспечивают введение линейных контрольных частот 104, 16 и 64 или 64 и 16 кГц для плоской, наклонной и криволинейной АРУ, выделение низкочастотного канала участковой служебной связи с помощью линейных фильтров К-6 и Д-6 и согласование аппаратуры с кабельной линией с помощью линейного трансформатора ЛТР. Этот трансформатор позволяет также организовать дистанционное питание НУП по искусственной цепи кабеля (система провод – провод).

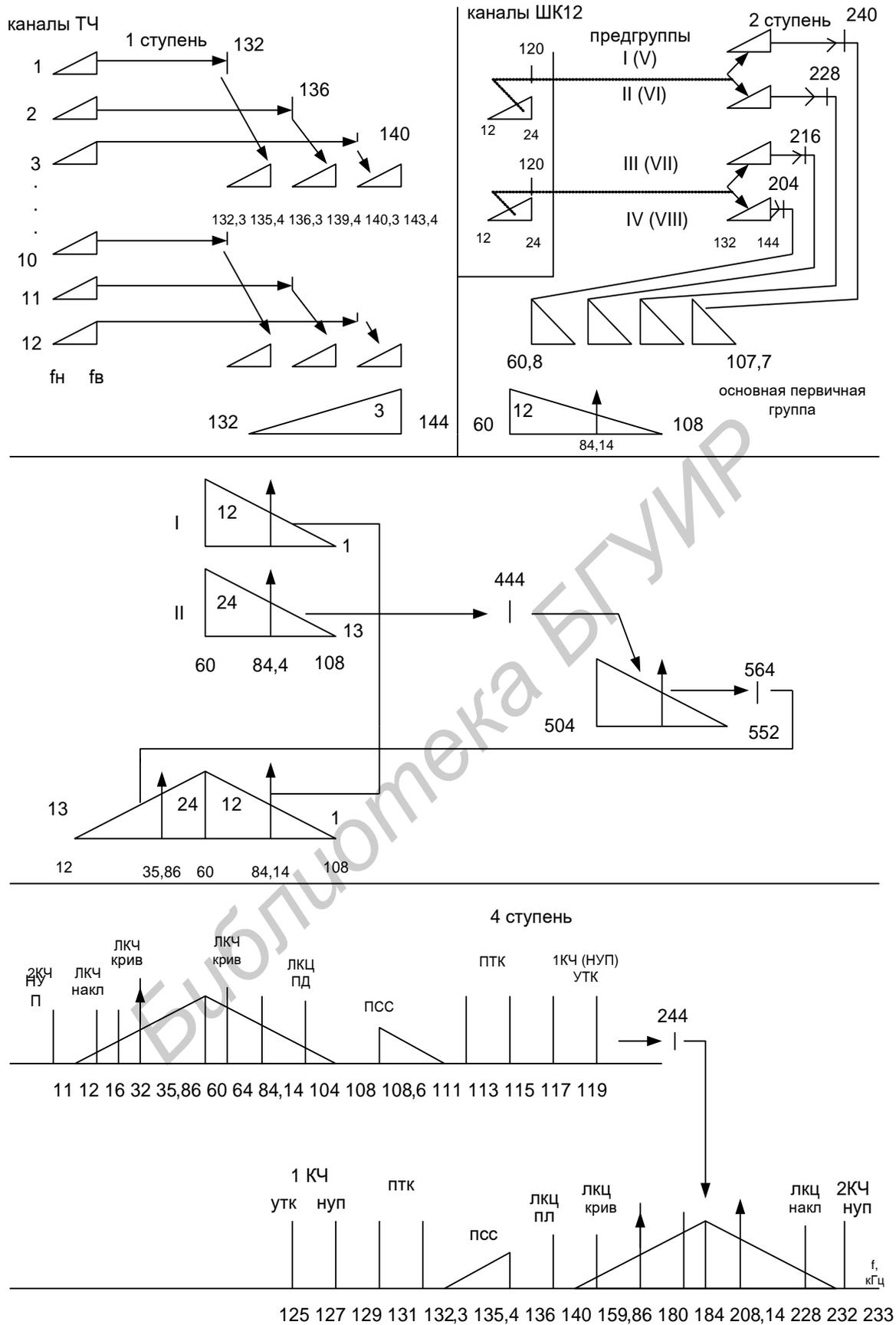


Рисунок 7.2 – План частот системы передачи П-330-24-О (окончание см. на с. 69)

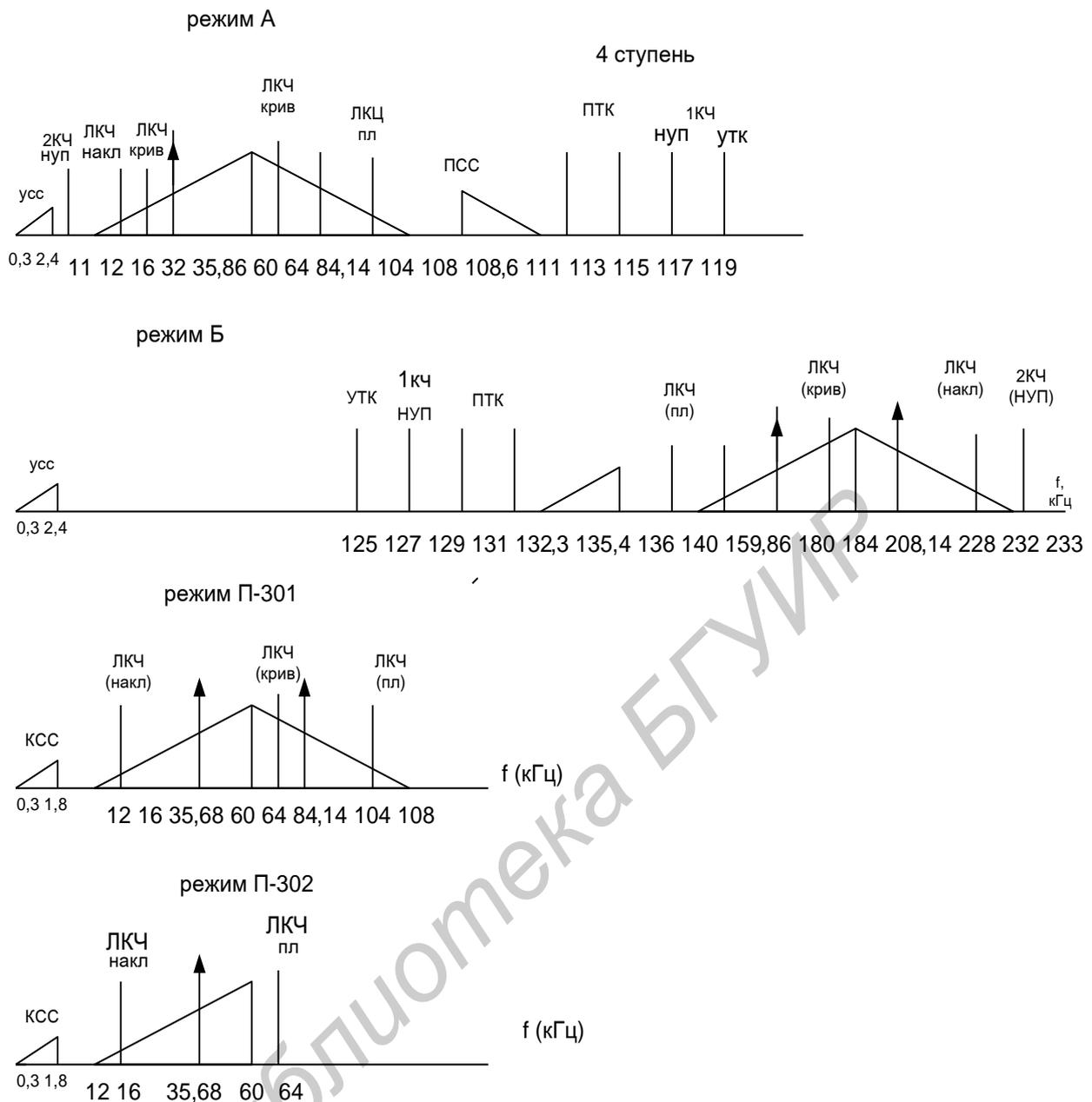


Рисунок 7.2 – Окончание (начало см. на с. 68)

В рассматриваемых однополосных режимах с линии к приемному оборудованию поступает линейный сигнал в нижней полосе частот 12...108 кГц или 12...60 кГц. С помощью линейных фильтров К-6 и Д-6 формируется тракт приема низкочастотного канала участковой служебной связи (УСС). Линейное оборудование тракта приема содержит систему установочных ручных регуляторов усиления для плоской и наклонной регулировок и автоматические регуляторы для плоской, наклонной и криволинейной регулировок. Для управления указанными автоматическими регуляторами используются блоки АРУП, АРУН и АРУК, которые работают в зависимости от уровней линейных контрольных

частот для плоской регулировки 104 (64) кГц, для наклонной регулировки 16 кГц и для криволинейной регулировки 64 кГц.

Откорректированный с помощью рассмотренных выше корректоров основной коррекции линейный сигнал в диапазоне НПЧ поступает в преобразовательное оборудование. Далее линейный сигнал с помощью включенных параллельно ФВЧ-60 и ПГД-1 разделяется на два 12-канальных групповых сигнала, каждый из которых занимает полосу частот, соответствующую ПГ в пределах основной 24-канальной группы. С помощью ПГД-1 и ПГД вторая 12-канальная группа 12...60 кГц преобразуется в сигнал основной ПГ 60...108 кГц. Указанное преобразование осуществляется на тех же несущих частотах, на которых работают ПГМ-1 и ПГМ (564 и 444 кГц) в тракте передачи.

Каждая из основных первичных групп в дальнейшем разделяется с помощью параллельно включенных групповых демодуляторов ГД на предгрупповые сигналы, занимающие диапазон частот 132...144 кГц. Преобразование производится на тех же несущих частотах, на которых работают соответствующие групповые модуляторы ГМ в тракте передачи.

Для восстановления индивидуальных сигналов, передаваемых по каналам ТЧ, каждый из предгрупповых сигналов с помощью включаемых параллельно канальных фильтров подразделяется на три индивидуальных сигнала, занимающих соответствующие номерам каналов полосы частот в диапазоне предгруппы 132...144 кГц, которые преобразуются в индивидуальных демодуляторах ИД. Преобразования осуществляются на тех же индивидуальных несущих частотах, на которых формируются однополосные сигналы в индивидуальных модуляторах ИМ в трактах передачи.

В системе передачи П-330-24 в однокабельном двухполосном режиме работы для передачи 24-канального линейного сигнала в одном направлении используется нижняя полоса частот (НПЧ) 12...108 кГц, которая формируется так же, как при работе аппаратуры в однополосном режиме, рассмотренном выше. Для передачи линейного сигнала в противоположном направлении используют верхнюю полосу частот ВПЧ в диапазоне 184...232 кГц. Таким образом, при работе аппаратуры по кабелю П-296 в рассматриваемом двухполосном режиме одна из оконечных станций П-330-24-О должна быть установлена в такой режим работы, при котором передача линейного сигнала производится в НПЧ, а прием – в ВПЧ, вторая станция должна обеспечить передачу в ВПЧ и прием в НПЧ. Первый режим получил наименование режима работы А, а второй – режим работы Б.

В режиме работы А схема тракта передачи в основном остается такой же, как и в рассмотренном ранее режиме П-301. Отличие состоит лишь в том, что в этом режиме в тракт передачи вводится дополнительно вторая линейная контрольная частота 32 кГц для криволинейной регулировки. Достоинствами системы П-330-24 по сравнению с системой П-301 является дальнейшее усовершенствование оборудования телеконтроля линии, автоматического регулирования и служебной связи. Для их работы в тракт передачи с помощью двух систем вводятся дополнительно к ЛКЧ сигналы ПТК 113 и 115 кГц и сигнал УТК

119 кГц. Нововведением в системе П-330-24 является автоматическая регулировка усиления НУП. Для работы АРУ НУП в тракт передачи вводится специальные ЛКЧ 11 и 117 кГц (2 КЧ НУП и 1 КЧ НУП).

Для усовершенствования служебной связи в системе передачи П-330-24 дополнительно организован канал постанционной служебной связи ПСС, для которого предусмотрен специальный участок спектра линейного сигнала в диапазоне 108,6...11,7 кГц. Этот сигнал также вводится в тракт передачи с помощью указанных дифференциальных систем. План частот линейного сигнала для НПЧ со всеми отмеченными дополнительными сигналами показан в нижней части рисунка 7.2.

В режиме работы Б в тракт передачи включается линейный групповой модулятор (ЛГМ), который преобразует нижнюю полосу частот линейного сигнала (НПЧ) 11...19 кГц в верхнюю полосу частот (ВПЧ) 125...233 кГц, которая также показана на рисунке 7.2. Кроме того, в этом режиме отключается ЛКЧ 32 кГц, поскольку в дополнительной криволинейной регулировке в диапазоне ВПЧ необходимости нет.

В тракте приема режима работы А линейный сигнал в диапазоне ВПЧ проходит через общие корректирующие и регулирующие устройства, после чего преобразуется в сигнал НПЧ. Для этой цели используется линейный групповой демодулятор, работающий на несущей частоте 244 кГц.

В режиме работы Б линейный сигнал в диапазоне НПЧ проходит через те же корректирующие и регулирующие устройства.

В общем тракте, через который независимо от режима работы проходит линейный сигнал в нижней группе спектра НПЧ, осуществляется автоматическая криволинейная регулировка тракта приема усиления. С выхода УС-12-252 выделяются линейные контрольные частоты для автоматической регулировки усиления. Дополнительная криволинейная регулировка на ЛКЧ 32 кГц осуществляется лишь в режиме работы Б. Из общего тракта выделяются дополнительные сигналы для ПСС, УТК и ПТК. В остальном схема тракта приема была рассмотрена выше применительно к режиму работы П-301.

Аппаратура П-330-24-О позволяет формировать предгрупповые первичные групповые тракты, которые можно использовать для транзитов соответствующих групп каналов либо для организации широкополосных каналов, предназначенных для передачи дискретных каналов.

Стандартные предгрупповые тракты организуются в полосе частот основной предгруппы 12...24 кГц. Для этой цели используется каналоформирующее оборудование КФО, включаемое в предгрупповой тракт вместо оборудования трех каналов ТЧ. В КФО происходит преобразование предгрупповых сигналов 12...24 кГц в диапазон 132...144 кГц в тракте передачи и обратное преобразование в тракте приема.

Для получения первичных широкополосных каналов ПШК (ШК-48) и выполнения транзита первичных групповых трактов применяется каналоформирующее и транзитное оборудование (КФТО), которое может подключаться в первичные тракты вместо оборудования 12-канальных групп. В со-

ставе КФТО имеются транзитные фильтры, удлинители и корректоры, работающие в диапазоне основной первичной группы.

В первичных трактах предусмотрена автоматическая регулировка усиления, которая работает в зависимости от уровня групповой контрольной частоты 84,14 кГц, последняя вводится в первичный групповой тракт с помощью дифференциальной системы. В тракте приема эта КЧ выделяется с помощью ДС, включенной на выходе усилителя РУС 60-108, и воздействует на устройство, групповой АРУ, изменяющее усиление этого усилителя. В аппаратуре П-330-24-О предусмотрена возможность подключения параллельно к первичному групповому тракту специальной аппаратуры АЛВ-ПГ для сопряжения со стационарными системами по первичным групповым сигналам. С помощью этой аппаратуры осуществляются также транзиты по первичному групповому тракту.

Для проверки работоспособности оконечной станции предусмотрена возможность включения тракта передачи аппаратуры на тракт приема. Если проверка производится в однополосном режиме, то указанное соединение производится через удлинитель. В случае двухполосного режима используется преобразователь, работающий на несущей частоте 244 кГц.

### 7.2.2 Состав оборудования

В состав каналообразующей аппаратуры оконечной станции П-330-24-О входит следующее основное оборудование:

- индивидуальное;
- групповое;
- линейное;
- генераторное;
- оборудование технического обеспечения (контрольное, измерительное, коммутационное, транзитное и формирования широкополосных каналов служебной связи);
- оборудование электропитания.

Общий перечень оборудования П-330-24-О приведен в таблице 7.8.

Таблица 7.8 – Общий перечень оборудования П-330-24-О.

Наименование	Сокращенное обозначение	Количество, шт.	Габариты (ширина, глубина, высота), м	Масса, кг
1	2	3	4	5
Моноблок дифференциальных систем	ДСВ	1	640×290×180	20,5
Моноблок оборудования первичных групп	ПГ	2	640×290×180	17,5
Моноблок преобразовательного оборудования и щита ВЧ коммутации	ПО-ЩКВЧ	1	640×300×360	40
Моноблок линейного оборудования оконечной аппаратуры	ЛО	1	640×300×540	58

Продолжение таблицы 7.8

1	2	3	4	5
Моноблок оборудования служебной связи оконечной аппаратуры	СС-О	1	640×290×180	18
Моноблок оборудования сигнализации и телеконтроля оконечной аппаратуры	СТК-О	1	640×290×180	14
Моноблок каналоформирующего оборудования предгруппы	КФО ПРГ	1	640×290×180	16
Моноблок каналоформирующего и транзитного оборудования	КФТО	2	640×290×180	19
Моноблок стабилизаторов напряжений	СН	1	640×290×180	24,5
Моноблок устройств питания	ИП	1	640×290×180	38
Моноблок устройств дистанционного питания	ИДП	1	640×290×180	22,5
Моноблок параллельного выделения первичной группы	АПВ-ПГ	1	640×290×640	40
Комплект соединительных кабелей	–	1	–	–

Моноблоки ИДП и ИП (с небольшой модернизацией) используются также в составе комплекса аппаратуры цифровой системы передачи «Импульс» (П-331).

В состав аппаратуры П-330-24-О входит помимо перечисленного оборудования комплект ЗИП-О №1. Масса ЗИП-О №1 не более 25 кг. Аппаратура может поставляться с комплектом ЗИП-О №2, содержащим запасные блоки линейного тракта и генераторного оборудования. Масса ЗИП-О №2 не более 20 кг.

Общая масса аппаратуры П-330-24-О вместе с ЗИП составляет не более 30 кг.

### 7.2.2.1 Назначение и принцип работы индивидуального оборудования

Индивидуальное оборудование аппаратуры размещается в моноблоках ПГ и блоках ДСВ.

Моноблок ПГ предназначен для формирования в тракте передачи основной первичной группы 60,6...107,7 кГц из двенадцати каналов ТЧ и обратного преобразования этой группы в тракте приема. Для формирования предгрупповых трактов имеется возможность в состав первичной группы ввести до двух 3-канальных предгрупп 132,3...143,4 кГц вместо каналов ТЧ. Указанная коммутация может осуществляться перемычками КТЧ-ПРГТ на лицевой плате моноблока.

На входе и выходе каналов ТЧ включены блоки КНЧ, обеспечивающие установку режима работы канала с помощью переключателя. В каждом моноблоке ПГ имеются два блока КНЧ. В одном из них размещены элементы коммутации режимов работы 1–6 каналов ТЧ, а в другом – 7–12 каналов.

Каждый канал может устанавливаться в один из следующих режимов работы:  
- ОК – оконечный;

- ТР1 – транзит 1;
- ТР2 – транзит 2;
- ПВУ – переговорно-вызывное устройство;
- АОТВ – автоответ.

Режим ОК является основным режимом работы канала ТЧ. Он предназначен для включения оконечной аппаратуры. В этом режиме канал имеет четырехпроводные выходы с относительными уровнями минус 13 дБ на передаче и плюс 4 дБ на приеме.

Режимы ТР1 и ТР2 предназначены для транзитного соединения каналов ТЧ разных систем передачи. В этих режимах в тракт передачи для согласования уровней при транзитах по четырехпроводной схеме включаются удлинители на 17 и 15 дБ соответственно. Режим ТР1 используется при коротких соединительных линиях, а режим ТР2 – при соединительных линиях с затуханием до 2 дБ.

Режим ПВУ предназначен для ведения служебных переговоров. В этом режиме в тракте передачи и приема включается четырехпроводное переговорно-вызывное устройство (ПВУ), обеспечивающее ведение переговоров и обмен вызовами как в сторону канала ТЧ, так и в сторону соединительной линии (СЛ).

Режим АОТВ служит для быстрой проверки работоспособности канала ТЧ. В этом режиме к выходу канала подключается приемник тонального вызова (ПТВ), который срабатывает от вызывного сигнала с частотой 2,1 кГц и запускает автоответчик (АОТВ), подключаемый ко входу канала. Автоответчик посылает сигнал с частотой 1,3 кГц с перерывами в 1 Гц. На противоположном конце канала оператор, пославший вызов нажатием кнопки ВЫЗ.СТ блока ПВУ, принимает прерывистый звуковой сигнал на телефонную трубку ПВУ, что свидетельствует об исправности обоих направлений передачи канала ТЧ. Прерывистый сигнал поступает на противоположный конец канала до тех пор, пока на этом конце переключатель режимов работы не будет переведен в любой другой режим.

В блоке КНЧ предусмотрены элементы индикации, выполненные на светодиодах с гравировками ЗАН.ПВУ, ЗАН.АОТВ и ВЫЗ. Светодиоды ЗАН.ПВУ и ЗАН.АОТВ обеспечивают индикацию занятости ПВУ и АОТВ при установке переключателя режимов одного из шести каналов ТЧ в положения ПВУ и АОТВ соответственно, а светодиод ВЫЗ – при срабатывании ПТВ.

Кроме отмеченных выше четырехпроводных режимов возможна установка в любом из каналов ТЧ двухпроводного режима (2ПР). В этом случае в канал ТЧ подключается одна из дифференциальных систем, находящаяся в моноблоке ДСВ. Различают режимы 2ПР.ОК и 2ПР.ТР. Для перевода канала ТЧ в любой из этих режимов необходимо соединить двухпроводными шнурами гнезда ПЕР и ПР в блоке КНЧ с гнездами минус 13 и плюс 4 блока ДСВ соответственно.

Блок ИП-3 моноблока ПГ предназначен для формирования 3-канальной предгруппы 132,3...143,4 кГц. На входе и выходе каждого канала этого блока имеются измерительные сопротивления, к гнездам которых на лицевой плате (здесь и других точках аппаратуры) может подключаться с помощью двухпро-

водного шнура устройство встроенного контроля (УВК). Измерительные сопротивления подобраны таким образом, что УВК показывает 0 дБн, если абсолютный уровень напряжения на указанных гнездах менее относительного на 10 дБ.

На входе тракта передачи каждого канала ТЧ включены ограничители амплитуд (ОГР), которые предохраняют от перегрузки групповые и линейные устройства системы передачи.

Формирование 3-канальной предгруппы 132,3...143,4 кГц в тракте передачи реализуется при помощи индивидуальных модуляторов (ИМ) и канальных электромеханических фильтров (КФ).

В первом канале используется несущая частота 132 кГц, во втором канале – 136 кГц и в третьем канале – 140 кГц. Полосовые канальные фильтры выделяют верхние боковые полосы соответственно 132,3...135,4 кГц в первом канале, 136,3...139,4 кГц – во втором и 140,3...143,4 кГц – в третьем канале и надежно подавляют нижние боковые частоты. Выходы указанных фильтров запараллеливаются, и таким образом на нагрузке фильтров формируется 3-канальная предгруппа в диапазоне частот 132,3...143,4 кГц (границы предгруппы принято округлять до значений 132...144 кГц).

Аналогично формируются предгруппы в 4–6, 7–9 и 9–12 каналах. Индивидуальные модуляторы выполнены по активной кольцевой схеме.

Параллельная работа канальных фильтров КФ1, КФ2 и КФ3 обеспечивается с помощью развязывающих резисторов и низкоомного входного сопротивления группового модулятора (ГМ) в блоке ПГП. Такой способ устранения взаимного шунтирования, параллельно включенных фильтров индивидуальных преобразователей частот, применяется и в других местах аппаратуры как в тракте передачи, так и в тракте приема.

В тракте приема блока ИП-3 полоса частот 132...144 кГц канальными фильтрами КФ, аналогичными фильтрам в тракте передачи, разделяются на полосы частот 132,3...135,4; 136,3...139,4 и 140,3...143,4 кГц. Каждая из этих полос после усиления усилителями канала УСК преобразуется в диапазоны тональных частот 0,3...3,4 кГц с помощью индивидуальных демодуляторов (ИД), работающих на таких же несущих частотах, что и модуляторы в тракте передачи. Фильтры нижних частот (ФНЧ) подавляет побочные продукты преобразования. С помощью регулятора усиления (РУ) операционного усилителя канала, который выведен под шлиц на лицевую плату блока, обеспечивается установка номинального относительного уровня на выходе тракта приема канала ТЧ плюс 4 дБ. Общие пределы регулирования составляют не менее 9 дБ.

Индивидуальный демодулятор (ИД) представляет собой активный кольцевой преобразователь частоты на одной микросхеме. Он обеспечивает требуемую на выходе канала ТЧ мощность сигнала без обычного, как это было в аппаратуре предыдущих выпусков, усилителя низкой частоты (УНЧ). Демодулятор содержит устройство корректирования частотной характеристики остаточного затухания канала ТЧ.

Блок ППП предназначен для преобразования спектра частот 3-канальных предгрупп 132...144 кГц в спектр первичной двенадцатиканальной группы 60...108 кГц на передаче и для обратного преобразования в тракте приема.

В тракте передачи это преобразование осуществляется с помощью групповых модуляторов (ГМ), выполненных по активной кольцевой схеме и работающих на несущих частотах 240, 228, 216 и 104 кГц.

Двухкаскадный усилитель УС 60-108 обеспечивает необходимый относительный уровень 12-канального сигнала.

Фильтр ФНЧ подавляет ненужные продукты преобразования групповых модуляторов ГМ.

Трансформатор (ТР) обеспечивает переход на уравновешенный выход тракта передачи блока ППП, а удлинитель УД улучшает согласование этого блока с нагрузкой.

На входе тракта приема блока ППП включен полосовой фильтр ПФ-60-108, ограничивающий спектр частот, поступающих на групповые демодуляторы (ГД), которые преобразуют первичную группу 60...108 кГц в 3-канальные предгруппы 132,3...143,4 кГц на тех же несущих частотах, что и в тракте передачи.

Сигналы 3-канальных предгрупп усиливаются с помощью УС 132-144 и поступают на каналные фильтры КФ блоков ИП-3.

Блок ВВОД ПРГТ предназначен для подключения каналформирующего оборудования основной предгруппы 12...24 кГц (КФО ПРГ) к входу ГМ блока ППП в тракте передачи и к выходу УС 132-144 в тракте приема. Эта коммутация производится четырехконтактными переключками ВЫХ-КФО и ВХ-КФО на лицевой плате блока ВВОД ПРГТ и четырехконтактными переключками КТЧ-ПРГТ на лицевой плате блока ППП. Таким образом, обеспечивается подключение первого комплекта КФО ПРГ к I либо II предгруппе и второго комплекта КФО ПРГ к III либо IV предгруппе. Соответствующие блоки ИП-3 в этом случае отключаются.

### **7.2.2.2 Назначение и принцип работы группового оборудования**

Групповое оборудование предназначено для формирования основной группы линейного сигнала в диапазоне 12...108 кГц из двух первичных групп (ПГ) 60...108 кГц в тракте передачи и обратного преобразования в тракте приема.

Сигналы первой первичной группы через ФНЧ-120 и усилитель УС 60-108 поступают в оборудование линейного тракта без преобразования.

Групповое оборудование размещено в двухрядном моноблоке с общей гравировкой ПО-ЩКВЧ (преобразовательное оборудование и щит высокочастотной коммутации).

В тракте передачи сигнал первичных групп 60...108 кГц, поступивших с моноблоков ПГ с относительными уровнями минус 42 дБн (минус 36 дБм), с

помощью дифференциальной системы (ДСКЧ), объединяется с сигналом групповой контрольной частоты (ГКЧ) 84,14 кГц.

ДСКЧ предотвращает взаимное шунтирование двух источников сигнала: сигнала ПГ и сигнала групповой КЧ 84,14 кГц (ГКЧ). Сигналы ГКЧ подаются на вход каждой ПГ с уровнем на 25,2 дБ ниже номинального относительного уровня сигнала.

Ток ГКЧ проходит через устройство прерывания передачи (УП ПЕР), назначение которого будет рассмотрено ниже. Уровень тока ГКЧ регулируется при проведении ежемесячного технического обслуживания (ЕТО) потенциометрами УР КЧ 84,14 в блоках ПО ПЕР и ППГ ПЕР и может контролироваться встроенным прибором. Потенциометры выведены под шлиц на лицевые панели указанных блоков.

Сигналы первичных групп могут подаваться на вход ПО не только с моноблоков ПГ, но и с моноблоков КФТО (каналоформирующее и транзитное оборудование) или СЛ через устройство коммутации КОММ ПТ и установки режимов РЕЖ ПТ.

В этом случае собственное индивидуальное оборудование двенадцати каналов ТЧ отключается с помощью четырехконтактных переключателей ПГ-ПШК-ТР на лицевой плате ПО. Первичный же групповой тракт используется для передачи по первичному широкополосному каналу (ПШК) сигналов, поступающих от оконечных устройств, например от аппаратуры передачи данных, либо из другой системы передачи при транзите по первичным групповым трактам. Собственный сигнал ГКЧ в положении переключателя ТР отключается, т. к. сигнал частоты ГКЧ 84,14 кГц передается в составе транзитной группы с оконечной станции. Фильтры нижних частот ФНЧ-125 подавляют высокочастотные составляющие, расположенные выше полосы частот ПГ с целью недопущения перегрузки групповых усилителей.

Первая ПГ поступает в линейное оборудование без преобразования, а вторая ПГ преобразуется в спектр частот 12...60 кГц с помощью двух групповых модуляторов ПГМ и ПГМ-1 с несущими частотами 444 и 664 кГц соответственно. Рабочие боковые полосы частот выделяются соответственно фильтрами ПФ 504-552 ПЕР и ФНЧ-60. При работе в режиме П-302 задействуется вторая ПГ. Фильтры предназначены, кроме того, для подавления нерабочей боковой полосы частот, остатков несущих и других побочных продуктов преобразования.

Обе группы каналов поступают в ДС, которая предотвращает взаимное шунтирование выходных сопротивлений усилителей УС 60-108 и ФНЧ-60. Суммарный сигнал в спектре основной группы линейного сигнала 12...108 кГц через четырехконтактную переключку ПО-ЛО поступает в моноблок линейного оборудования (ЛО). Вспомогательный усилитель УС 60-108 обеспечивает относительный уровень передачи группового сигнала минус 36 дБм (минус 42 дБн) на выходе ПО и поддержание шумовой защищенности в требуемых нормах.

При приеме разделение двух первичных трактов на входе преобразовательного оборудования осуществляется с помощью устройства развязки (УР), содержащего дифференциальную систему и удлинителя.

На входе первого первичного тракта приема (60...108 кГц) установлен фильтр ФВЧ-60, предотвращающий перегрузку токами второго первичного тракта.

Регулируемый усилитель РУС 60-108 компенсирует затухание и обеспечивает постоянство уровня на выходе тракта приема в процессе эксплуатации. Для этого в цепь обратной связи РУС 60-108 включен автоматический частотно-независимый (плоский) регулятор АРП, который управляется системой АРУ по контрольной частоте 84,14 кГц, поддерживая постоянство уровня на выходе усилителя. В качестве управляемого элемента в АРП используется терморезистор косвенного подогрева типа СТЗ-33. При отклонении уровня ГКЧ в сторону увеличения более чем на 0,5 дБ от номинального значения изменяется ток подогрева и, как следствие, изменяется усиление РУС 60-108, так чтобы компенсировать отклонение уровня. Пределы регулирования составляют минус 3,8 дБ. АРУ к тракту подключается через дифференциальную систему ДС-1.

Во втором первичном тракте производятся две ступени преобразования с помощью групповых демодуляторов ПГД-1 и ПГД на несущих частотах 564 и 444 кГц соответственно.

Используемые боковые полосы частот выделяются фильтрами ПФ 504-552 ПР и ПФ 60-115. Регулируемый усилитель РУС 60-108 и устройства АРУ второго первичного тракта ни чем не отличаются от аналогичных устройств первого первичного тракта.

На выходе каждого первичного тракта приема в режимах ПГ и ПШК включается режекторный фильтр РФ-84,14 ПР с целью предотвращения проникновения ГКЧ-84,14 в тракт передачи другой системы передачи при транзитах каналов и трактов. В режиме транзита по первичному тракту (перемычки в режиме ТР) фильтр заменяется эквивалентным по затуханию удлинителем (3,9 дБ), но пропускающим КЧ (84,14 кГц).

По сигналам контрольных частот, кроме АРУ в первичных трактах, осуществляется также контроль состояния этих трактов.

При скачкообразном повышении уровня ГКЧ более чем на плюс 2,6 дБ или понижении на минус 4,3 дБ (с допуском  $\pm 1,3$  дБ) система АРУ блокируется.

Кроме того, при пропадании тока ГКЧ (снижении уровня более чем на 17,4 дБ) в тракт приема вводится новая ГКЧ 84,14 от местного генераторного оборудования через устройство прерывания приема (УП ПР) и дифференциальную систему ДС-2. Ток этой ГКЧ модулируется частотой порядка 0,75 Гц. В режиме транзита по первичным групповым трактам прерывистая ГКЧ, принимаемая всеми последующими пунктами транзита и оконечной станцией, сигнализирует о пропадании ГКЧ 84,14 в прямом направлении от передающей оконечной станции.

Если данная станция является оконечной, то система АРУ 84,14 модулирует ток ГКЧ обратного направления (в тракте передачи) частотой порядка 0,38 Гц

через УП ПЕР. Прерываемый ток ГКЧ обратного направления сигнализирует на все пункты транзита и оконечную станцию, что в прямом направлении пропала ГКЧ.

При появлении на входе АРУ 84,14 прерывистой ГКЧ с частотой модуляции порядка 0,76 Гц происходит следующее:

- фиксируется величина тока подогрева терморезистора (система блокируется);

- подаются аварийные сигналы о пропадании ГКЧ в прямом направлении на местную и обобщенную системы сигнализации;

- подается сигнал 0,38 Гц на УП ПЕР для модуляции ГКЧ обратного направления (если станция является оконечной) или выдается сигнал 0,76 Гц, модулирующий ГКЧ прямого направления, передаваемого через УП ПР (если станция является транзитной).

При появлении на входе АРУ 84,14 прерывистой ГКЧ с частотой модуляции порядка 0,38 Гц система АРУ блокируется, подаются сигналы о пропадании ГКЧ в обратном направлении, но новая ГКЧ 84,14 в тракт приема не вводится и сигнал 0,38 Гц на УП ПЕР не подается.

Время распознавания пропадания групповой контрольной частоты при появлении модулированного тока ГКЧ частотой 0,38 Гц или 0,76 Гц составляет не более 5 с.

Ручная регулировка усиления РУС 60-108 производится по показаниям индикаторного прибора (ИП) путем нажатия кнопок «+» и «-» на лицевой плате ПО.

Сигнал первичной группы с выхода ДС-2 через гнезда коммутации тракта приема попадает либо на индивидуальное оборудование (в моноблок ПГ, если переключатель установлена в положение ПГ, либо на вход моноблока КФТО, если переключатель находится в одном из двух положений ПШК или ТР.

### **7.2.2.3 Принцип работы линейного оборудования**

Линейное оборудование предназначено для формирования линейного 24-канального сигнала в нижней полосе частот (НПЧ), либо в верхней полосе частот (ВПЧ) в тракте передачи и обратного преобразования этих сигналов в тракте приема; для согласования выходного сопротивления аппаратуры с входным сопротивлением кабеля; для компенсации амплитудно-частотных искажений (АЧИ), вносимых прилегающим к оконечной станции усилительным участком, а также АЧИ, накапливающимися на линии; для защиты аппаратуры от наведенных ЭДС и воздействия ЭМИ.

Линейное оборудование размещено в трехрядном моноблоке под общей гравировкой ЛО.

С помощью линейного оборудования могут быть установлены следующие режимы работы оконечной станции:

- режим А – двухполосная работа по кабелю П-296: передача НПЧ 11...119 кГц, прием ВПЧ 125...233 кГц;

- режим Б – двухполосная работа по кабелю П-296: передача ВПЧ 125...233 кГц, прием НПЧ 11...119 кГц;

- режим П-301 – однополосная работа в спектре 12...108 кГц по кабелю П-296 для встречной работы с системой передачи П-301;

- режим П-302 – однополосная работа в спектре частот 12...64 кГц по кабелю П-296 для встречной работы с системой передачи П-302.

Во всех указанных режимах в обоих направлениях передаются сигналы канала участковой служебной связи (УСС) в диапазоне частот 0,3...2,4 кГц.

На входе тракта передачи установлены режекторные фильтры РФ 16, 32, 64 и 104 кГц с целью защиты линейных контрольных частот (ЛКЧ) от остатков несущих, совпадающих с ЛКЧ. Совместно с аналогичными фильтрами в тракте приема обеспечивается защищенность линейных КЧ при транзитных соединениях.

Усилитель УС 12-252 является унифицированным, его полоса шире требуемой. Он обеспечивает усиление сигнала на 19 дБ с требуемой защищенностью.

Сигналы ЛКЧ (16, 32, 64, 104 кГц), контрольных частот НУП (11 и 117 кГц), ПСС (108,6...111,7 кГц), ПТК (113,115 кГц), УТК (119 кГц) вводятся в тракт передачи с помощью дифференциальных систем ДС-1 и ДС-2.

С помощью ручных регуляторов РЕГ УР, выведенных «под шлиц» и закрытых крышкой, осуществляется регулировка уровней КЧ на выходе тракта передачи при проведении ТО.

Предусмотрена возможность выключения любой КЧ путем установки переключки в положение ВЫКЛ в соответствующие гнезда П, Н, 64, К I.

В режимах Б, П-301 и П-302 отключается сигнал КЧ 32 кГц (однако в режиме Б при проверке работоспособности аппаратуры цепь КЧ 32 кГц в тракте передачи сохраняется).

В режиме Б в тракт передачи включается линейный групповой модулятор (ЛГМ) и полосовой фильтр (ПФ) 125-232 ПЕР, выделяющий полезную нижнюю боковую полосу после преобразования полосы частот 11...119 кГц с помощью несущей частоты 244 кГц.

В остальных режимах вместо ЛГМ и ПФ 125-232 ПЕР включается эквивалентный по затуханию удлинитель в 7 дБ.

УС ПЕР с коэффициентом усиления 36 дБ обеспечивает уровень минус 1,6 дБ на выходе тракта передачи.

Искусственная линия ИЛ ПЕР, состоящая из высокочастотной и низкочастотной частей, предназначена для использования на участках укороченной длины при работе с НУП, пределы регулировки которого ограничены (на НУП предусмотрена установка на длину участка от 8,5 до 11,5 км через 0,5 км).

Предусмотренные в ИЛ ПЕР градации в зависимости от длины прилегающего участка (менее 2,5; 3–5,5; 6–8; более 8 км) (затухание искусственной линии, вносимое при этом в тракт передачи, эквивалентно затуханию линии длиной 9, 6, 3 и 0 км соответственно) обеспечивают нормальную работу на участке

любой длины. Для установки регуляторов НУП в положения, соответствующие суммарному затуханию ИЛ ПЕР и участка (таблица 7.9).

Таблица 7.9 – Положение регуляторов НУП, соответствующие суммарному затуханию ИЛ ПЕР и участка

Длина участка, км	Затухание ИЛ ПЕР, км	Положение регулятора ИЛ ПЕР, км	Положение регулятора НУП, км	Длина участка, км	Затухание ИЛ ПЕР, км	Положение регулятора ИЛ ПЕР, км	Положение регулятора НУП, км
0	9	≤ 2,5	9	4,5	6	3–5,5	10,5
0,5	9	≤ 2,5	9,5	5	6	3–5,5	11
1	9	≤ 2,5	10	5,5	6	3–5,5	11,5
1,5	9	≤ 2,5	10,5	6	3	6–8	9
2	9	≤ 2,5	11	6,5	3	6–8	9,5
2,5	9	≤ 2,5	11,5	7	3	6–8	10
3	6	3–3,5	9	7,5	3	6–8	10,5
3,5	6	3–3,5	9,5	8	3	6–8	11
4	6	3–3,5	10	8,5–11,5	0	8,5	8,5–11,5

На выходе тракта передачи включены линейные фильтры ФВЧ-6 и ФНЧ-6, разделяющие полосы частот линейного сигнала и сигнала канала участковой служебной связи.

Согласование входного сопротивления линии с выходом канала УСС в диапазоне 0,3...2,4 кГц осуществляется трансформатором, включенным на выходе ФНЧ-6, а согласование в диапазоне частот 11...233 кГц осуществляется при помощи выходной катушки индуктивности ФВЧ-6, включенной последовательно с выходной обмоткой низкочастотного трансформатора фильтра ФНЧ-6.

Линейные фильтры на входе тракта приема выполнены идентично.

Дистанционное питание НУП подается в средние точки выходных обмоток НЧ трансформаторов.

Гнезда ПРОВ и РАБ позволяют включать тракт передачи в кабель или соединить его с трактом приема при проверке работоспособности аппаратуры в любом режиме работы.

Корректирующие устройства тракта приема компенсируют затухание прилегающего участка кабельной линии П-296 длиной от 0 до 11 км в диапазоне частот 11...233 кГц и от 0 до 15 км в диапазоне 12...64 кГц.

Установленные на входе тракта приема регуляторы усиления (РУ) и регуляторы наклона (РН) обеспечивают ступенчатое регулирование от 1 до 10 км через 1 км. Пределы регулирования РУ составляют 42,5 дБ степенями по 4,3 дБ, а РН – 26,5 дБ степенями по 2,6 дБ в диапазоне частот 11...233 кГц.

При длине участка более 10 км используются РУ в положениях «0», «+0,5», «+1» км, линейные корректоры (КЛ) – «0», «+1», «+2», «+3» км, а также РН – «0», «+0,5» км.

Дополнительные регуляторы усиления и наклона РУ-Д и РН-Д обеспечивают точность регулировок до 0,5 км линии путем переключения перемычек в

положения «0», «+0,5» км. В положении перемычки «+0,5» км усиление тракта увеличивается на 2,2 дБ, а наклон – на 1,2 дБ в диапазоне частот 11...233 кГц.

Дополнительный корректор КЛ-П-302 используется при длине участка более 12,5 км и компенсирует затухание линии длиной 3 км. Усиление тракта при этом возрастает на 5,8 дБ, а наклон на 1,9 дБ в диапазоне частот 12...64 кГц.

АРУ приемного тракта обеспечивает компенсацию амплитудно-частотных искажений линии в процессе эксплуатации (температурные изменения от минус 40 до плюс 50 °С, «дрейф» характеристики и т. д.) отдельно от плоской, наклонной и криволинейной составляющих.

АРУ оконечной станции компенсирует не только искажения на прилегающем участке, но и искажения, накапливаемые на линии вследствие недокомпенсации на НУП и ОУП.

Как видно из структурной схемы линейного оборудования, сигналы контрольных частот поступают в приемники системы АРУ в нижней полосе частот в любом режиме работы данной оконечной станции. Таким образом, система АРУ работает по контрольным частотам 16 кГц (АРУН), 32 кГц (АРУК-1), 64 кГц (АРУ-64) и 104 кГц (АРУП). В верхней полосе частотам 16, 64 и 104 кГц соответствуют частоты 228, 180 и 140 кГц.

Плоский регулятор АРП включен в цепь обратной связи регулируемого усилителя РУС-1 и имеет пределы регулирования  $\pm 5,5$  дБ. Плоская АРУ работает по ЛКЧ 104 кГц в режимах А, Б и П-301, либо по ЛКЧ 64 кГц в режиме П-302.

Если затухание (усиление) превышает указанные пределы, срабатывает сигнализация исчерпания пределов регулирования УСИПР.

Автоматический корректор наклона (АКН-В в режиме А и АКН-Н в режимах Б, П-301 и П-302) управляется АРУН. Пределы регулирования АКН-В и АКН-Н составляют не менее плюс 3,8 дБ в диапазоне частот 125...233 кГц и 11...119 кГц соответственно. В НПЧ работает АКН-Н по ЛКЧ 16 кГц, в ВПЧ – АКН-В на ЛКЧ 228 кГц.

Автоматический корректор кривизны (АКК), управляемый АРУ-64 на частоте 64 кГц, имеет пределы регулирования  $\pm 3$  дБ. В режиме П-302 взамен терморезистора подключается резистор R и характеристика затухания АКК становится частотонезависимой, а цепь управления от АРУ-64 переключается с АКК на АРП.

Автоматический корректор кривизны АКК-1, включенный в цепь обратной связи регулируемого усилителя РУС-2 и используемый только в режиме Б, управляется АРУК-1. Он имеет пределы регулирования  $\pm 3,8$  дБ на контрольной частоте 32 кГц.

В режимах А, П-301 и П-302 КЧ 32 кГц отсутствует, а в режиме П-302 отсутствует КЧ 104 кГц. Для предотвращения ложной сигнализации об отсутствии (пропадании) соответствующих КЧ на структурной схеме показаны цепи блокировки сигнализации (подается плюс 15 В через резисторы R).

Для компенсации амплитудно-частотных искажений, накапливающихся на линии, служат магистральный корректор (МК) и локальный корректор (ЛК-Н).

Локальный корректор компенсирует искажения случайного характера в узких частотных интервалах линейного спектра. На передней панели блока ЛК-Н указаны частоты, вблизи которых осуществляется корректировка затухания (12, 23, 45, 82, 112 кГц). Пределы компенсации составляют  $\pm 2$  дБ. В режиме А в тракте приема производится преобразования верхней полосы частот в нижнюю полосу с помощью демодулятора ЛГД, на который подается несущая частота 244 кГц. Фильтр ПФ 125-232 на входе ЛГД служит для подавления помех от сигналов нижней полосы частот.

В режимах Б, П-301 и П-302 вместо ЛГД и фильтра в тракт включается эквивалентный по затуханию удлинитель.

Фильтр ФНЧ-120, включенный на выходе ЛГД, защищает тракт приема от ненужных продуктов преобразования, а при приеме нижней полосы частот выполняет роль фильтра («крыши»).

Сигналы канала ПСС, УТК и ПТК, как и в тракте передачи, вводятся с помощью дифсистем ДС-1 и ДС-2.

Режекторные фильтры (РФ) не допускают прохождение сигналов линейных контрольных частот на выход тракта приема.

Трансформаторы (ТР), включенные на входе и выходе усилителя УС 12-252, обеспечивают переход от неуравновешенной относительно «земли» схемы усилителя к уравновешенным выходам РФ и первичного тракта.

Усилители в приемном тракте обеспечивают необходимое усиление сигнала и требуемую помехозащищенность.

#### **7.2.2.4 Система АРУ линейного тракта**

Система АРУ линейного тракта предназначена для поддержания постоянства диаграммы уровней в тракте приема линейного оборудования. Эта система компенсирует амплитудно-частотные искажения (АЧИ), обусловленные воздействием температуры окружающей среды на кабель, временным дрейфом АЧХ кабеля, технологическими допусками на электрические параметры кабеля и погрешностью работы АРУ НУП. Структурная схема системы АРУ линейного тракта П-330-24-О представлена на рисунке 7.3. На этой схеме выделены те элементы тракта приема линейного оборудования, которые принимают непосредственное участие в работе системы АРУ по линейным контрольным частотам (ЛКЧ).

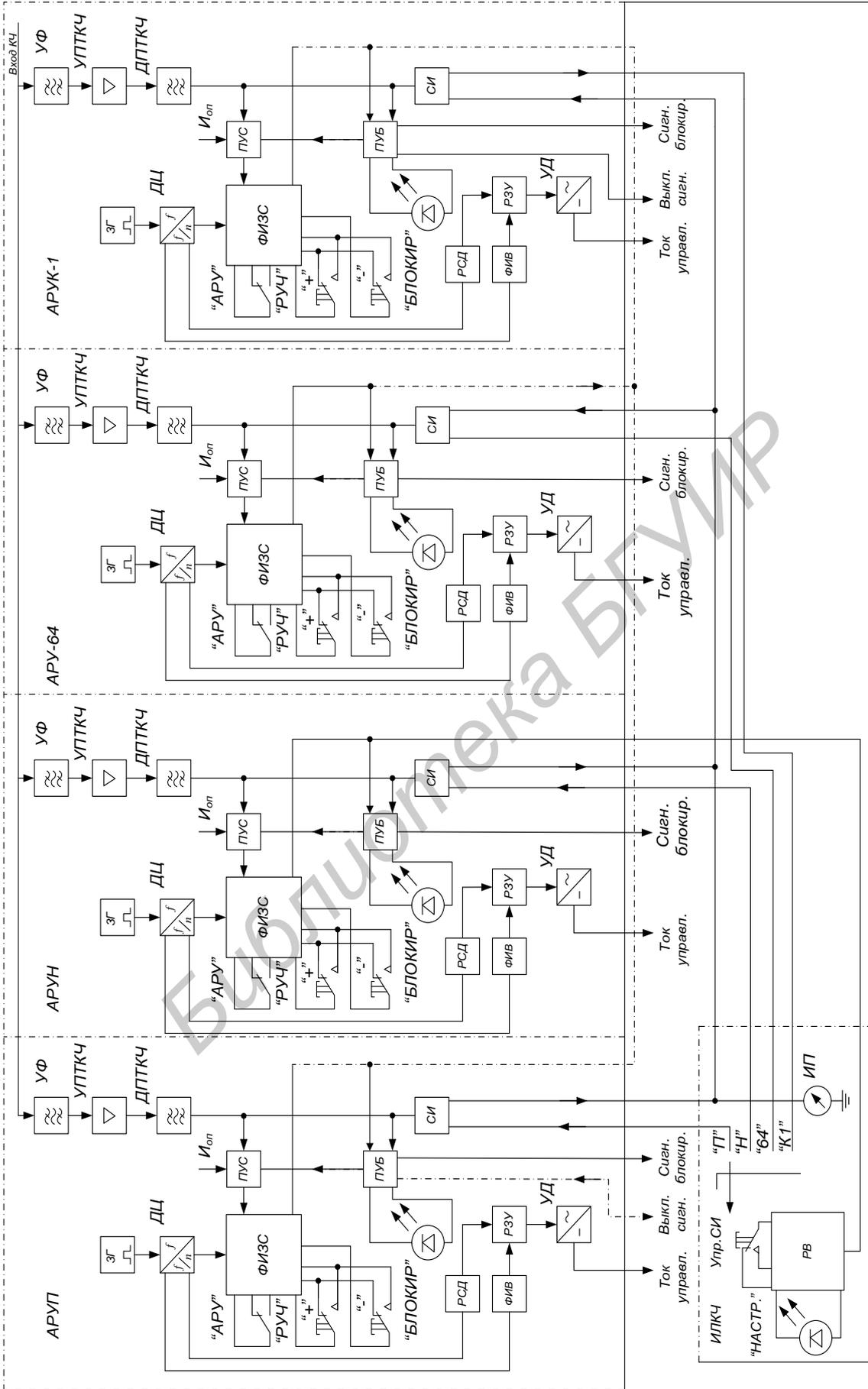


Рисунок 7.3 – Структурная схема системы АРУ линейного тракта П-330-24-О

Рассмотрим работу этой системы в режиме Б. В этом режиме работают все четыре блока АРУ. Корректирование линейного тракта в этом режиме осуществляется автоматическими регуляторами АРП. АКН-Н, АКК-1 и АКК, работающими в диапазоне частот нижней полосы 11...119 кГц. Регуляторы АКН-1 и АКК включены в тракт приема ЛО непосредственно, а АРП и АКК-1 – в цепь обратной связи усилителей РУС-1 и РУС-2.

Управление работой всех этих регуляторов осуществляется устройствами АРУ, размещенными в блоках АРУП, АРУН, АРУК-1 и АРУ-64. Принцип работы всех автоматических регуляторов одинаков и поэтому рассмотрим работу только оборудования плоской АРУ, размещенного в блоке АРУП.

Оборудование АРУП выполняет следующие функции:

- при отклонении уровня тока контрольной частоты плоской регулировки (КЧП) 104 кГц более чем на  $\pm 0,6$  дБ от номинального значения ( $U_{оп}$ ) включается в работу регулятор плоской регулировки АРП, находящийся в блоке КЛТ-1, т. е. чувствительность АРУ равна  $\pm 0,6$  дБ;

- при скачкообразном изменении уровня тока КЧП более чем на плюс 2,6 и 4,3 дБ происходит блокировка всех видов АРУ, выдается сигнал блокировки на устройство обобщенной сигнализации (светодиод БЛОКИР);

- формируется сигнал постоянного тока, пропорциональный уровню тока КЧП на выходе линейного усилителя УС 12-252, используемый в блоках АРУН, АРУК-1 и АРУ-64 в качестве опорного сигнала;

- выдается сигнал постоянного тока на блок ИЛКЧ, пропорциональный уровню тока КЧП;

- обеспечивается автоматизированный режим настройки линейного оборудования после кратковременного нажатия кнопки НАСТР на блоке ИЛКЧ, при котором снимается блокировка, а скорость регулирования увеличивается в 64 раза;

- при появлении на входе блока АРУП шумов с уровнем, равным номинальному относительному уровню тока КЧП, это устройство блокирует всю систему АРУ ЛТ;

- обеспечивается выдача сигнала исчерпания пределов регулирования (светодиоды ПРЕД АРУ).

При работе аппаратуры в режимах А, П-301 в тракт включается регулятор наклона АКН-В (верхней полосы частот), который управляется блоком АРУН. Регулятор кривизны АКК-1 в режиме А становится частото-независимым. В этом случае блок АРУК-1 находится в заблокированном состоянии. Таким образом, в режимах А и П-301 работают три блока АРУ: АРУП, АРУН и АРУ-64.

При работе аппаратуры в режиме П-302 работают два блока: АРУ-64 и АРУН.

Регулятором АРП управляет блок АРУ-64.

Регуляторы АКК, АКК-1 устанавливаются в плоское положение. Блоки АРУП и АРУК-1 в этом случае находятся в заблокированном состоянии.

Регулятор АРП снабжен устройством сигнализации об исчерпании пределов регулирования.

Регулятор АРП снабжен устройством сигнализации об исчерпании пределов регулирования.

Коммутация режимов работы системы АРУ осуществляется переключателями, находящимися в блоках ПР-1, ПР-2 и КЛТ-2.

Рассмотрим работу АРУП по функциональной схеме АРУП аппаратуры П-330-24-О (рисунок 7.4).

Ток КЧП 104 кГц с выхода УС 12-252 выделяется узкополосным фильтром (ПФ-104), усиливается усилителем приемника тока контрольной частоты (УС КЧ), выпрямляется детектором приемника тока контрольной частоты (ДКЧ) и поступает на пороговое устройство сравнения (ПУС), пороговое устройство блокировки (ПУБ) и схему измерения (СИ) блока АРУП. Кроме того, выпрямленное напряжение (порядка 1 В) подается и на блоки АРУН, АРУК и АРУ-64 в качестве опорного напряжения.

Пороговое устройство сравнения сравнивает выпрямленное напряжение тока КЧП с опорным напряжением, которое в блоке АРУП поступает от внутреннего источника, т. е. формируется сигнал ошибки. Если уровень тока КЧП изменился более чем на 0,6 дБ от номинального значения, то ПУС выдает сигнал, включающий в работу формирователь импульсов записи и списывания (ФИЗС), который в свою очередь управляет работой регулирующего запоминающего устройства (РЗУ).

Формирователь импульсов записи и списывания, управляемый с ПУС, в зависимости от знака ошибки передает на РЗУ импульсы положительной или отрицательной полярности, которые записываются в памяти РЗУ нарастающим числом. Алгоритм работы ФИЗС задается делителем частоты (ДЧ), который управляется задающим генератором (ЗГ).

РЗУ является регулятором АРУ ЛТ интегрального типа с памятью, обеспечивающей при пропадании КЧП неограниченно долгое удержание величины усиления в одном и том же значении. Это устройство служит для управления регулирующим элементом, в качестве которого используется терморезистор косвенного подогрева.

При изменении тока подогрева терморезистора изменяется его сопротивление, вследствие чего изменяется затухание АРП, включенного в цепь отрицательной обратной связи усилителя РУС-1, и усиление этого усилителя, вследствие чего восстанавливается номинальное значение тока плоской КЧ.

РЗУ выполнено на четырех трансфлюксорах, поскольку один трансфлюксор обладает примерно 80 устойчивыми состояниями, что недостаточно для работы АРУ. Подключение того или иного трансфлюксора к выходу ФИЗС осуществляется с помощью электронных ключей (Кл), управляемых регистром сдвига (РСД).



Под воздействием последовательности положительных или отрицательных кратковременных импульсов, поступающих с ФИЗС, происходит ступенчатое намагничивание или размагничивание сердечников транс-флюксоров. В результате увеличивается или уменьшается ток, протекающий от формирователя импульсов возбуждений (ФИВ) через обмотки возбуждения подключенного трансфлюксора ко входу усилителя-детектора (УД). Выпрямленный и усиленный этим элементом ток после дополнительного усиления в УПТ используется в качестве тока подогрева терморезистора АРП.

Трансфлюксор Т, как элемент памяти, можно представить в качестве реверсивного счетчика импульсов с преобразованием записанного в нем числа в пропорциональную величину напряжения. При этом импульс записи (положительный импульс), поступающий с ФИЗС, увеличивает записываемое число на единицу, а импульс списывания (отрицательный импульс) – уменьшает. Соответственно увеличивается или уменьшается выходное напряжение элемента памяти.

ПУБ срабатывает при отклонениях уровня КЧП более чем на плюс 2,6 дБ и минус 4,3 дБ от номинального и выдает на ПУС блокирующий его работу сигнал, включает светодиод БЛОКИР на лицевой плате блока АРУП, выдает сигнал на устройство обобщенной сигнализации по цепи СИГН БЛОКИР, а также выдает сигнал в блоки АРУН, АРУК-1, АРУ-64, вызывающий блокировку наклонного и криволинейных автоматических регуляторов.

#### 7.2.2.5. Генераторное оборудование

Генераторное оборудование (ГО) представлено в отдельных блоках, установленных в разных моноблоках аппаратуры П-330-24. Размещение блоков ГО показано в таблице 7.10, а перечень формируемых ими частот – в таблице 7.11.

Таблица 7.10 – Размещение блоков ГО

Наименование моноблока	Блоки генераторного оборудования
ПО-ЩКВЧ СС-О	ЗГ, КРС, Г-1, Г-2, Г-3, ГИЧ-ПРГ, ГИЧ-ПГ, ГИЧ-ТЧ

Токи перечисленных частот получают от одной управляющей частоты 372 кГц. Эта частота в аппаратуре П-330-24-О получается путем деления частоты кварцевого термостатированного задающего генератора 5000 кГц. Предусмотрен ввод управляющей частоты 372 кГц от внешнего источника, а также вывод этой частоты для ее использования в других системах передачи.

Формирование частот производится методами деления частоты, представленной в форме прямоугольных импульсов, с применением цифровой элементной базы. Токи всех несущих частот имеют прямоугольную форму. Это позволило, помимо прочих достоинств, построить генераторное оборудование без электрических фильтров в цепях несущих частот и сильно упростило фильтры, обеспечивающие синусоидальность линейных контрольных и измерительных частот.

Таблица 7.11 – Перечень формируемых частот

Назначение	Частота, кГц
Управляющая частота	372
Индивидуальные несущие	132; 136; 140
Предгрупповая несущая	120
Несущие первичного преобразования	201; 216; 228; 240
Несущие ПО	444; 564
Контрольная частота ПГТ	84; 14
Линейные контрольные частоты	16; 32; 64; 104
Контрольные частоты НУП	11; 117
Частота участкового телеконтроля	119
Частоты постанционного телеконтроля	113; 115
Частота для системы телеконтроля	1
Несущие частоты для служебного канала ПСС	132; 244
Вспомогательная несущая	244
Частота для синхронизации импульсных стабилизаторов напряжения	12
Частота тонального вызова	2,1
Частоты для контроля АЧХ каналов ТЧ	2,1; 0,4; 0,8; 3,2
Частоты для контроля АЧХ ПРГТ	12,44; 184; 23,3
Частоты для контроля АЧХ ПРГ	62; 82

Для получения синусоидальной формы токов групповых контрольных частот, контрольных частот НУП и вызывной частоты используются довольно простые резонансные усилители. Используемые в ГО делители частоты представляют собой реверсивные счетчики с обратными связями, а умножители частоты строятся на основе генераторов с самовозбуждением и фазовой автоподстройкой частоты по эталонному колебанию. Составной частью такого умножителя также является счетный делитель частоты.

В качестве задающего генератора применяется генератор «Гиацинт-М», который генерирует синусоидальную частоту 5000 кГц. Его относительная нестабильность частоты не превышает  $1 \cdot 10^{-7}$  в течение 6 месяцев.

#### 7.2.2.6 Устройства служебной связи

Устройства служебной связи оконечной станции включают в себя оборудование каналов постанционной (ПСС) и участковой служебной связи (УСС), а также переговорно-вызывное устройство (ПВУ).

Каналы служебной связи относятся к технологической служебной связи управления ПКЛ и предназначены для обеспечения служебных переговоров обслуживающему персоналу при решении частных, главным образом, технических задач.

Постанционная служебная связь служит для организации служебной связи между ОП, ПВ и ОУП в пределах однородного участка, а участковая связь – для организации служебной связи между КТП, НУП и ОУП (ОП) в пределах секции дистанционного питания.

Оборудование каналов служебной связи конструктивно размещено в моноблоке СС-О, который содержит следующие блоки: устройства встроенного контроля (УВК), генератора измерительных частот канала ТЧ (ГИЧ-ТЧ), приемное (УКК ПР) и передающее (УКК ПЕР) устройства контроля и качества, переговорно-вызывного устройства (ПВУ-О), ПСС, УСС, ДСВ ПСС и ДСВ УСС, громкоговорителя (ГГ-О).

В аппаратуре П-330-24-О предусмотрено одно рабочее место по обслуживанию каналов ТЧ. Блок ПВУ-О моноблока СС-О обеспечивает работу по каналам УСС и ПСС.

При работе по каналам УСС и ПСС переговорно-вызывное устройство обеспечивает следующие возможности:

- контроль прохождения разговора и вызова на телефон и громкоговоритель;
- ведение переговоров или посылка тонального вызова в сторону четырехпроводной соединительной линии, в сторону канала или одновременно в обе стороны;
- прием громкоговорящего вызова со стороны соединительной линии и со стороны канала:
- посылка тональной частоты 1300 Гц по каналу УСС для вызова НУП;
- ведение переговоров и посылка индукторного вызова по двухпроводной соединительной линии;
- возможность подключения к каналам УСС и ПСС встроенных или внешних приборов для проведения контрольных измерений.

Переговорно-вызывное устройство выполнено по четырехпроводной схеме с высокоомным входом так, что его подключение к тракту в точки с номинальным относительным уровнем минус 13 дБ на передаче и плюс 4 дБ на приеме вносит затухание не более 0,7 дБ. При подключении ПВУ для ведения переговоров в сторону канала или соединительной линии его выходы нагружаются на резисторы 600 Ом для согласования с входным сопротивлением канала.

#### **Участковая служебная связь**

Оборудование канала участковой служебной связи размещено в блоках УСС и ДСВ УСС. Канал УСС в блоке УСС организуется по четырехпроводной схеме в спектре частот 0,3...3,4 кГц. Блок ДСВ УСС обеспечивает заданный режим работы канала УСС для передачи его вынесенному абоненту или в другие системы передачи. Установка режимов канала осуществляется с помощью переключателя 4ПР.ОК, 4ПР.ТР, 2ПР.

В оборудовании канала участковой служебной связи предусмотрена возможность передачи сигналов телеконтроля РРЛ в полосе частот от 2,7 до 3,4 кГц между аппаратурой П-330-24-О и аппаратурой П-330-СР (без НУП). Для этого может быть использована одноканальная (или многоканальная) аппаратура

тонального телеграфирования (ТТ). Подключение аппаратуры ТТ осуществляется к разъему ОТТ на левой боковой стенке моноблока СС-О вместо заглушки.

Рассмотрим режим ведения служебных переговоров по каналу УСС с переговорно-вызывного устройства. При работе в сторону канала на блоке ПВУ-О нажимаются кнопки УСС и КАН. Разговорные токи с микрофона микротелефонной трубки (МТ) (клапан нажат) через контакты кнопок ВЫЗ НУП и ВЫЗ СТ, фильтр ФНЧ-2,4, контакты кнопки СЛ, усилитель УС МК-1, контакты кнопок ИЗМЕР СК ПЕР и УСС поступают в блок ДСВ УСС. Фильтр нижних частот ФНЧ-2,4 обеспечивает возможность ввода в дальнейшем сигналов телеконтроля РРЛ. В блоке ДСВ сигналы через контакты кнопок СЛ и заглушки ОТТ подаются в тракт передачи канала УСС блока УСС.

Усилитель УС ПЕР обеспечивает уровень передачи сигналов на выходе блока УСС 8 дБ в режимах А и Б и плюс 1 дБ при встречной работе с аппаратурой П-301, П-302. Этот уровень может быть проконтролирован в гнездах ПЕР блока УСС. Установка необходимого режима осуществляется переключателями А, Б, П-300, П-301, П-302, которые отключают удлинитель с затуханием 9 дБ в режиме встречной работы с П-301. С учетом затухания фильтра нижних частот Д-6, равным 1 дБ и установленным в моноблоке ЛО, номинальный уровень сигналов УСС в линию составляет 9 и 0 дБ соответственно.

Выделение спектра служебного канала УСС из линейного спектра системы передачи обеспечивается линейными фильтрами верхних (К-6) и нижних (Д-6) частот в линейном оборудовании.

В тракте приема удлинитель с затуханием 9 дБ необходим в режиме встречной работы с П-301. Фильтр ФВЧ-0,3 предназначен для защиты канала УСС от влияния токов частоты 50 Гц и ее гармоник, наводимых на линии связи. После ФВЧ-0,3 установлен УС ПР, необходимый для нормальной работы по каналу УСС. Номинальное усиление его составляет 5 дБ.

В тракте приема предусмотрена совместная плоско-наклонная регулировка усиления с помощью переключателя РПН блока УСС, включающая ступенчатые регуляторы плоского усиления (РП) и наклона (РН). Регулятор плоского усиления установлен на входе тракта приема, что предотвращает появление перегрузки УС ПР при коротких усилительных участках. Регулятор наклона установлен на выходе УС ПР. РПН предназначен для компенсации затухания прилегающего усилительного участка длиной до 15 км в рабочем диапазоне температур с учетом недокомпенсации частотной характеристики затухания линии корректирующими устройствами необслуживаемых усилительных пунктов в пределах секции ДП. Максимальные пределы изменения наклона в диапазоне частот 0,3...2,4 кГц составляют 11,5 дБ. Ступени изменения наклона равны 1,1 дБ, что примерно соответствует участку кабеля П-296 длиной 1,5 км при температуре плюс 10 °С. Затухание плоского регулятора РП уменьшается с 11 дБ (положение переключателя «0») до 0 дБ (положение переключателя «МАКС») ступенями по 1,1 дБ.

УНЧ обеспечивает повышение уровня до 4 дБ на выходе канала. В цепь общей обратной связи усилителя подключаются контуры краевой коррекции

амплитудно-частотных искажений, вносимых фильтрами ФВЧ-0,3 и Д-6. Коррекция ЧХОЗ канала УСС может быть выполнена путем перепаек внутри блока УСС. В УНЧ с помощью регулятора усилителя РУ, выведенного под шлиц, осуществляется плавная регулировка приемного уровня в пределах  $\pm 4$  дБ.

При наличии НУП и отсутствии дистанционного и местного питания на них предусмотрена аварийная служебная связь по каналу УСС. Образование аварийного режима производится при поступлении на вход схемы управления реле СУ блока УСС сигнала УПР УСС из блока СИГН-О-АВАР моноблока СТК-О, свидетельствующего о пропадании или выключении ДП. Предварительно при развертывании линии связи тумблер НУП блока УСС, обеспечивающий прохождение управляющего сигнала, устанавливается в положение ОБХ. При срабатывании реле Р1 и Р2 обеспечивается повышение уровня сигналов УСС на передаче в линию не менее чем на 13 дБ путем увеличения усиления УС ПР. В этом случае усилительное оборудование канала УСС на НУП секции ДП, на которой пропало дистанционное питание, автоматически исключается из тракта. Сигналы аварийной УСС проходят на НУП через последовательно соединенные с помощью контактов реле линейные фильтры. При включении ДП управляющий сигнал с моноблока СТК-О снимается. В трактах передачи и приема канала УСС устанавливается номинальное усиление.

При отсутствии НУП или при их наличии и питании оборудования канала УСС на НУП от аккумуляторных батарей тумблер НУП в блоке УСС переводится в положение БАТ. При этом обрывается цепь подачи управляющего сигнала с моноблока СТК-О на схему управления СУ и обеспечивается номинальное усиление по каналу УСС.

После НУП сигналы канала УСС поступают на блок ДСВ УСС и через неравноплечную ДС-2, контакты заглушки ОТТ ПР, кнопки СЛ возвращаются в блок ПВУ-О. В этом блоке сигналы через контакты кнопок УСС, ИЗМЕР СК ПР, СЛ, усилитель УС ПР и ФНЧ-2,4 попадают на телефон микротелефонной трубки. Фильтр нижних частот обеспечивает выделение сигналов служебной связи и подавление сигналов телеконтроля РРЛ.

Необходимо заметить, что при ведении переговоров с ПВУ по каналу УСС предусмотрена возможность получения громкоговорящего вызова с отключенной стороны (соединительной линии). Это осуществляется следующим образом. В случае установки режима работы канала УСС на блоке ДСВ УСС 4ПР.ТР сигналы от соединительной линии подаются на вход 4ПР.ПЕР и через контакты установленного режима выходят на блок ГГ-О. В этом блоке сигналы через контакты кнопки СЛ, усилитель УС ПР, фильтр ФНЧ-2,4 и УС ГГ попадают на громкоговоритель. Усилитель УС ПР, установленный по тракту приема громкоговорящего вызова со стороны соединительной линии, обеспечивает усиление по этому тракту.

Нетрудно убедиться, что при этом сохраняется возможность получения громкоговорящего вызова со стороны соединительной линии или канала ПСС. Вызов от соединительной линии ПСС может быть получен по цепи: вход 4ПР.ПЕР блока ПСС, контакты переключателя режимов канала ПСС 4ПР.ОК

или 4ПР.ТР, контакты кнопки ПСС, усилитель УС ПР и далее на громкоговоритель. Здесь следует отметить, что во избежание акустической обратной связи при общем разговоре с ПВУ со стороны канала и в сторону соединительной линии (контакты кнопок КАН и СЛ замкнуты) по любому из каналов служебной связи прерывается прием сигналов на громкоговоритель с обоих трактов канала. Для этого служат электронные ключи.

При ведении служебных переговоров с ПВУ в сторону соединительной линии на блоке ПВУ нажимаются кнопки УСС и СЛ. Разговорные точки от микрофона на передачу через контакты кнопок ВЫЗ НУП и ВЫЗ СТ, фильтр ФНЧ-2,4, контакты кнопки КАН, усилитель УС МК-2, контакты кнопок ИЗМЕР СК и УСС поступают в блок ДСВ УСС. Если в нем установлен переключателем режим канала УСС 4ПР.ОК или 4ПР.ТР, то сигналы через контакты кнопки КАН и контакты переключателя режима подаются на выход 2ПР, 4ПР.ТР. На приеме от соединительной линии сигналы со входа 4ПР.ПЕР, контакты переключателя режима канала УСС и кнопки КАН возвращаются в блок ПВУ-О. Далее через контакты кнопок УСС, ИЗМЕР СК ПЕР, КАН, усилитель УС ПР, фильтр ФНЧ-2,4 попадают на телефон.

При необходимости может быть организован двухпроводной режим работы канала УСС, который осуществляется установкой переключателя блока ДСВ УСС в положение 2ПР. Переход с четырехпроводного на двухпроводное окончание обеспечивается дифференциальной системой ДС-1. Удлинители с затуханием 9 и 7 дБ обеспечивают необходимое затухание в трактах передачи и приема ДС. В состав устройств для перехода на двухпроводную работу входит ПИВ, обеспечивающий прием индукторного вызова со стороны соединительной линии и подключение в тракт передачи канала УСС ГТВ. Прием тонального вызова, поступающего с линейной стороны, осуществляется ПТВ, установленным в четырехпроводной части канала и включенным через неравноплечную ДС-2 к входу УНЧ. Срабатывание ПТВ обеспечивает подключение к соединительной линии ГИВ. Подробнее работа блока ДСВ приведена в описании моноблока ДСВ. Отличительной особенностью блока ДСВ УСС является возможность обеспечения оптической сигнализации приема индукторного вызова со стороны соединительной линии на светодиод ВЫЗ СЛ и оптической сигнализации приема тонального вызова со стороны канала на светодиод ВЫЗ КАН, а также дублирование приема вызова на частоте 2100 Гц на громкоговоритель блока ГГ-О со стороны соединительной линии и со стороны канала.

Ведение переговоров одновременно в сторону канала и соединительной линии обеспечивается при нажатии на блоке ПВУ-О кнопки ОБЩ, которая сбрасывает нажатые кнопки КАН или СЛ и тем самым восстанавливает цепь для прохождения разговорных сигналов в оба направления.

Посылка вызова по всем каналам (ПСС, УСС и КТЧ) осуществляется при нажатии кнопки ВЫЗ СТ блока ПВУ-О кнопок КАН, СЛ или ОБЩ, а затем можно послать тональный вызов соответственно отдельно в сторону канала, в сторону соединительной линии или в оба направления одновременно. Цепь прохождения сигналов тонального вызова частотой 2100 Гц в сторону канала

не отличается от цепи прохождения разговорных сигналов. Разница в том, что сигналы идут не от микрофона, а от ГТВ, который подключается в тракт передачи при нажатии кнопки ВЫЗ СТ. Цепи передачи вызова в сторону четырехпроводной соединительной линии и разговорных сигналов идентичны.

Вызов НУП осуществляется только по каналу УСС посылкой частоты 1300 Гц при нажатии кнопок УСС, КАН, а затем ВЫЗ НУП.

Для канала УСС (ПСС) измерения производятся только в сторону канала. Для этого необходимо нажать кнопки УСС (ПСС), КАН, ИЗМЕР СК ПЕР и ПР блока ПВУ-О. При этом в тракт передачи включается генератор, а в тракт приема – измеритель уровня (встроенные или внешние).

При пропадании первичного напряжения сети или стабилизированного напряжения питания от моноблока ИП сохранение служебной связи обеспечивается переключением оборудования канала УСС на питание от аккумуляторной батареи аппаратной напряжением от 10 до 18 В. Переключение на питание от батарей осуществляется тумблером БАТ ВКЛ, установленным на левой заглушке моноблока СС-О. При этом могут быть обеспечены прохождение сигналов по тракту канала УСС, громкоговорящий прием вызова как со стороны соединительной линии, так и со стороны канала, а также ведение переговоров с помощью ПВУ моноблока СС-О.

#### **Постанционная служебная связь**

Оборудование канала постанционной служебной связи размещено в блоках ПСС и ДСВ ПСС. Низкочастотное оборудование канала ПСС, в том числе вызывные устройства, унифицировано с низкочастотным оборудованием канала УСС и имеет те же режимы и возможности (кроме подключения аппаратуры ТТ). Выход низкочастотных окончаний канала ПСС для подключения линии вынесенного абонента осуществляется на внешний разъем ВА ПСС, установленный на левой боковой стенке моноблока СС-О и аналогичен описанному выше.

Для постанционной служебной связи в аппаратуре организуется дополнительный канал ТЧ, который в линейном спектре занимает диапазон частот 108,6...111,7 кГц. Индивидуальное оборудование канала ПСС унифицировано с индивидуальным оборудованием первого канала ТЧ и содержит следующие узлы на передаче: ограничитель амплитуды ОГР, индивидуальный преобразователь ИМ, канальный фильтр КФ-1, индивидуальный преобразователь ИД, канальный усилитель УСК и ФНЧ. Назначение перечисленных элементов дано при описании индивидуального оборудования.

Далее на передаче и приеме установлены преобразователи и унифицированный для всех станций полосовой фильтр ПФ 108-112. Активный преобразователь М на передаче преобразует с помощью несущей 244 кГц токи частот 132,3...135,4 кГц в полосу частот 108,6...111,7 кГц, выделяемую ПФ 108-112. Преобразователь выполнен по кольцевой схеме для предотвращения внятных переходов в каналы ТЧ.

В тракте приема осуществляется обратное преобразование. Преобразователь Д на приеме выполнен по балансной схеме, т. к. прямому прохож-

дению сигнала препятствует канальный фильтр КФ-1, выделяющий полезную боковую полосу частот 132,3...135,4 кГц.

Контроль уровня сигналов канала ПСС при проведении проверок может быть произведен в гнездах ПЕР и ПР блоке ПСС.

Переговорно-вызывное устройство, подключаемое к каналу ПСС, имеет те же возможности, что были приведены ранее при рассмотрении участковой служебной связи.

### **Ведение служебных переговоров по каналам тональной частоты**

При подключении к каналам ТЧ переговорно-вызывное устройство обеспечивает:

- контроль прохождения разговора и вызова по телефону;
- ведение переговоров и послыску тонального вызова в сторону соединительной линии, в сторону канала или одновременно в обе стороны;
- прием тонального вызова с отключенной стороны канала ТЧ;
- возможность подключения к каналам ТЧ встроенных или внешних приборов для проведения контрольных измерений; при этом одновременно имеется возможность ведения переговоров по служебным каналам.

В случае, когда необходимо осуществлять вызов и переговоры по одному из каналов ТЧ, выходы ПВУ с помощью нажатой кнопки КТЧ блока ПВУ-О соединяются через переключатель режимов в блоке КНЧ моноблока ПГ четырехпроводными окончаниями любого канала ТЧ в точках с относительным уровнем минус 13 дБ на передачу и плюс 4 дБ на приеме. Переключатель режимов в блоке КНЧ одного из моноблоков ПГ канала, подключаемого к ПВУ, устанавливается в положение ПВУ. При этом из блока КНЧ в блок ПВУ-О подается сигнал занятости канала ТЧ переговорно-вызывным устройством. Факт подключения ПВУ к каналу ТЧ отмечается включением красной лампочки КТЧ, ЗАН ПВУ блока ПВУ-О.

Цепь прохождения сигналов разговора от микрофона в сторону канала ТЧ (нажаты кнопки КАН и КТЧ блока ПВУ-О) следующая: контакты кнопок ВЫЗ НУП и ВЫЗ СТ, фильтр ФНЧ-2,4, контакты кнопки СЛ, усилитель УС МК-1, контакты кнопок ИЗМЕР СК ПЕР, КТЧ, СЛ, ИЗМЕР КТЧ ПЕР, КАН блока УКК ПЕР и далее на передачу канала ТЧ (КТЧ ПЕР КАН) в индивидуальное оборудование моноблока ПГ. Цепь приема: от входа КТЧ ПР КАН блока УКК ПЕР, контакты кнопок КАН.ИЗМЕР КТЧ ПР, СЛ, контакты кнопок в блоке ПВУ-О КТЧ, ИЗМЕР СК ПР, СЛ, усилитель УС ПР, фильтр ФНЧ-2,4, телефон. Вызов осуществляется нажатием кнопки ВЫЗ СТ блока ПВУ-О.

При раздельном разговоре по каналу ТЧ одновременно к отключенной стороне тракта подключаются устройства приема вызова (ПТВ с усилителем вызова на входе), обеспечивающие оптическую сигнализацию приема вызова на светодиод КТЧ ПР ВЫЗ блока ПВУ-О.

Предусмотрена возможность ведения переговоров и измерения в режиме транзита канала ТЧ. В этом случае перед установкой режима ПВУ в блоке КНЧ необходимо нажать кнопки ТР блока УКК ПЕР для подключения в тракт передачи транзитного удлинителя с затуханием 17 дБ.

Для каналов ТЧ измерение параметров производится как в сторону канала, так и в сторону соединительной линии. При этом одновременно с измерением каналов ТЧ обеспечивается возможность переговоров по служебным каналам с ПВУ. Коммутационные устройства для измерения параметров каналов ТЧ размещаются в блоке УКК ПЕР. Измерения в сторону канала производятся при нажатии кнопки ИЗМЕР КТЧ КАН. Измерительные приборы подключаются в сторону канала. При нажатии кнопки СЛ измерительные приборы подключаются в сторону соединительной линии. С помощью кнопок ПЕР и ПР блока УКК ПЕР осуществляется раздельное подключение генератора и измерителя уровня. При измерениях, проводимых в сторону канала, уровень сигнала, подаваемый от генератора, устанавливается равным минус 23 дБ и минус 6 дБ в сторону соединительной линии.

### **7.2.2.7 Устройства функционального контроля, телеконтроля и сигнализации**

#### **Устройства функционального контроля**

В аппаратуре П-330-24-О обеспечивается функциональный контроль оборудования и возможность проверки его исправности.

Функциональный контроль – это метод контроля, при котором на вход проверяемой аппаратуры подается возмущающий сигнал (например КЧ), а работоспособность оценивается либо по срабатыванию исполнительных устройств, либо по отображениям сигналов на рабочих индикаторах проверяемой аппаратуры. При функциональном контроле количественные характеристики выходных параметров проверяемой аппаратуры не измеряются.

Функциональный контроль в аппаратуре П-330-24-О включает в себя: контроль первичных групповых трактов, линейного тракта, генераторного оборудования, устройства электропитания, системы дистанционного электропитания НУП, телеконтроль состояния аппаратуры на линии.

Нарушение нормального функционирования аппаратуры на линии связи сопровождается местной и обобщенной оптической и акустической сигнализацией (эксплуатационной или аварийной) с возможностью выдачи на устройства, расположенные вне аппаратуры (КДА и др.).

Для контроля оборудования аппаратуры, не охваченного функциональным контролем, а также для определения неисправных блоков предусмотрена возможность их проверки с помощью встроенных устройств контроля.

При повреждении кабеля, сопровождающемся нарушениями цепи ДП НУП, к линии автоматически подключается устройство определения поврежденного участка (ОПУ).

Контроль состояния групповых и линейных трактов производится по контрольным частотам (групповым и линейным). Функциональный контроль первичных групповых и линейных трактов осуществляется устройствами, входящими в состав АРУ линейного и первичных групповых трактов. Контроль

уровней линейных контрольных частот производится с помощью устройств блока ИЛКЧ, а групповых КЧ-84,14 – с помощью устройств блока ИЛКЧ.

### **Устройства телеконтроля**

Телеконтроль состояния НУП и ОУП в аппаратуре П-330-24-О обеспечивается с помощью систем участкового и постанционного телеконтроля (УТК и ПТК), размещенных в блоках УТК и ПТК в моноблоке СТК-О.

Телеконтроль – это вид контроля, обеспечивающий получение в пункте контроля информации о состоянии удаленных объектов. Телеконтроль НУП и ОУП может быть реализован как с перерывом связи по линейному тракту, так и без перерыва. В системе передачи П-330-24-О телеконтроль осуществляется без перерыва связи по линейному тракту.

Система УТК обеспечивает контроль состояния до восьми НУП и одного ОУП (или ОП) со следующей сигнализацией: норма, авария участка (пропадание контрольной частоты НУП), авария камеры (открытие крышки или попадание воды), исчерпание пределов АРУ по КЧ-НУП. Кроме того, имеется возможность ввода аварийного сигнала.

Система ПТК обеспечивает контроль до девяти ОУП и одного ОП по сигналам: норма, авария секции ДП (секции регулирования), авария станции, пропадание первичной сети, авария РРЛ (ТРЛ).

Принцип работы систем УТК и ПТК один и тот же, а их схемы выполнены конструктивно однотипными. Поэтому далее рассмотрим только систему УТК, отмечая, где это необходимо, отличия, свойственные системе ПТК.

На секции ДП одновременно с каждого обслуживаемого пункта секции функционируют две автономно работающие системы УТК. ОУП содержит два комплекта блоков УТК, т. к. с него осуществляется контроль двух секций ДП в обе стороны от ОУП. Блоки ответчиков УТК, расположенных в НУП, формируют ответные сигналы о состоянии НУП и передают их на обслуживаемый пункт секции (ОУП, ОП).

В основу работы системы телеконтроля положен принцип временного разделения сигналов запроса и ответов, содержащих информацию о состоянии НУП (ОУП). Запрос в системе УТК передается прерыванием парой импульсов КЧ-НУП 117 кГц в нижней полосе частот линейного спектра и 127 кГц в верхней полосе частот линейного спектра, которые постоянно присутствуют в линейном тракте.

Передача пары синхроимпульсов уменьшает вероятность ложного срабатывания приемных систем УТК, т. е. повышает помехоустойчивость системы телеконтроля. Запрос принимают все НУП одновременно. Ответы в виде кодовых групп радиоимпульсов, содержащие информацию о состоянии НУП, передаются прерыванием частоты телеконтроля 119 кГц в нижней полосе частот линейного спектра. Ответы передаются в ОП последовательно в соответствии с номером данного НУП на секции ДП. В системе УТК применяется старто-стопно-синхронный метод приема ответных сигналов о состоянии НУП.

В системе ПТК запросы передаются прерыванием частот телеконтроля 115 кГц в нижней полосе частот линейного спектра и 129 кГц – в верхней поло-

се частот линейного спектра. Ответы с ОУП передаются прерыванием частот телеконтроля 113 кГц в нижней полосе частот линейного спектра, т. к. на приеме осуществляется преобразование верхней полосы частот в нижнюю на несущей частоте 244 кГц.

### Устройства сигнализации

Аппаратура П-330-24-О имеет устройства местной (блочной) и общей сигнализации.

Блок СИГН-О-АВАР осуществляет анализ и отображение сигналов, их выдачу на внешнее устройство и формирование непрерывного сигнала акустической сигнализации. На входы блока с соответствующих выходов контролируемых блоков поступают аварийные сигналы в виде «земли». При этом аварийная сигнализация о состоянии секции дистанционного питания (регулирования), РРЛ (ТРЛ), пропадании ГКЧ-84,14 осуществляется с помощью реле, а всех остальных сигналов – с помощью транзисторных ключей. Аварийное состояние аппаратуры сопровождается свечением лампы АВАРИЯ и светодиодов с обозначением характера повреждения, а также включением непрерывного акустического сигнала частоты 650 Гц. Выключение акустической сигнализации производится с помощью кнопки ВЫКЛ АС. При этом сохраняется оптическая сигнализация ВЫКЛ АС до устранения неисправности. При пропадании аварийного сигнала акустическая сигнализация выключается автоматически. Аварийные сигналы обобщаются и в виде сигнала АВАРИЯ на ПТК поступают в оборудование ПТК, откуда передаются по системе дистанционного телеконтроля.

Перечень и соответствие сигналов аварии и светодиодов, расположенных на лицевой панели блока СИГН-О-АВАР, приведены в таблице 7.12.

Таблица 7.12 – Перечень и соответствие сигналов аварии и светодиодов, расположенных на лицевой панели блока СИГН-О-АВАР

Наименование сигнала	Обозначения светодиода
Авария источника питания	ИП
Авария стабилизатора напряжения	СН
Неисправность источника ДП	ДП
Авария на полусекции ДП	ДП
Авария падающего генератора КРС	ГО
Авария генераторного оборудования	ГО
Авария камеры НУП	УТК
Пропадание ЛКЧ-НУП	УТК
Авария секции ДП (регулирования)	ОТК
Авария станции	ОТК
Авария РРЛ	ОТК
Пропадание первичной сети	ОТК
Пропадание ГК4-84,14; 1,11	Пропад. КЧ 84,14

Сигнал СИГН-О-ЭКСПЛ осуществляет анализ и отображение эксплуатационных сигналов состояния аппаратуры и линии, их выдачу на внешние устройства и формирование прерывистого сигнала акустической сигнализации.

На входы блока с выходов контролируемых блоков поступают эксплуатационные сигналы в виде «земли».

Эксплуатационными сигналами в аппаратуре П-330-24-О являются сигналы, формируемые при повреждениях и не приводящие к аварии аппаратуры и линии.

Появление эксплуатационных сигналов сопровождается свечением соответствующего светодиода и прерывистым акустическим сигналом частоты 650 Гц. Акустический сигнал может быть выключен нажатием кнопки ВЫКЛ АС, однако появление другого эксплуатационного сигнала вызывает повторное срабатывание акустической сигнализации. При пропадании входного эксплуатационного сигнала акустический сигнал автоматически выключается. Перечень и соответствие эксплуатационных сигналов и светодиодов, расположенный на лицевой плате блока СИГН-О-ЭКСПЛ, приведен в таблице 7.13.

Таблица 7.13 – Перечень и соответствие эксплуатационных сигналов и светодиодов, расположенных на лицевой плате блока СИГН-О-ЭКСПЛ

Наименование сигнала	Обозначение светодиодов
Блокировка АРУ ЛКЧ-Н(П, К)	БЛОКИР АРУ ЛКЧ
Предел АРУ ЛКЧ	ПРЕД АРУ ЛКЧ
Блокировка АРУ 84,14	БЛОКИР АРУ 84,14
Модуляция КЧ 84,14 прямая	МОДУЛ КЧ 84,14 ПРЯМ
Модуляция КЧ 84,14 обратная	МОДУЛ КЧ 84,14 ОБРАТ
Предел АРУ НУП	ПРЕД АРУ НУП
Неисправность ЗГ	ЗГ
Неисправность ГИЧ	ГИЧ
Срабатывание ИМУ ЗГ	ИМУ
Вызов по КТЧ	ВЫЗ КТЧ

### Встроенные устройства контроля

Встроенные устройства контроля (УВК) в аппаратуре П-330-24-О предназначены для контроля работоспособности аппаратуры и ее узлов по уровню сигнала в специально предусмотренных контрольных точках и оценки качества каналов и трактов. Каналы ТЧ, УСС, ПСС и групповые тракты оцениваются по АЧХ и уровню невзвешенного шума. Кроме того, каналы ТЧ могут оцениваться по величине пик-фактора, который представляет собой отношение пикового напряжения сигнала к действующему (среднему). Для измерения пик-фактора формируется специальный испытательный сигнал, имеющий пик-фактор, равный 7,75 (100 процентов по шкале прибора).

Идея оценки канала ТЧ по величине пик-фактора заключается в том, что искажения АЧХ и ГВП вызывают межсимвольные искажения при передаче импульсов. Вследствие межсимвольных искажений пиковое напряжение импульса заметно уменьшается, а действующее изменяется незначительно. Таким образом, величина пик-фактора, которая является отношением этих величин, служит мерой искажения импульсов и способности системы к передаче цифровых сигналов.

В состав встроенных устройств контроля входят следующие блоки: УВК, устройств контроля качества канала (передающий – УКК ПЕР и приемный – УКК ПР) и генераторы измерительных частот (ГИЧ).

Блок УВК работает в диапазоне частот 0,3...552 кГц. Отсчет контрольного уровня сигнала осуществляется по стрелочному отклонению, шкала которого имеет деление от минус 15 до плюс 5 дБ. Изменение чувствительности прибора осуществляется переключателем через 10 дБ от 0 до минус 60 дБ. УВК имеет три уравновешенных относительно земли входа с входными сопротивлениями: 600, 150 и 75 (плюс пять процентов к каждому из них).

Измерение уровня невзвешенных шумов производится по шкале прибора, проградуированной в децибелах, а измерение пик-фактора – по шкале, проградуированной в процентах.

Блок УКК ПЕР предназначен для формирования испытательного сигнала при оценке качества канала ТЧ в режиме 4ПР.ОК (ТР) по пик-фактору и коммутации сигналов при проведении измерений параметров каналов ТЧ. На лицевой панели блока имеются контрольные точки гнезда ВЫХ, предназначенные для калибровки блока УКК ПЕР в режиме измерения пик-фактора. Уровень суммарного сигнала в этих гнездах составляет минус 12,4 дБм плюс 0,5 дБм.

Блок УКК ПР предназначен для подключения встроенных и внешних измерительных приборов (генератора сигналов, измерителя уровня пик-фактора испытательного сигнала и невзвешенного уровня шумов на выходе канала ТЧ).

Основные технические данные встроенных приборов:

- измерение пик-фактора испытательного сигнала в пределах от 3 до 7,75 с погрешностью измерения на отметке 100 % (7,75) не более 3 %;
- номинальный уровень испытательного сигнала на входе блока составляет минус 14 дБм, а допустимое его отклонение находится в пределах от минус 10 до плюс 4 дБм;
- измерение уровня невзвешенного шума в полосе частот 0,3...3,4 кГц осуществляется в пределах от минус 70 до минус 25 дБм с погрешностью измерения на отметке 0 дБ на всех пределах не более плюс 0,5 дБ.

Для проверки АЧХ каналов и трактов в составе оконечной аппаратуры имеются генераторы измерительных частот (ГИЧ):

- 1) ГИЧ-ТЧ (частоты 2,1; 0,4; 0,8; 3,1 кГц);
- 2) ГИЧ-ПРГ (частоты 12,4; 18; 23,3 кГц);
- 3) ГИЧ-ПГ (частоты 62; 82; 106 кГц).

Генерируемые частоты выведены на гнезда ВЫХОД на лицевых панелях блоков ГИЧ. Изменение значений частот производится с помощью переключателя на каждом из блоков. Уровень сигнала измерительных частот на гнездах блока ГИЧ-ТЧ составляет минус 6 дБм на нагрузке 600 Ом; блока ГИЧ-ПРГ – минус 34 дБм на нагрузке 600 Ом; блока ГИЧ-ПГ – минус 52 дБм на нагрузке 150 Ом.

Принцип построения ГИЧ аналогичен принципу построения задающего генератора, изложенному в генераторном оборудовании.

С помощью встроенных устройств контроля производится:

- контроль качества каналов ТЧ по обобщенному параметру (пик-фактору) и уровню невзвешенного шума;
- проверка частотной характеристики остаточного затухания (усиления) групповых трактов и широкополосных каналов;
- проверка работоспособности аппаратуры;
- проверка уровней сигналов в контрольных точках.

При проверке канала ТЧ встроенными устройствами контроля сохраняется возможность ведения переговоров по каналам УСС или ПСС с помощью ПВУ. При поочередном нажатии кнопок ПЕР и ПР блока УКК ПЕР обеспечивается возможность ведения переговоров по контролируемому каналу ТЧ, т. к. при отжатой кнопке ПЕР ко входу канала ТЧ или СЛ ПЕР подключается микрофон, а при отжатой кнопке ПР к выходу канала ТЧ или СЛ ПР подключается телефон (при нажатой кнопке КТЧ блока ПВУ-О).

В блоке УКК ПЕР размещены схема коммутации и формирователь сигнала (ФИС). Удлинитель У1 с затуханием 17 дБ предназначен для обеспечения уровня сигнала минус 23 дБм при оценке канала ТЧ (нажата кнопка КАН). При оценке соединительной линии этот удлинитель шунтируется контактами кнопки СЛ и в соединительную линию подается сигнал с уровнем минус 6 дБм. Удлинитель У2 с затуханием 17 дБ предназначен для включения при организации транзитных соединений каналов ТЧ (при нажатии кнопки ТР).

Кнопками ПЕР и ПР с независимой фиксацией обеспечивается раздельное подключение к каналу генератора сигналов и измерителя уровня.

В блоке УКК ПР размещены схема коммутации и схема измерения пик-фактора и шумов (СИПФШ). Подключение внешних измерительных приборов (генератора сигналов и измерителя уровня) осуществляется нажатием кнопки ВНЕШН.

Для измерения пик-фактора необходимо на станциях А и Б нажать кнопки ПИК-ФАКТ % блока УКК ПР, ИЗМЕР КТЧ КАН, ПЕР и ПР блока УКК ПЕР, переключатель КНЧ установить в положение ПВУ. В этом случае на вход проверяемого канала ТЧ в режиме ПВУ поступает испытательный сигнал, формируемый в ФИС, а измерительный прибор УВК подключается к СИПФШ. Отсчет результата производится по нижней шкале прибора. Качество простого канала считается удовлетворительным, если измеренная величина пик-фактора будет равна 70 %.

Для измерения уровня невзвешенного шума на выходе канала (ТЧ в режиме ПВУ) на станциях А и Б следует нажать кнопки ШУМ дБ –30 (–40, –50, –60) блока УКК ПР, ИЗМЕР КТЧ КАН, ПЕР и ПР блока УКК ПЕР. При этом ко входу канала ТЧ подключается резистор  $R = 600 \text{ Ом}$ , а к СИПФШ – измерительный прибор. Отсчет показаний осуществляется по верхней шкале прибора УВК с учетом положения переключателя УВК и нажатой кнопке ШУМ дБ.

Измерение частотной характеристики каналов ТЧ производится при нажатых кнопках на станциях А и Б УВК блока УКК ПР, КТЧ блока ПВУ-О, ИЗМЕР КТЧ КАН, ПЕР и ПР блока УКК ПЕР. В этом случае на вход канала ТЧ

через удлинитель У1 с затуханием 17 дБ подключается выход ГИЧ-ТЧ с частотой в соответствии с положением переключателя (2,1; 0,4; 0,8; 3,2 кГц) и уровнем минус 23 дБ, а к выходу канала ТЧ – прибор УВК, переключатель УВК устанавливается в положение 0. На частоте 800 Гц с помощью потенциометра РУ блока КНЧ производится установка уровня приема канала ТЧ, равного минус 6 дБ. Для измерения частотной характеристики соединительной линии следует вместо кнопки КАН блока УКК ПЕР нажать кнопку СЛ. При этом удлинитель У1 с затуханием 17 дБ выключается и уровень измерительного сигнала, поступающего в СЛ ПР, будет равен минус 6 дБ. При нахождении канала ТЧ в режиме транзита дополнительно к нажатой кнопке СЛ необходимо нажать кнопку ТР. В этом случае к СЛ ПЕР подключается удлинитель У2 с затуханием 17 дБ, т. к. в режиме транзита СЛ ПР одного канала ТЧ соединяется с СЛ ПЕР другого канала ТЧ.

УСС и ПСС контролируется только в сторону канала в режиме 4ПР ОК. Для этого необходимо нажать кнопки УВК блока УКК ПР, ИЗМЕР СК ПЕР и ПР, РАЗГ ВЫЗ КАН, УСС или ПСС блока ПВУ-О. Ключи 2 и 4 блоков ДСВ УСС или ПСС открываются, а ключи 1 и 3 закрываются. Ко входу КСС подключается выход ГИЧ-ТЧ через удлинитель У1 с затуханием 17 дБ, а к выходу канала – прибор УВК. С помощью потенциометра РУ блоков УСС или ПСС произвести регулировку уровня приема. При поочередном нажатии кнопок ИЗМЕР СК ПЕР и ПР имеется возможность ведения переговоров по контролируемому КСС с помощью ПВУ.

Схемой коммутации предусмотрена замена встроенных устройств контроля внешними приборами, которые подключаются к разъему БП на правой боковой стенке моноблока СС-О. Использование этих приборов обеспечивается нажатием кнопки ВНЕШН блока УКК ПР. Уровень сигнала на выходе внешнего генератора устанавливается равным минус 23 дБм при изменениях канала и минус 6 дБм при измерениях СЛ.

Для проверки частотной характеристики остаточного затухания групповых трактов и каналов ШК необходимо двухпроводными шнурами с двухпроводными и трехпроводными колодками на концах соединить гнезда ВЫХОД блока ГИЧ-ПРГ (ГИЧ-ПГ) с входом группового тракта (канала ШК) и входом группового тракта с гнездами 600 КУ (150) блока УВК.

## **7.3 Аппаратная каналообразования П-258-24/60К**

### **7.3.1 Назначение, состав основного оборудования и боевые возможности аппаратной**

Аппаратная П-258-24/60К предназначена для организации окончных, переприемных и выделительных пунктов на полевых кабельных, радиорелейных и тропосферных линиях связи.

Максимальная протяженность кабельной линии связи типа П-296 составляет 1000 км. Длина секции регулирования (расстояние между двумя ОУП) – 99 км. Длина усилительного участка – 8,5...11,5 км.

Качество образуемых аппаратной каналов позволяет организовать до восьми транзитов по каналам ТЧ и по предгрупповым трактам, а также до двенадцати транзитов по первичным трактам.

Дальность действия связи при работе по РРЛ и ТРЛ определяется возможностями РРС и ТРС.

#### **Состав аппаратной**

1 Основное оборудование:

- кузов КБ2 432 ОД на шасси «КАМАЗ 4310» с ОВ 65Г и ФВУА;
- кузов-фургон К2П4 на шасси прицепа СМЗ-782Б с ОВ 65Г и ФВУА;
- аппаратура П-330-24-О – 2 комплекта;
- аппаратура П-330-6 – 3 комплекта;
- аппаратура П-330-3 – 1 комплект;
- аппаратура П-330-1 – 3 комплекта;
- аппаратура Р-151М2 ВЧ – 1 комплект;
- аппаратура П-330-ДСВ – 1 комплект;
- устройство коммутации каналов в составе блоков БКУ, БК-1, БК-2;

2 Вспомогательное и испытательное оборудование:

- измерительный генератор П-326-1;
- измеритель уровня П-326-2;
- индикатор частотных характеристик П-326-3;
- измеритель неоднородностей и линий Р5-10/1;
- испытатель полевых линий П-324М;
- пульт служебной связи ПСС-10;
- радиостанция Р-105;
- телефонные аппараты ТА-57;
- кондиционер 1К22;
- прибор ночного видения ПНВ-57Е.

3 Электропитающее оборудование.

4 Комплект средств защиты от оружия массового поражения.

5 Вводно-соединительное оборудование.

6 Комплект ЗИП одиночный.

7 Комплект эксплуатационной документации.

## **Возможности аппаратной**

Аппаратная обеспечивает:

- образование 75 каналов ТЧ (0,3...3,4 кГц);
- образование 11 каналов ШК-12 (ПРШК) (12,3...23,4 кГц);
- образование 4 каналов ШК-48 (ПШК) (60,6...107,7 кГц);
- образование 7 каналов служебной связи: два канала УСС (0,3...2,4 кГц), два канала ПСС (0,3...3,4 кГц) и три канала КСС (0,3...2,4 кГц);
- возможность перехода с помощью устройства П-330 ДСВ с четырехпроводной схемы окончания канала на двухпроводную для любых 12 каналов ТЧ, образованных аппаратурой П-330;
- проведение измерений и испытаний цепей, линий и каналов измерительными приборами, встроенными в аппаратуру и входящими в комплект аппаратной;
- выдачу обобщений сигнализации о состоянии прилегающих участков линий на КДА узла связи по принципу «провод – команда»;
- выдачу с помощью блока БПДСК сигнализации о состоянии прилегающих участков линий, радиорелейных вставок, аппаратуры П-330 и первичных групп, образованных аппаратурой П-330 на кроссовую аппаратную по принципу «код – команда»;
- возможность дистанционного управления коммутационным полем кроссовой аппаратной с помощью одного пульта ПДУ;
- внешнюю синхронизацию генераторного оборудования аппаратуры П-330 внутри аппаратной;
- возможность переключения аппаратуры П-330-6 с кабельной линии на радиорелейный ВЧ-ствол станции Р-151М2-ВЧ, установленной в аппаратной, и обратно;
- параллельное выделение первичной группы из линейного тракта стационарных систем передачи с частотным разделением каналов и выдачу ее на аппаратуру П-330-24-О;
- служебную телефонную связь с аппаратными и станциями узла связи с помощью рабочего места БКУ, пульта ПСС-10 и телефонных аппаратов;
- симплексную радиосвязь с громкоговорящим приемом и избирательным вызовом из кузова аппаратной или из кабины автомобиля с помощью радиостанции Р-105М и устройства УПА-2, как на стоянке, так и во время движения;
- электропитание аппаратной от двух внешних автономных гальванических не связанных четырехпроводных каналов электроснабжения трехфазного переменного тока напряжением  $380_{-57}^{+38}$  В с фазным напряжением  $220_{-33}^{+22}$  В, частотой 50 Гц плюс 2,5 Гц;
- автоматическое переключение основной аппаратуры и оборудования, а также средств жизнеобеспечения с электропитания от канала СЕТЬ 1 на питание от канала СЕТЬ 2 при пропадании или снижении фазного напряжения канала СЕТЬ 1;

- выдачу постоянного тока напряжением 24 В плюс 3,6 В на внешний потребитель мощностью не более 30 Вт;
- выдачу трехфазного переменного тока напряжением  $380_{-57}^{+36}$  В с фазным напряжением  $220_{-33}^{+22}$  В, частотой  $(50 \pm 2,5)$  Гц на другие аппаратные через розетки ТРАНЗИТ 3 ~ 380 В 1, 2 ввода питания;
- электропитание при движении аппаратной установки ОВ65Г или ФВУА, прибора ИМД-21Б, устройства УПА-2, преобразователя ПНС-15М с радиостанцией Р-105М и ламп аварийного освещения от генератора автомобиля;
- электропитание моноблоков СС-О аппаратуры П-330-24-О номинальным напряжением постоянного тока  $12_{-2}^{+6}$  В в аварийном режиме (при отсутствии напряжения сети переменного тока) от бортсети автомобиля при неработающем двигателе, через блок БПСЖ-М в течение времени, не превышающего 15 мин;
- защиту обслуживающего персонала от поражения электрическим током при появлении между корпусом аппаратной и «землей» опасного напряжения переменного тока, превышающего 24 В, путем автоматического отключения аппаратной от каналов электроснабжения.

### **7.3.2 Коммутационное оборудование аппаратной. Возможности и характеристики**

Блоки коммутации предназначены для коммутации каналов с соединительными линиями, приема цепей сигнализации от аппаратуры типа БПДСК и коммутации их на свободные пары кабелей, приема разговорных цепей и цепей управления от пульта ПДУ и коммутации их на свободные пары кабелей.

Блоки предназначены для применения в составе аппаратных дальней связи в различных сочетаниях с блоком БКУ.

Кроме того, переговорно-вызывное устройство блока БКУ предназначено для обеспечения возможности ведения переговоров по двух- и четырехпроводным каналам и линиям связи, приема и посылки сигналов вызова, а также для измерения параметров и испытания линий и каналов с помощью измерительного прибора блока и приборов, входящих в состав объекта.

Блоки рассчитаны на работу при температуре окружающего воздуха от минус 10 до плюс 50 °С, а также в условиях с повышенной влажностью не более 98 % при температуре не выше 25 °С.

#### **Технические характеристики**

*Электрическая схема блока БКУ* обеспечивает:

1 Подключение:

- 12 четырехпроводных каналов;
- 12 четырехпроводных соединительных линий;

- свободных пар проводов вводно-соединительных кабелей (64 пары кабелей 20×2, 6 пар кабелей 10×2);
- управляющих и разговорных цепей пульта ПДУ;
- линейного выхода блока БПДСК;
- пульта ПСС;
- четырех двухпроводных телефонных аппаратов;
- двухпроводной линии от аппаратуры АТК ЛС;
- микрофонной трубки оператора;
- источника постоянного тока напряжением 27 В (допустимая погрешность составляет плюс 10 %);
- измерительных приборов для испытания линий.

## 2 Коммутацию:

- цепей любых каналов между собой и с любой четырехпроводной соединительной линией;
- разговорных и управляющих цепей пульта ПДУ со свободными парами кабелей (двадцатыми и пятнадцатыми соответственно);
- линейного выхода блока БПДСК на свободные (пятые) пары кабелей;
- выходов ГГС, АТС, МБ и пульта ПСС со свободными (двадцатыми) парами кабелей.

3 Коммутацию приемных и передающих цепей каналов на передающие и приемные цепи соединительных линий (перекрещивание) для организации канального транзита.

4 Подключение и индикацию о подключении каналов к ПВУ оператора.

5 Подключение и индикацию о подключении соединительных линий к ПВУ оператора.

**Переговорно-вызывное устройство оператора (ПВУ)**, входящее в состав блока БКУ, обеспечивает:

- 1) включение двух- и четырехпроводного режима работы;
- 2) посылку сигнала тонального вызова частотой  $(2100 \pm 12)$  Гц в сторону четырехпроводной линии;
- 3) прием сигнала тонального вызова частотой  $(2100 \pm 25)$  Гц в четырехпроводном режиме;
- 4) прием и посылку сигнала индукторного вызова в двухпроводном режиме;
- 5) световую сигнализацию о посылке сигнала вызова;
- 6) световую и звуковую сигнализацию о приеме сигналов тонального и индукторного вызовов;
- 7) подключение генератора и измерителя уровней к опрашиваемой линии;
- 8) подключение канальной и аппаратной стороны ПВУ к собственному измерительному прибору, а также к гнезду и клеммам для подключения внешних измерительных устройств;
- 9) реперолюсовку измеряемых цепей;
- 10) подключение одной из измеряемых цепей к заземлителю.

**Электрическая схема блока БК1** обеспечивает:

1 Подключение:

- 36 четырехпроводных каналов ТЧ;
- 40 четырехпроводных соединительных линий;
- 6 четырехпроводных линий от аппаратуры АТКЛС;
- 3 четырехпроводных линий участковой служебной связи (УСС);
- 3 четырехпроводных линий постанционной служебной связи (ПСС);
- 4 четырехпроводных линий каналов служебной связи (КСС);
- 10 двухпроводных линий цепей сигнализации аппаратуры;
- 7 двухпроводных каналов НЧ;
- соединительных линий от ТКЛС;
- соединительных линий от устройства ПУЛ;
- соединительных линий от аппаратной КДА;
- 10 четырехпроводных соединительных линий служебной связи;
- линий сопряжения между блоками;
- провода заземления.

2 Коммутацию:

- четырехпроводных каналов ТЧ с четырехпроводными линиями СЛ;
- входов аппаратуры АТКЛС с каналами ТЧ, линиями ТКЛС и ПУЛ;
- линий вынесенных абонентов с линиями НЧ каналов связи;
- выходов УСС, ПСС и КСС аппаратуры с соединительными линиями служебной связи;
- линий от КДА с цепями сигнализации от аппаратуры.

**Электрическая схема блока БК2** обеспечивает:

1 Подключение:

- 36 четырехпроводных каналов ТЧ;
- 36 четырехпроводных соединительных линий;
- 30 двухпроводных соединительных линий;
- моноблока ДСВ;
- 4 четырехпроводных линий от двух комплектов аппаратуры АКК;
- 4 четырехпроводных линий к внешним измерительным приборам;
- 3 двухпроводных линий от комплекта приборов П-326;
- линий сопряжения между блоками;
- провода заземления.

2 Коммутацию:

- четырехпроводных каналов ТЧ с четырехпроводными линиями СЛ;
- четырехпроводных каналов ТЧ с четырехпроводными входами ДСВ;
- двухпроводных выходов ДСВ с двухпроводными линиями СЛ;
- любого канала ТЧ с аппаратурой контроля каналов АКК;
- входов внешних приборов с любым прибором П-326 или АКК.

**Электрическая схема блока БК3** обеспечивает:

1 Подключение:

- 36 четырехпроводных каналов ТЧ;
- 36 четырехпроводных соединительных линий;

- 18 двухпроводных соединительных линий;
- моноблока ДСВ;
- линий сопряжения между блоками;
- провода заземления.

2 Коммутацию:

- четырехпроводных каналов ТЧ с четырехпроводными линиями СЛ;
- четырехпроводных каналов ТЧ с четырехпроводными входами ДСВ;
- двухпроводных выходов ДСВ на двухпроводные линии СЛ.

Кроме того, схемами блоков БК предусмотрена возможность транзитного соединения каналов ТЧ.

#### **7.4 Аппаратура однокабельной системы передачи П-302-О: назначение, боевое применение и возможности**

Двенадцатиканальная система передачи П-302 предназначена для работы по кабельным, тропосферным и радиорелейным линиям связи.

Система обеспечивает:

- 12 каналов ТЧ по полевой кабельной линии ПКЛ-296/302;
- совместно с П-300-72 канала ТЧ (60 + 12) по двухкабельной полевой линии ПКЛ-296/300, 302;
- 12 каналов ТЧ по тропосферным линиям типа Р-410;
- 12 каналов ТЧ по радиорелейным линиям Р-409 и Р-151-ВЧ (в режиме внешнего уплотнения).

В состав системы П-302 входит единая для ПКЛ, ТРЛ и РРЛ каналообразующая аппаратура П-302-О, а также следующее оборудование, предназначенное только для линейных трактов ПКЛ:

- П-302-П – аппаратура обслуживаемых усилительных пунктов (ОУП) ПКЛ-296/302 и ПКЛ-296/300;
- П-301-НУП – универсальный необслуживаемый усилитель для систем П-301 и П-302;
- П-302-В – аппаратура выделения каналов на НУП и ОУП;
- полевой кабель П-296.

Однокабельная ПКЛ-296/302 (рисунок 7.5) обеспечивает дальность связи до 1000 км и имеет следующую типовую структуру: длина усилительного участка составляет  $l_y = 15_{-8}^{+0}$  км, максимальная длина секции регулирования –  $L_p = 105$  км (см. рисунок 7.5).

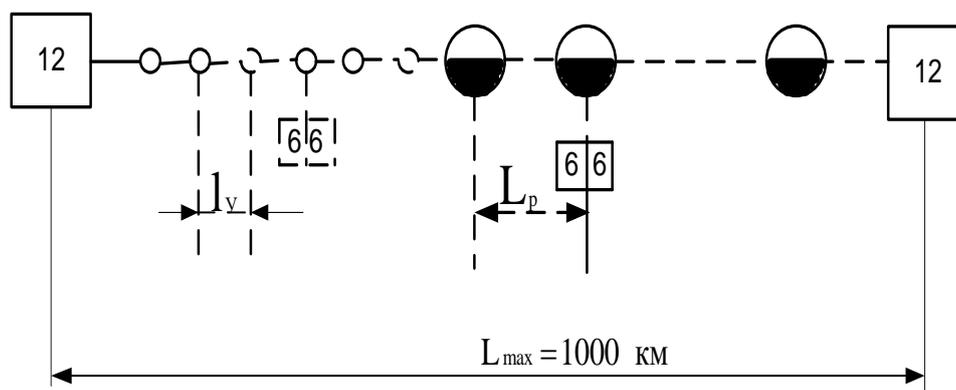


Рисунок 7.5 – Однокабельная система передачи ПКЛ-296/302

На двухкабельной ПКЛ-396/300 максимальная дальность связи по каналам системы П-302 составляет 850 км, длина усилительного участка –  $l_y = 10^{+0,5}_{-5}$  км, максимальная длина секции регулирования –  $L_p = 50$  км. При общей протяженности линии П-296/300 2500 км связь по каналам П-302 может быть организована на трех участках по 850 км.

По требованиям организации связи на ПКЛ могут быть созданы переприемные пункты и пункты выделения каналов по ТЧ и ВЧ. Каждый пункт выделения для транзитных каналов является пунктом переприема по ВЧ. Для любого канала линии допускается не более пяти переприемов, из них по ТЧ не более четырех.

Максимальная дальность связи и структура РРЛ и ТРЛ определяются типом и возможностями радиорелейных и тропосферных станций.

Оконечные станции П-302-О можно применять на ПКЛ-270/304 вместо аппаратуры П-304-ОК. При этом тактико-технические характеристики ПКЛ-270/304 остаются неизменными.

Аппаратура П-302 может быть использована для работы по кабелю П-270 и стационарным кабелям типа МКС. В этом случае все промежуточные усилители должны быть обслуживаемыми (П-302-П), а длины усилительных участков составляют  $l_y = 20^{+0}_{-10}$  км.

В системе П-302 предусмотрены следующие типы каналов:

- 1) каналы ТЧ с эффективной полосой 0,3...3,4 кГц;
- 2) широкополосные каналы ШК-12 с эффективной полосой 12,3...23,4 кГц;
- 3) канал НЧ для громкоговорящей служебной связи с эффективной полосой 0,3...1,8 кГц.

Путем объединения трех каналов ТЧ предусмотрено образование четырех 3-канальных предгрупповых трактов, а путем объединения всех 12 каналов – образование первичного группового тракта с полосой 60,6...107,7 кГц. За счет двух любых предгрупповых трактов можно организовать два канала ШК-12.

Каналы ТЧ в любом количестве могут быть использованы для телефонной связи, девять каналов ТЧ из двенадцати можно задействовать под многока-

нальный тональный телеграф, передачу данных и т. п. Одноканальная аппаратура тонального телеграфа может включаться в любое число каналов ТЧ при сохранении по ним телефонной связи. Каналы ШК-12 предназначены для передачи данных и других широкополосных сигналов. Предгрупповые и первичный групповой тракты используются для ВЧ транзитов по 3-канальной и 12-канальной группам. При транзите соответствующие групповые тракты соединяются между собой с помощью транзитных фильтров.

Выделение любого числа каналов ТЧ и до двух каналов ШК-12 обеспечивается на всех переприемных пунктах. На любом ОУП или НУП с помощью аппаратуры П-302-В возможно выделение шести каналов ТЧ из двух любых предгрупп и одного ШК-12.

Аппаратура П-302-О, П-302-П и П-302-В предназначена для работы в автомобильных аппаратных подвижных узлах связи или на стационарных узлах связи. Аппаратура П-301-НУП допускает размещение в специально открытых котлованах.

Аппаратура П-302-О устанавливается в аппаратных П-257/А2 и П-259-А, аппаратура П-302-П – в аппаратных П-257-Б и П-259-Б, а аппаратура П-302-В – в аппаратных П-257-Б и П-259-ВР. Конструктивно аппаратура выполнена в виде отдельных упаковок.

Для питания аппаратуры П-302-О, П-302-П и П-302-В используется переменный ток частотой  $(50 \pm 2)$  Гц и напряжением  $220_{-20}^{+10}$  В. Предусмотрено аварийное электропитание устройств служебной связи от источника постоянного тока 24 В. Электропитание НУП – дистанционное с ближайшего ОУП или ОП постоянным током 115 мА (допустимая погрешность составляет  $\pm 5$  %) (основной режим) или 40 мА (режим П-304).

#### **7.4.1 Основные электрические характеристики аппаратуры и каналов П-302-О**

##### **Электрические характеристики системы**

Линейный спектр составляет 12...60 кГц, входное сопротивление аппаратуры с линейной стороны – 135 Ом.

Измерительный уровень на линейном выходе аппаратуры одинаков для всех каналов и составляет 0,1 Нп. При работе по двухкабельной системе, когда на параллельных цепях передаются сигналы П-300, измерительный уровень на выходе П-302 понижается до минус 1,3 Нп.

Для автоматической регулировки усиления используются две контрольные частоты: 64 кГц для плоской АРУ и 16 кГц для наклонной АРУ. Уровень контрольных частот на 2 Нп ниже измерительного.

Телеконтроль за состоянием НУП на секции регулирования проводится по специальным сигналам с ОП и ОУП на частотах 3,0; 3,6; 4,2; 4,8; 5,4 и 6,0 кГц. Служебный НЧ канал занимает полосу частот 0,3...1,8 кГц.

## Основные характеристики канала ТЧ

Эффективно передаваемая полоса частот составляет 0,3...3,4 кГц.

Режимы работы, измерительные уровни передачи и приема, а также остаточные затухания приведены в таблице 7.14.

Таблица 7.14 – Режимы работы, измерительные уровни передачи и приема, остаточные затухания

Наименование режима	Условное обозначение	Измерительные уровни, Нп		Остаточное затухание, Нп
		передачи	приема	
Двухпроводной оконечный	2ПР.ОК	0	- 0,8	0,8
Двухпроводной транзит	2ПР.ТР	- 0,4	- 0,4	0
Четырехпроводной оконечный	4ПР.ОК	- 1,5	+ 0,5	- 2
Четырехпроводной транзит	4ПР.ТР	+ 0,5	+ 0,5	0

Частотная характеристика остаточного затухания на одном переприемном участке по ТЧ не выходит за пределы 2/5 нормы МККТТ, а среднее значение, определяемое при пяти переприемных участках, находится в пределах 1/5 нормы МККТТ. Таким образом, при пяти переприемных участках (четыре приема по ТЧ) выполняется норма МККТТ, т. е. значения остаточного затухания на частотах 0,3 и 3,4 кГц превышают значение его на частоте 0,8 кГц не более чем на 1 Нп. Значения норм МККТТ приведены в таблице 7.15.

Таблица 7.15 – Значения норм МККТТ

Частоты, кГц	Норма МККТТ, Нп		2/5 нормы МККТТ (один переприемный участок), Нп	
	превышение	снижение	превышение	снижение
0,3...0,4	1	0,25	0,4	0,1
0,4...0,6	0,5	0,25	0,2	0,1
0,6...2,4	0,25	0,25	0,1	0,1
2,4...3,0	0,5	0,25	0,2	0,1
3,0...3,4	1	0,25	0,4	0,1

Отклонение величины группового времени замедления относительно его значения на частоте 1900 Гц в полосе частот 0,4...3,3 кГц на одном переприемном участке не превышает 2 мс.

Интегральное (невзвешенное) значение мощности собственного шума на выходе канала в точке с нулевым измерительным уровнем для каналов линии заданной протяженности и структуры должно быть не более:

$$P_{\text{шю}} = 3,12L + 780(n + 1) + 470m \text{ пВт.}$$

Для линии максимальной протяженности в 1000 км при четырех переприемах по ТЧ и одном переприеме по ВЧ допустимое напряжение невзвешенного шума на четырехпроводном выходе канала в точке с уровнем плюс 0,5 Нп составит 3,5 мВ.

Защищенность между направлениями передачи и приема канала при максимальной дальности связи должна быть не менее 3 Нп.

При дальности связи L норма защищенности рассчитывается по формуле

$$a_{3L} = 3 + \frac{1}{2} \ln \frac{1000}{L} \text{ Нп.}$$

Защищенность от внятной переходной помехи между каналами должна быть не менее 7,5 Нп на одном переприемном участке и не менее 6,7 Нп при полной дальности связи и максимальном числе переприемов.

Амплитудная характеристика четырехпроводного канала на одном переприемном участке отклоняется от прямолинейной не более чем на 0,035 Нп при повышении уровня на входе канала по отношению к измерительному на 0,8 Нп.

Изменение частоты сигнала в канале на одном переприемном участке не превосходит 0,25 Гц (при условии 30-минутного прогрева аппаратуры).

Тональный вызов в канале передается частотой 2100 Гц. Уровень вызывного сигнала на 0,7 Нп ниже измерительного.

Входное сопротивление канала во всех режимах составляет 600 Ом.

#### **Основные характеристики ШК-12**

Эффективно передаваемая полоса частот в канале составляет 12,3...23,4 кГц, измерительный уровень на входе и выходе – 2,8 Нп, входное сопротивление канала – 600 Ом.

#### **7.4.2 Особенности функциональной схемы П-302-О**

Оконечная станция построена по групповому принципу и содержит следующие основные устройства:

- индивидуальное оборудование;
- групповое оборудование;
- генераторное оборудование;
- линейное оборудование и устройства АРУ;
- контрольно-измерительные устройства;
- устройства канала служебной связи;
- устройства электропитания.

Аппаратура работает по принципу частотного разделения каналов и имеет схему группообразования, приведенную на рисунке 7.6. Перенос частотных спектров токов сигналов каналов ТЧ (0,3...3,4 кГц) в линейный спектр (12,3...59,4) кГц в тракте передачи производится с помощью трех ступеней преобразования: индивидуальной, предварительной и групповой.

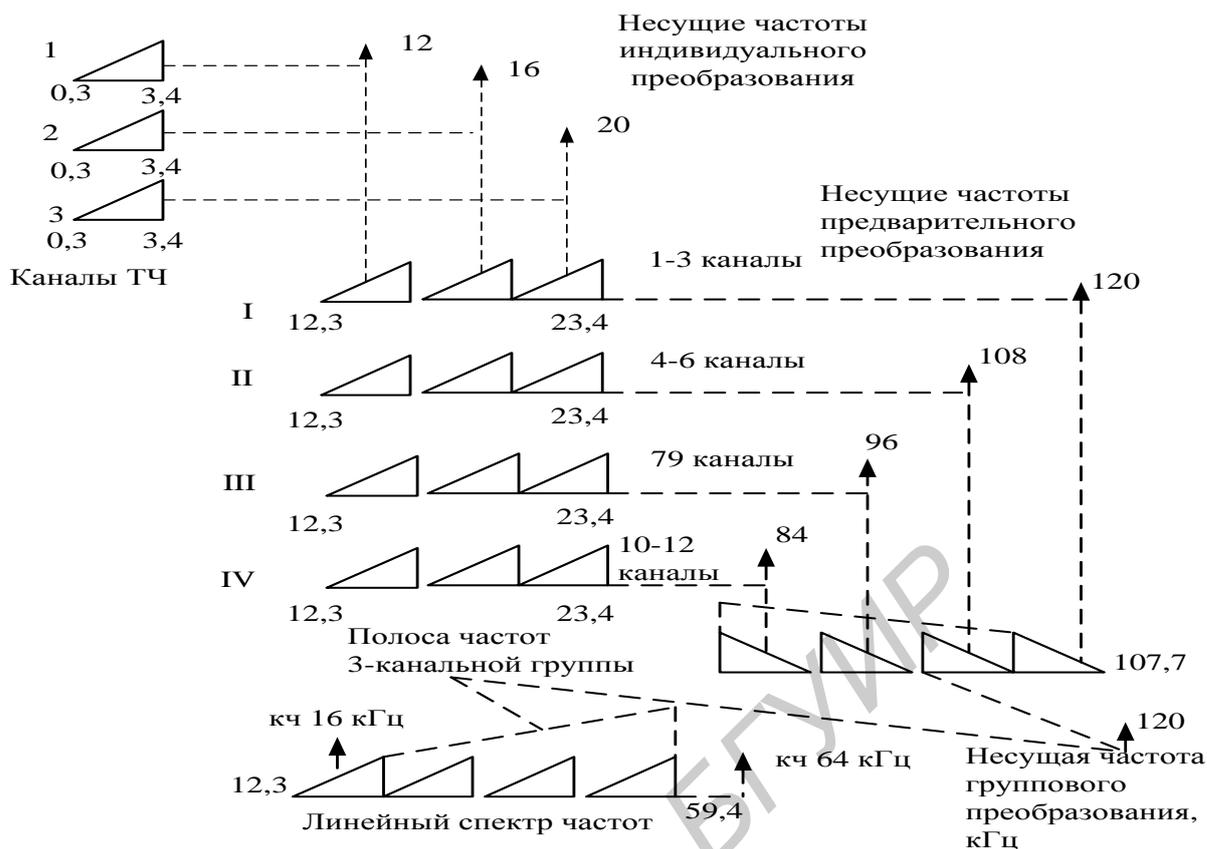


Рисунок 7.6 – Схема группообразования по принципу частотного разделения каналов

Индивидуальное преобразование производится с помощью несущих частот 12, 16 и 20 кГц и использования верхней боковой полосы частот, в результате чего образуется 3-канальная предгруппа с полосой частот от 12,3 до 23,4 кГц. Количество таких предгрупп равно четырем.

Предварительное преобразование производится с помощью несущих 84, 96, 108 и 120 кГц и использования нижней боковой полосы частот, в результате чего осуществляется перенос спектров четырех 3-канальных предгрупп в спектр основной 12-канальной группы с полосой частот от 60,6 до 107,7 кГц.

Посредством третьей ступени преобразования с помощью несущей частоты 120 кГц спектр частот первичной 12-канальной группы переносится в линейный спектр аппаратуры от 12,3 до 59,4 кГц. В тракте приема осуществляется обратное преобразование.

## 7.5 Аппаратная каналообразования П-257-12К

### 7.5.1 Назначение, состав основного оборудования, возможности аппаратной

Аппаратная П-257-12К предназначена для работы по двум полевым кабельным линиям типа П-296 аппаратурой П-302-О, образования каналов то-

нальной частоты и широкополосных каналов, телеграфных каналов, их коммутации и передачи в другие аппаратные подвижного узла связи.

Организационно аппаратная входит в состав центра (группы) аппаратных уплотнения подвижных узлов связи.

Аппаратная может использоваться на оконечных или переприемных пунктах кабельной магистрали П-296/302, а также для уплотнения радиорелейных и тропосферных линий связи.

### **Состав основного оборудования**

В состав основного оборудования аппаратной входят:

1 Каналообразующая аппаратура:

- П-302-О – 2 комплекта;
- П-327-12 – 1 комплект;
- П-327-ПУ6 – 1 комплект;
- П-327-ТПУ – 1 комплект.

В предыдущих выпусках аппаратной устанавливалась аппаратура тонального телеграфирования П-318М6 – 1 комплект, П-318МПУ – 1 комплект. Кроме указанного, имеется упаковка ДСВ – 1 комплект.

2 Вводно-коммутационное оборудование:

- щит коммутации ВЧ каналов (ЩКВЧ) – 2 комплекта;
- щит коммутации НЧ каналов (ЩКНЧ) – 2 комплекта;
- кабельный ввод ВЧ – 1 комплект;
- кабельный ввод НЧ – 1 комплект;
- ввод питания – 1 комплект.

3 Измерительная аппаратура:

- измерительный (прибор) комплект П-322 – 1 комплект;
- испытатель полевых линий П-234 – 1 комплект;
- измеритель неоднородностей линий Р5-5 (Р5-10) – 1 комплект;
- измеритель шумов П-323 ИШ – 1 комплект;
- прибор комбинированный Ц-4313 – 1 комплект.

4 Устройства служебной связи:

- упаковка служебной связи СС-О П-302-О – 2 комплекта;
- пульт громкоговорящей связи ПГС-У – 1 комплект;
- упаковка телефонно-телеграфных переговоров П-318-УТП (аппарат старого парка) – 1 комплект;
- радиостанция Р-105М с устройством избирательного вызова АПА – 1 комплект.

5 Оборудование электропитания:

- электроустановка ЭУ-131-4-О/230 – 1 комплект;
- блок распределения питания (БРП-2Д) – 1 комплект;
- щит автоматической защиты (ЩАЗ-Д) – 1 комплект;
- щит питания освещения, отопителя и вентиляторов (ЩПОВ-3) – 1 комплект;
- преобразователь ПНС-15-12/4,8 – 1 комплект;
- преобразователь ПНС-12/22 – 1 комплект.

6 Вводно-соединительное оборудование, перевозимое в аппаратной:

- кабель КРПТ 3×2,5 мм<sup>2</sup> длиной 100 м – 2 катушки;
- кабель ПТРК 20×2 длиной 50 м – 2 катушки;
- кабель ПТРК 10×2 длиной 100 м – 2 катушки;
- кабель ПТРК 20×2 длиной 5 м – 1 шт.;
- кабель ПТРК 10×2 длиной 5 м – 2 шт.;
- распределительная муфта РМ-20 – 1 шт.;
- распределительная муфта РМ-10 – 2 шт.;
- переходная муфта ПМ-20 – 1 шт.;
- вставка переходная ВП-5 – 2 шт.;
- переходный кабель ПТРК 20×2 длиной 5 м – 1 шт.

7 Аппаратная комплектуется также имуществом, которое перевозится отдельно:

- кабель ПТРК 20×2 длиной 50 м – 2 катушки;
- кабель ПТРК 10×2 длиной 100 м – 3 катушки;
- кабель ПТРК 5×2 длиной 2×100 м – 1 катушка;
- кабель ВСЭК 5×2 длиной 90 м – 2 катушки;
- кабель П-296 длиной 2×50 м – 1 катушка;
- распределительная муфта РМ-20 – 1 шт.;
- распределительная муфта РМ-10 – 4 шт.;
- вставка переходная ВП-5 – 10 шт.;
- вводный щиток ВЩ 5×2 (ПТРК) – 2 шт.;
- кабель П-274М (500 м) – 1 катушка.

В аппаратной имеется возможность дополнительного размещения, кроме указанной аппаратуры:

- аппаратуры П-318М6 – 1 комплект;
- аппаратуры П-317 – 2 комплекта.

#### **Технические возможности аппаратуры**

Электрическая схема аппаратной и установленная в ней аппаратура и оборудование обеспечивают:

- ввод, электрическую защиту двух кабельных линий П-296 и подключение их в аппаратуре П-302-О через блоки вводно-коммутационного оборудования (ВКО-12);

- включение в кабельные линии П-296 аппаратуры П-302 и образование 24 каналов тональной частоты с эффективно передаваемой полосой 0,3...3,4 кГц и двух каналов для служебной связи с полосой 0,3...2,0 кГц;

- использование любого канала тональной частоты для включения аппаратуры П-327-12 (П-318М6) и образование 12 (6) телеграфных каналов. При включении в этот же канал П-327-ТПУ (П-318-УТП) обеспечивается дополнительно служебная телефонная связь в полосе 0,3...1,6 (0,3...1,3) кГц;

- перевод любых 6 (3) телеграфных каналов, образованных аппаратурой П-327-12 (П-318М6), с работы двухполюсными посылками на работу однополюсными посылками с помощью аппаратуры П-327-ПУ6 (П-318М-ПУ);

- коммутацию образованных каналов на ЩКНЧ и передачу их в кроссовые аппаратные узла по соединительным линиям;

- образование четырех широких каналов ШК-12 (12,3...23,4 кГц) вместо любых четырех 3-канальных групп на каждой кабельной линии, коммутации их и передачу на кросс узла связи с помощью щитов коммутации ВЧ каналов (ЩКВЧ);

- передачу двух спектров групповых частот 60...108 кГц на кроссовые аппаратные узла связи с помощью двух кабелей П-296 через кабельный ввод ВЧ аппаратной;

- выдачу на табло «РПС» командно-диспетчерской аппаратной (П-249) узла связи сигнализации о состоянии аппаратуры П-302-О и П-327-12 (П-318М6);

- измерение и испытание кабельных линий, каналов ТЧ, широких и телеграфных каналов;

- служебную громкоговорящую связь с помощью пульта ПГСУ и устройства служебной связи, а также с ОПУ и оконечными станциями на кабельной линии;

- служебную громкоговорящую связь внутри узла на месте и в движении с помощью радиостанции Р-105М и устройства УПА-2;

- освещение, отопление и вентиляцию кузова;

- ввод, электрическую защиту двух цепей электропитания напряжением 220 В частотой 50 Гц, преобразование и распределение питания по потребителям;

- дистанционное питание по три НУП на двух линиях связи с помощью упаковок ДП.

Резервным источником электропитания аппаратуры является электроустановка ЭУ-131-4-О/230 с приводом от двигателя автомобиля (на стоянке). Максимальная потребляемая мощность не превышает 1,5 кВт (без учета мощности, потребляемой электрокалорифером).

Аппаратная рассчитана на надежную работу при температуре от минус 40 до плюс 50 °С и относительной влажности воздуха 65 % (возможно увеличение данного показателя на 15 %), а также при температуре не выше плюс 40 °С и относительной влажности не выше 98 %.

Аппаратная смонтирована в кузове КЧ-131, установленном на шасси автомобиля ЗИЛ-131.

Полная масса аппаратной около 10 100 кг. Экипаж состоит из пяти человек (начальник аппаратной, старший механик, два механика и водитель-электромеханик).

Время развертывания составляет 30 мин (без вхождения в связь). Размещение оборудования и способ его крепления обеспечивают возможность демонтажа аппаратной и вынос аппаратуры, ее расположение, а также обратную установку всего оборудования в кузове автомобиля.

## 7.5.2 Структурная схема аппаратной П-257-12К

Два комплекта аппаратуры каналообразования П-302-О предназначены для работы на кабельных линиях П-296, а также на радиорелейных линиях или линиях тропосферной связи. Образованные с помощью этой аппаратуры каналы тональной частоты могут использоваться для обеспечения телефонной связи, а также для работы по ним аппаратуры тонального телеграфирования.

В аппаратуре П-302-О имеется возможность объединения трех стандартных каналов в один широкий канал в спектре 12...14 кГц для передачи телекодированной информации или организации ВЧ транзита.

Для организации громкоговорящей служебной связи между оконечными станциями и ОПУ используется блок служебной связи (СС-О), входящий в состав аппаратуры П-302-О.

Оборудование комплекта аппаратуры П-302-О состоит из следующих упаковок:

- индивидуального и предварительного преобразования (ИПП-12) – 1 шт.;
- дифференциальных систем и вызова (ДСВ) – 1 шт.;
- группового оборудования на 12 каналов (ГО-12) – 1 шт.;
- служебной связи (СС-О) – 1 шт.;
- линейного оборудования (ЛО-12) – 1 шт.;
- питания (ПИТ) – 1 шт.;
- транзитных фильтров ТФ (2-0) – 1 шт.;
- дистанционного питания (ДП) – 1 шт.;
- вводно-коммутационная (ВКО-12) – 1 шт.

В комплект аппаратуры, кроме того, входят:

- устройство переходное (УП П-302) – 1 шт.;
- комплект соединительных кабелей – 1 комплект;
- упаковки запасного генераторного оборудования (ЗИП Ген-12) комплекты ЗИП П-302-О №1 и №2 по 1 комплекту.

Полоса эффективно передаваемых частот:

- по каналу ТЧ – от 0,3 до 3,4 кГц;
- по широкому каналу ШК-12 – от 12,3 до 23,4 кГц;
- по каналу широкого вещания ШВ – от 84 до 96 кГц;
- по служебному каналу – от 0,3 до 2,0 кГц.

Каждый комплект аппаратуры П-302-О соединен кабелем П-296 с кабельным вводом ВЧ через ВКО-12, а с другой стороны – со щитом коммутации каналов ТЧ (ЩКНЧ), который, в свою очередь, соединен с кабельным вводом НЧ.

Кроме того, к щиту ЩКНЧ подключаются кабели от щита коммутации каналов ВЧ (ЩКВЧ) и пульта ПГС-У.

Аппаратура тонального телеграфирования П-327-12 предназначена для частотного уплотнения четырехпроводных каналов тональной частоты.

Аппаратура П-327-12 позволяет получить двенадцать телеграфных каналов в полосе частот 0,3...3,4 кГц со скоростью телеграфирования до 100 бод, а

также образования в каждом из двух подключенных каналов ТЧ шести телеграфных каналов со скоростью телеграфирования до 100 бод в полосе частот 1,8...3,4 кГц.

**Устройство переходное П-327-ПУ6** обеспечивает сопряжение аппаратуры тонального телеграфирования с телеграфными аппаратами в режимах 1, 2, 3.

**Аппаратура П-327-ТПУ** предназначена для организации в спектре тонального канала с эффективно передаваемой полосой частот 0,3...3,4 кГц служебного телефонного канала в полосе частот от 0,3 до 1,6 кГц при работе с аппаратурой тонального телеграфирования П-327 или в полосе частот 0,3...1,3 кГц при работе с аппаратурой П-318М.

Аппаратура П-327-ТПУ обеспечивает организацию телефонной связи по шести телефонным каналам, при этом по четырем каналам обеспечивается связь в полосе частот 0,3...1,6 кГц и по двум каналам в полосе частот 0,3...1,3 кГц.

**Аппаратура тонального телеграфирования П-318М6** используется для работы по каналам ТЧ и образования шести телеграфных каналов. Она может работать в спектре 380...1420 Гц (1–6-й каналы) или в спектре 1460...2500 Гц (7–12-й каналы).

**Аппаратура П-318М-ПУ** предназначена для преобразования однополюсных телеграфных посылок и двухполюсных в тракте передачи и для преобразования двухполюсных в однополюсные в тракте приема. В упаковке П-318М-ПУ-6 смонтированы три независимых друг от друга блока.

#### **Кабельные вводы**

Аппаратная оборудована тремя кабельными вводами:

- №1 – ВЧ;
- №2 – НЧ;
- №3 – питания.

Кабельный ввод ВЧ предназначен для подключения кабельных линий дальней связи П-296, кабеля от измерительной аппаратной и линий от кросса телефонных каналов для передачи широкополосных каналов и спектров.

Емкость кабельного ввода ВЧ рассчитана на подключение к аппаратной следующих кабелей:

- двух кабелей П-296 для ввода линий дальней связи под включение аппаратуры П-301-О (полумуфты КАБ 1 1П-301 и КАБ 1 2П-301-О);
- двух кабелей П-296 для передачи спектров 60...108 кГц на кросс телефонных каналов (полумуфты: 1П-302-О, ВЫХ. 60-108; 2П-302-О ВЫХ. 60-108);
- двух кабелей ВСЭК 5×2 для передачи четырех широкополосных каналов ШК-12 на кросс телефонных каналов (полумуфты 1П-302-О ШК-12 1-2, 2П-302-О ШК-12 1-2);
- одного кабеля П-296 от линейной измерительной аппаратной (полумуфта ИЗМ.АПП);
- провода от заземлителя.

Кабельный ввод НЧ предназначен в основном для подключения соединительных линий от кроссов и сдачи по ним каналов в эксплуатацию, а также для передачи цепей сигнализации в командно-диспетчерскую аппаратную.

Емкость кабельного ввода НЧ рассчитана на подключение к аппаратной следующих кабелей и линий:

- двух кабелей ПТРК 20×2 и двух ПТРК 10×2 для приема четырехпроводных соединительных линий от кросса телефонных каналов, телефонной станции дальней связи или от других аппаратных узла (полумуфты ТФ КАН П-302-О 1-10, 11-12; ТФ КАН 2П-302-О 1-10, 11-12);

- двух кабелей ПТРК 10×2 для приема четырехпроводных линий (соединительных) от кросса телеграфных каналов или других аппаратных узла (полумуфты ТГ КАН П-318 1-5, 6-10);

- кабеля ПТРК 5×2 для передачи сигнализации на блок РПС КДА от двух комплектов аппаратуры П-302-О и от аппаратуры П-318М6, а также для обеспечения служебной связи (полумуфты СЛЖ);

- соединительных линий с аппаратными П-255АМ и вынесенными абонентами (платы с клеммами 1ЩКНЧ П-303 ПР, ПЕР; 2ЩКНЧ П-303 ПР, ПЕР; ВА);

- трех двухпроводных линий для организации служебной связи с другими аппаратными (клеммы ТА, МБ/ЦБ, АТС/ЦБ);

- кабеля для освещения ввода (полумуфта ОСВ ВВОДА);

- проводов от заземлителей (клеммы ИЗМ 1, 2, 3).

Кабельный ввод питания предназначен для подключения аппаратной к двум общеузловым источникам переменного тока.

Емкость кабельного ввода питания рассчитана на подключение следующих кабелей и проводов:

- двух кабелей КРПТ 3×2,5 для питания аппаратной от двух источников переменного тока напряжением 220 В (полумуфты СЕТЬ-1 220 В, СЕТЬ-2 220 В);

- провода от светоуказателя аппаратной (полумуфта СВЕТОУКАЗ);

- провода от заземлителя типа «Бурав» (клемма ЩАЗ);

- провода лампы освещения ввода (полумуфта ОСВ ВВОДА).

### **Коммутационное оборудование**

В составе аппаратной П-257-12К на каждый комплект аппаратуры каналообразования П-302-О имеется по одному щиту коммутации ВЧ каналов (ЩКВЧ) и одному щиту коммутации НЧ каналов (ЩКНЧ).

Щит коммутации ВЧ каналов предназначен для коммутации широких каналов ШК-12 и передачи их на кросс телефонных каналов узла связи. Для этой цели к щиту подводятся тракты 3-канальных групп аппаратуры П-302-О и выходы полосовых транзитных фильтров, а также соединительные линии для ШК-12 со стороны кросса.

На коммутационные гнезда ЩКВЧ выведены также тракты приема и передачи группового спектра 60...108 кГц, которые можно подавать на упаковку ИПП-12 для последующего преобразования и получения каналов тональной частоты или для передачи на кросс телефонных каналов. Все переключения на щите производятся типовыми вилками.

Щит коммутации ТЧ каналов предназначен для выбора режимов работы каналов тональной частоты, образованных аппаратурой П-302-О, проведения

эксплуатационных измерений, служебных переговоров по каналам и передачи их на кросс телефонных каналов.

Кроме того, щит ЩКНЧ предусматривает возможность подключения к нему аппаратуры тонального телеграфирования П-327-12 (П-318М6) и П-317 (в случае ее установки в аппаратной) для использования их на каналах тональной частоты и коммутацию образованных телеграфных каналов на соединительные линии в сторону кросса телеграфных каналов.

Библиотека БГУИР

## **8 АППАРАТУРА МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ С ВРЕМЕННЫМ РАЗДЕЛЕНИЕМ КАНАЛОВ**

### **8.1 Принципы построения каналообразующей аппаратуры цифровых систем передачи (КОА ЦСП)**

#### **8.1.1 Структура каналообразующей аппаратуры ЦСП**

Цифровые системы передачи (ЦСП) предназначены для образования на первичной сети типовых цифровых трактов и каналов. В ЦСП ЕАСС предусматривается возможность организации цифровых трактов с номинальными скоростями 0,480 (0,512) Мбит/с (субпервичного), 2,048 Мбит/с (первичного), 8,448 Мбит/с (вторичного), 34,368 Мбит/с (третичного) и 134,264 Мбит/с (четвертичного).

На базе указанных групповых трактов образуются типовые цифровые каналы (ЦК) передачи:

- основной цифровой канал (ОЦК) со скоростью передачи 64 Кбит/с (48 Кбит/с в П-331);

- субпервичный ЦК (СЦК) – 480 Кбит/с;
- первичный ЦК (ПЦК) – 2048 Кбит/с;
- вторичный ЦК (ВЦК) – 8448 Кбит/с;
- третичный ЦК (ТЦК) – 34 368 Кбит/с;
- четвертичный ЦК (ЧЦК) – 139 264 Кбит/с.

Для организации служебной связи используются низкоскоростные цифровые каналы. На аппаратуру объединения могут подаваться каналы со скоростями передачи 1,2, 2,4, 4,8, 9,6 и 16 Кбит/с. Для преобразования аналогового сигнала в цифровой в этих случаях используются устройства преобразования сигналов (УПС) или модемы.

Структура первичной сети предопределяет объединение и разделение потоков передаваемой информации, поэтому используемые на ней системы передачи (СП) строятся по иерархическому принципу. Этот принцип заключается в том, что число каналов цифровой системы передачи, соответствующее данной ступени иерархии, больше числа каналов предыдущей ступени в целое число раз. Система передачи, соответствующая первой ступени, называется первичной. В ней осуществляется прямое преобразование небольшого числа (15, 24 или 30) первичных сигналов в первичный цифровой поток.

Система передачи вторичной ступени иерархии объединяет определенное число первичных потоков во вторичный цифровой поток (ЦП). По аналогичной схеме образуются третичный и четвертичный ЦП на третьей и четвертой ступенях иерархии. Коэффициент кратности объединения ЦП выбран равным 4, т. к. в основе техники ЦСП лежит двоичная система счисления.

В нашей стране используется европейский стандарт иерархии ЦСП:

- первичные ЦСП на 30 каналов ОЦК, скорость передачи 2048 Кбит/с;
- вторичные ЦСП на 120 каналов ОЦК, скорость передачи 8448 Кбит/с;

- третичные ЦСП на 480 каналов ОЦК, скорость передачи 34 368 Кбит/с;
- четвертичные ЦСП на 1920 каналов ОЦК, скорость передачи 39264 Кбит/с.

На рисунках 8.1 и 8.2 (для первичных сетей военного назначения) представлена иерархия типовых цифровых групповых трактов.



Рисунок 8.1 – Структура построения цифрового группового тракта

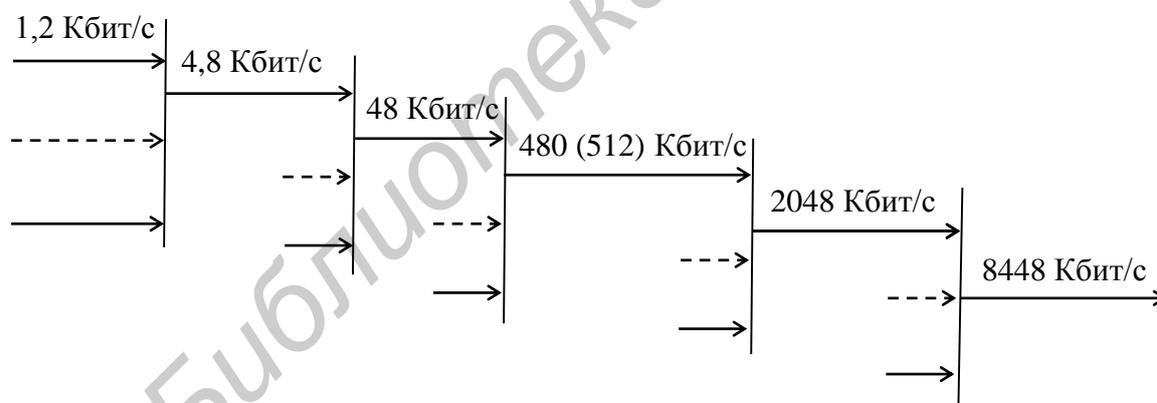


Рисунок 8.2 – Структура построения цифрового группового тракта для первичных сетей военного назначения

В североамериканских странах первичный ЦП образуется двадцатью четырьмя каналами ОЦК, скорость ЦП равна 1544 Кбит/с.

Ранее была разработана система синхронной цифровой иерархии (СЦИ), в которой были установлены следующие скорости передачи:

- первая ступень – 155 520 Кбит/с;
- вторая ступень – 622 080 Кбит/с;
- третья ступень – 2 488 320 Кбит/с;
- четвертая ступень – 9 953 280 Кбит/с.

Сейчас рассматривается вопрос установления скоростей ниже первой ступени, что позволит получить преимущества СЦИ на современных спутниковых и РР линиях связи, где скорости ЦП не превышают 60 000 Кбит/с.

Скорости цифровых потоков одной и той же ступени иерархии, образованных цифровыми системами передачи разных станций, отличаются друг от друга в пределах допустимой нестабильности задающих генераторов.

Их объединение требует принятия специальных мер, усложняющих конструкцию и эксплуатацию аппаратуры. Системы иерархии, где объединяются потоки с небольшими расхождениями скоростей, называются плезиохронными.

Объединение плезиохронных ЦП в синхронный требует добавления заметного объема служебной информации. Для четвертичного потока эта добавка равна  $155\,520 - 139\,264 = 16\,256$  Кбит/с. Большие объемы служебной информации позволяют поднять эксплуатационное и техническое обслуживание сети на качественно новый уровень.

Цифровая система передачи состоит из четко разграниченных по назначению функциональных частей:

- линейного тракта;
- аппаратуры временного группообразования (АВГО);
- аппаратуры цифрового и аналогового каналообразования и аналого-цифрового преобразования (АЦП).

АВГО предназначена для объединения определенного числа входных цифровых сигналов (потоков) в единый цифровой сигнал с определенной скоростью передачи и обратного преобразования.

АЦП предназначена для образования аналоговых каналов и трактов.

Структурная схема каналообразующей аппаратуры (КОА) ЦСП представлена на рисунке 8.3.

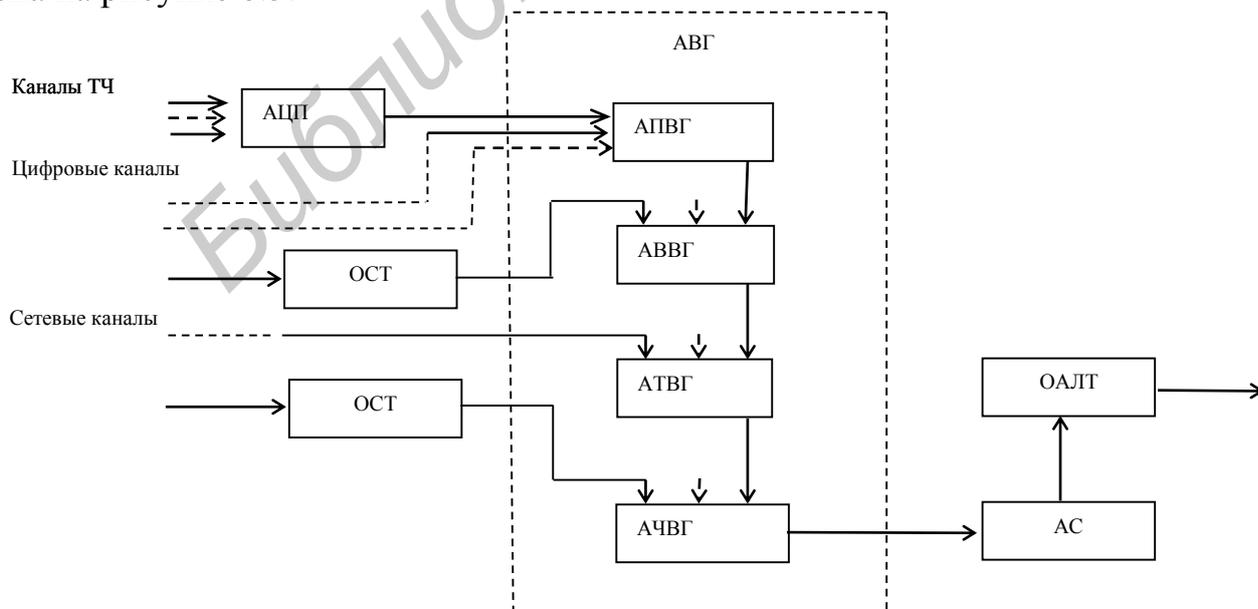


Рисунок 8.3 – Структурная схема каналообразующей аппаратуры (КОА) ЦСП

КOA ЦСП имеет в своем составе:

- аппаратуру цифрового и аналогового каналообразования и аналого-цифрового преобразования (АЦП).
- оборудование сетевых трактов (ОСТ), т. е. устройство обеспечивающее стык;
- аппаратуру первичного группообразования (АПВГ);
- аппаратуру вторичного группообразования (АВВГ);
- аппаратуру третичного группообразования (АТВГ);
- аппаратуру четвертичного группообразования (АЧВГ);
- аппаратуру сопряжения (АС);
- оконечную аппаратуру линейного тракта (ОАЛТ).

Сформированный в АВГО многоканальный цифровой сигнал перед передачей в линейный тракт подвергается в аппаратуре сопряжения (АС) преобразованию с целью более эффективного использования возможностей линейного тракта. В состав KOA ЦСП входит также оконечная аппаратура линейного тракта (ОАЛТ).

Для осуществления транзита каналов передачи и групповых трактов, образованных в первичной сети, а также для предоставления цифровых каналов во вторичную сеть в KOA ЦСП обеспечиваются нормализованные стыки.

### **8.1.2 Методы объединения и разделения цифровых потоков**

Цифровой сигнал некоторого источника может быть изохронным, имеющим постоянный тактовый интервал, и неизохронным. Цифровые сигналы нескольких источников в зависимости от соотношения между значащими моментами подразделяются на синхронные и асинхронные (гомохронные, мезохронные, плезиохронные).

Цифровые системы передачи относятся к системам с временным разделением каналов. В них для передачи сигналов по каждому из цифровых каналов в групповом сигнале отводятся определенные интервалы времени, называемые канальными интервалами. Совокупность примыкающих друг к другу канальных интервалов, в которой положение каждого интервала может быть определено однозначно, получила название цикла временного объединения. Если групповой сигнал не имеет какой-либо систематической характеристики, которая может быть взаимосвязана со структурой цикла, то в цикле временного объединения отводятся интервалы для синхросигнала. В групповом сигнале, как правило, имеются служебные символы, символы сигналов телеконтроля, управления и т. д. Если они размещаются в нескольких циклах, то для однозначного отождествления интервалов для этих символов циклы объединяются в сверхциклы, каждый из которых, в свою очередь, требует сигналов сверхцикловой синхронизации.

Таким образом, цикл временного объединения состоит из канальных интервалов, интервалов циклового синхросигнала, служебных и дополнительных символов.

При формировании группового цифрового сигнала возможны следующие варианты объединения цифровых сигналов:

- посимвольное (или поразрядное);
- поканальное (погрупповое);
- посистемное (по циклам потоков объединяемых систем).

Структуры циклов (только каналные интервалы) для различных вариантов объединения цифровых сигналов представлены на рисунке 8.4, б, в, г, где СТ – станция, ЗИ – защитный интервал. Структура подцикла системы многократного доступа с временным делением представлена на рисунке 8.4, д, где КИ – каналный интервал.

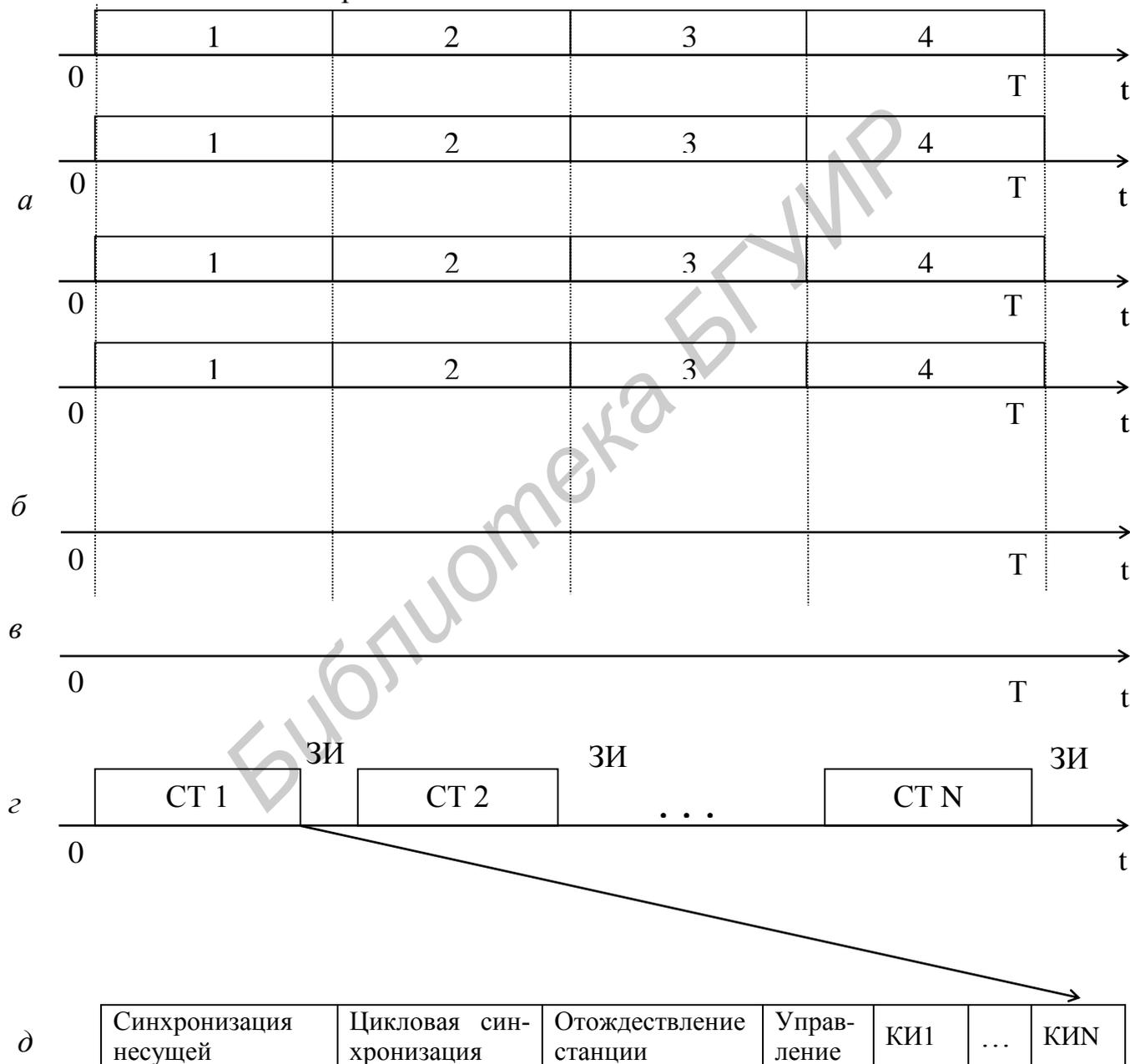


Рисунок 8.4 – Структуры циклов (только каналные интервалы) для различных вариантов объединения цифровых сигналов

В первом случае (рисунок 8.4, б) сначала поочередно считываются первые символы (разряды) каждого из цифровых потоков, затем вторые, потом третьи и т. д.

Структурная схема устройства посимвольного объединения цифровых потоков представлена на рисунке 8.5.

Как достоинство этого способа можно отметить то, что при кратковременных прерываниях связи в каждом канале пропадает незначительное число импульсов. Но достоверность передачи снижается сразу в нескольких цифровых каналах. Этот способ используется в аппаратуре ЦСП «Импульс».

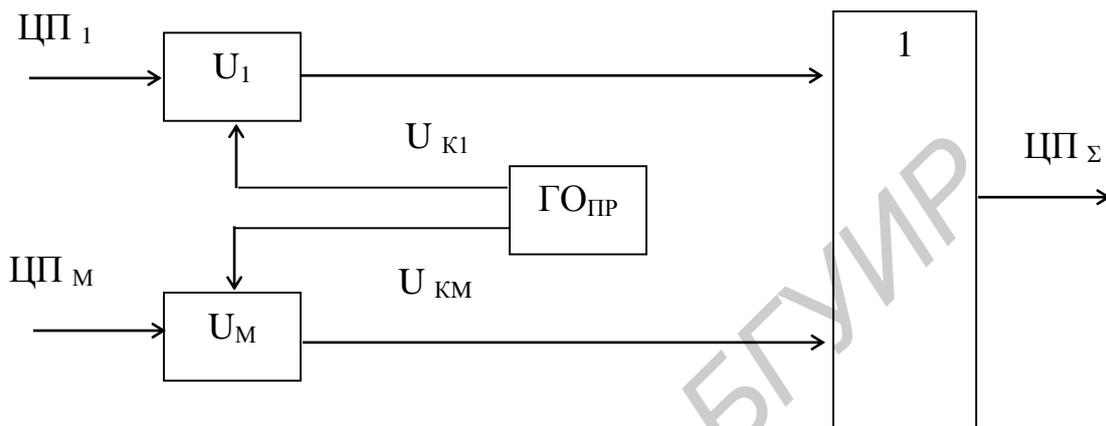


Рисунок 8.5 – Структурная схема устройства посимвольного объединения цифровых потоков

Принцип работы устройства объединения поясняется на рисунке 8.6.

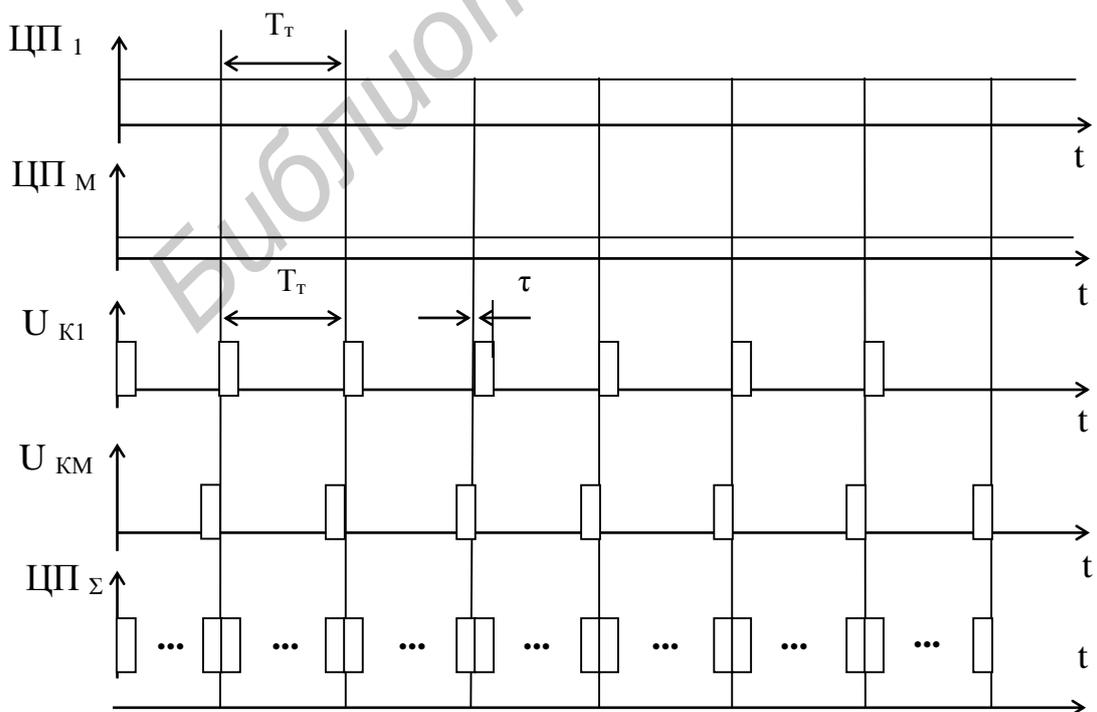


Рисунок 8.6 – Принцип посимвольного объединения цифровых потоков

При использовании второго способа объединения цифровых сигналов сначала передается группа символов (разрядов) первого канала (ЦП), затем второго, потом третьего и т. д. В этом случае при кратковременных прерываниях связи теряется информация одного или двух каналов, но в несколько большем объеме. Данный способ применяется в аппаратуре ИКМ-30. Оборудование объединения и разделения требует большего объема памяти, что сдерживает распространение подобных способов объединения.

Объединение ЦП по циклам аналогично по каналному объединению, только сразу передается цикл одного цифрового потока.

В системах синхронной цифровой иерархии используют побайтное объединение (в объединенном потоке последовательно передаются байты – восьмиразрядные группы символов объединяемых потоков).

В общем случае объединяемые цифровые сигналы асинхронны. Значения их тактовых частот  $f_{zi}$  ( $i = 1 \dots N$ , где  $N$  – число объединяемых потоков) соответствуют номинальному значению  $f_{30}$  с заданным допуском. Поэтому перед объединением сигналы преобразуют к виду, пригодному для передачи в групповом сигнале. Это преобразование называют цифровым вводом.

Различают синхронный и асинхронный ввод цифровых сигналов.

Ввод некоторого цифрового сигнала в групповой тракт и обратное преобразование осуществляется с помощью блоков сопряжения (БС):

- блоков асинхронного сопряжения (БАС);
- блоков синхронного сопряжения (БСС);
- блоков передачи и приема (БС<sub>пер</sub>, БС<sub>пр</sub>).

Преобразование цифровых сигналов при объединении предполагает запись их в запоминающие устройства и считывание в моменты, разнесенные на каналные интервалы. При разделении на приемной станции производится запись цифрового сигнала в запоминающее устройство и считывание с тактовой частотой данного цифрового канала (такта).

Упрощенная структурная схема БС передачи и приема одного из объединяемых цифровых потоков показана на рисунке 8.7.

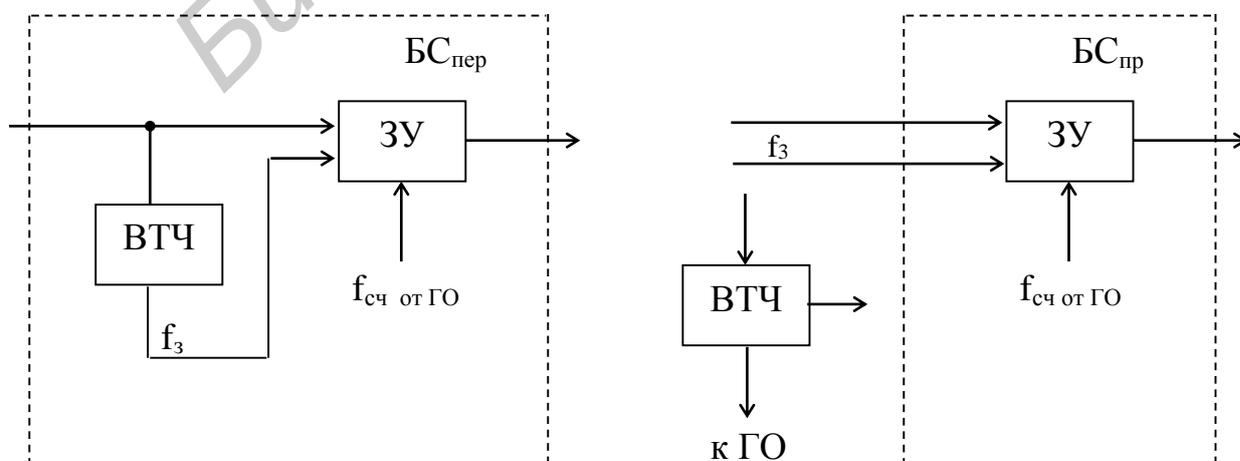


Рисунок 8.7 – Структурная схема БС передачи и приема

Для обеспечения записи в ЗУ с частотой приходящего сигнала предусматривается выделитель тактовой частоты (ВТЧ).

Согласованная работа БС передачи требует, чтобы число записываемых и считываемых информационных символов за цикл объединения было одинаковым. Это обеспечивается при  $f_3 = f_{счн}$ , где  $f_{счн}$  – номинальная частота считывания. В цикле объединения необходимы также интервалы для синхросигналов и символов дополнительных сигналов. Поэтому частота считывания на цикле объединения или его частях ( $f_{сч}$ ) выше частоты записи ( $f_{сч} > f_3$ ) и в последовательности считанных импульсов появятся пропуски, повторяющиеся с постоянным периодом, которые могут использоваться для передачи синхросигналов. На рисунке 8.8 показаны диаграммы синхронного ввода четырех цифровых потоков ЦП1–ЦП4 в групповой тракт и группового потока ЦП $_{\Sigma}$ . Также на рисунке показаны диаграммы формирования цифрового потока на выходе БС приема одного из трактов. Точками на диаграммах указаны моменты считывания.

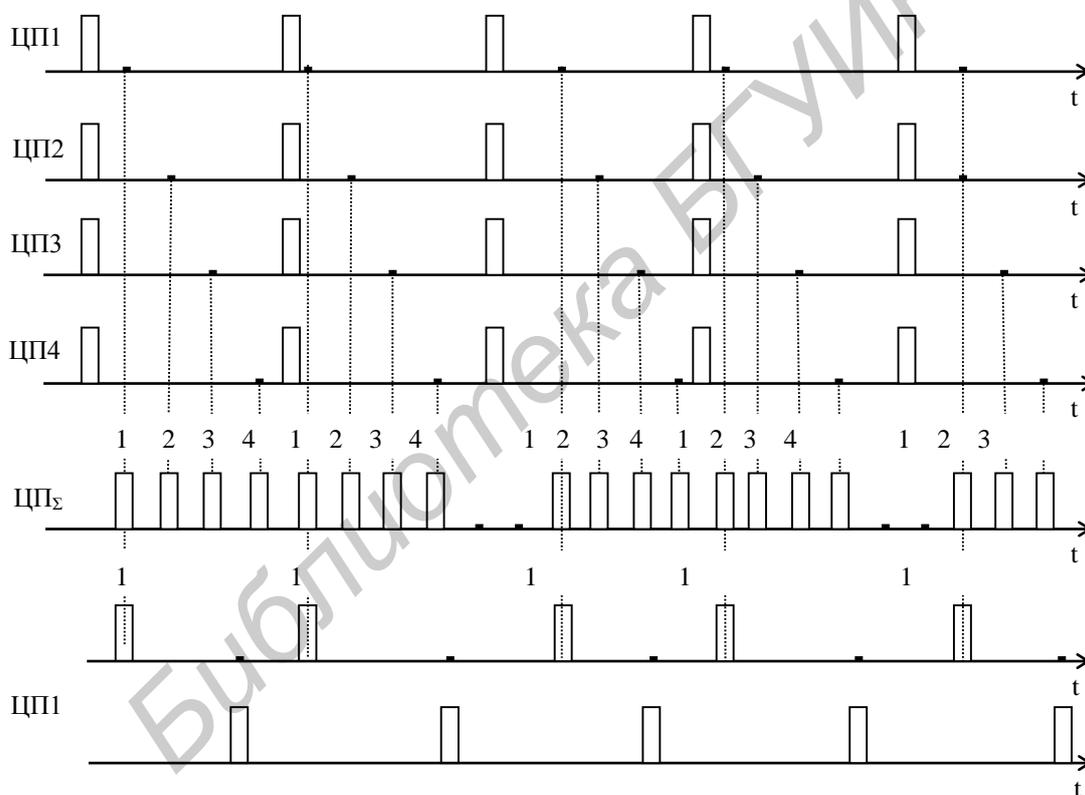


Рисунок 8.8 – Диаграммы синхронного ввода цифровых потоков, группового потока и формирование цифрового потока на выходе БС приема

При асинхронном объединении цифровые системы передачи часто имеют автономное генераторное оборудование, обладающее некоторой нестабильностью частоты. Эта нестабильность невелика, поэтому объединяемые потоки называют плезиохронными («как бы синхронными»). Для правильного разделения генераторное оборудование приема синхронизируется по тактовой частоте и частоте следования синхросигнала с помощью приемника синхросигнала.

При объединении ЦП производится запись информационных символов в запоминающее устройство (ЗУ) с частотой записи  $f_3$  (частота источника) и считывание с частотой аппаратуры объединения  $f_{сч}$ . При асинхронном объединении цифровых потоков частоты записи и считывания могут изменяться в некоторых пределах и иметь следующие значения:

$$f_{3,н} - \Delta f_{3max} \leq f_3 \leq f_{3,н} + \Delta f_{3max},$$

$$f_{сч,н} - \Delta f_{счmax} \leq f_{сч} \leq f_{сч,н} + \Delta f_{счmax},$$

где  $f_{3,н}$  – номинальная частота записи;

$f_{сч,н}$  – номинальная частота считывания;

$\Delta f_{3max}$  – максимальное отклонение частоты записи;

$\Delta f_{счmax}$  – максимальное отклонение частоты считывания.

При таких ситуациях возникают моменты, когда  $f_3 < f_{сч}$ , и передача ЦП<sub>j</sub> будет происходить с искажениями, т. к. появляются дополнительные временные позиции, которые в исходном цифровом сигнале отсутствуют. В этом случае в считанную последовательность (ЦП<sub>j</sub><sup>\*</sup>) вводится дополнительный балластный тактовый интервал («вставка»), который на приеме должен быть изъят из переданной информационной последовательности. Такая ситуация называется положительным согласованием скоростей (рисунок 8.9).

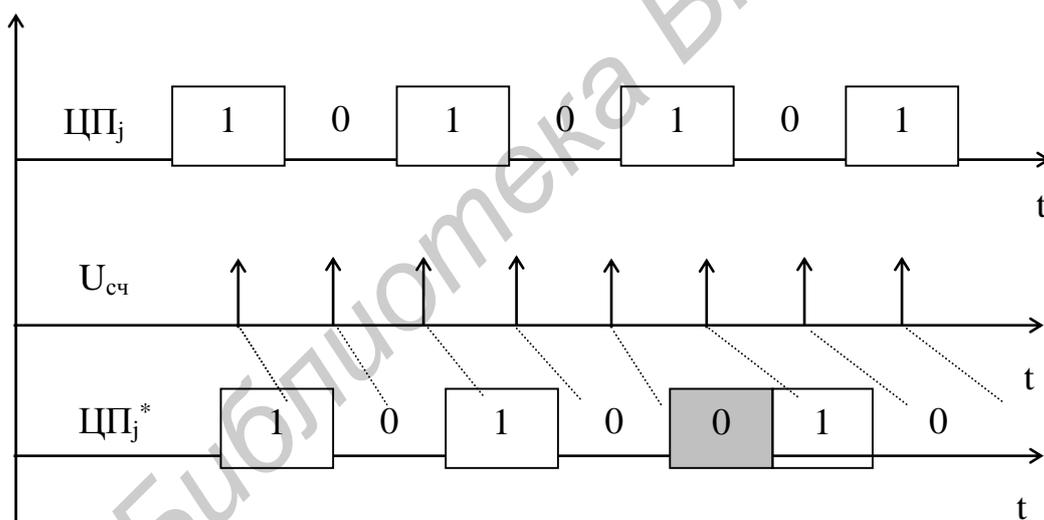


Рисунок 8.9 – Принцип положительного согласования скоростей

Если  $f_3 > f_{сч}$ , то в результате объединения ЦП<sub>j</sub> в групповой сигнал будет происходить потеря информации. Непереданный символ данного цифрового потока (ЦП<sub>j</sub><sup>\*</sup>) изымается и передается по специальному временному каналу, который в аппаратуре ЦСП «Импульс» называется дополнительным интервалом (ДИ). На приеме этот символ вводится на свое место в принятый цифровой поток. Данный способ называется отрицательным согласованием скоростей и не имеет преимуществ по сравнению с положительным, но реализуется с помощью более сложных устройств и поэтому самостоятельно не используется (рисунок 8.10).

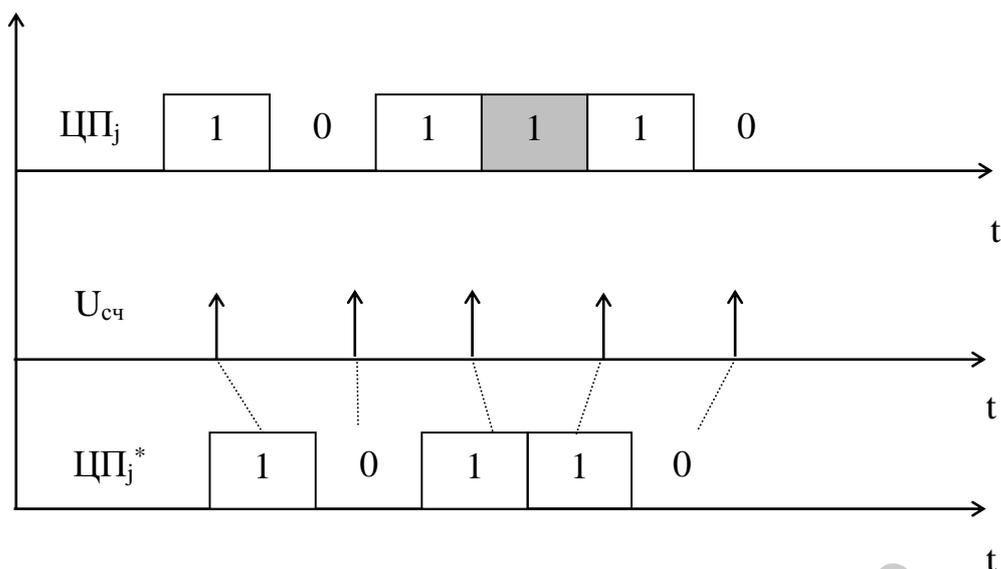


Рисунок 8.10 – Принцип отрицательного согласования скоростей

Управление согласованием скоростей на приеме осуществляется посредством команд согласования скоростей (КСС). В аппаратуре ЦСП «Импульс» это называется командой сигнализации вставки (КСВ).

В аппаратуре комплекса ЦСП «Импульс» используется наряду с односторонним и двустороннее согласование скоростей.

Двустороннее согласование скорости передачи является универсальным и обеспечивает возможность синхронной и асинхронной работы при одной и той же структуре цикла. Однако оно требует более сложных устройств и приводит к возникновению фазовых дрожаний очень низких частот. Последний недостаток в значительной степени устраняется при двустороннем согласовании скорости передачи с двухкомандным управлением. При двустороннем согласовании используются три типа команд:

- 1) положительная;
- 2) нулевая;
- 3) отрицательная.

Метод двухкомандного управления заключается в замене нулевой команды двумя последовательностями – положительной и отрицательной. Это значит, что процесс добавления и удаления символов выполняется и при синхронном режиме работы. Средняя частота выравнивания тактовых интервалов в принятом канальном сигнале электросвязи в этом случае будет большей и фазовые дрожания сгладить легче.

Структурные схемы блоков сопряжения трактов передачи и приема при двустороннем согласовании скорости показаны на рисунках 8.11 и 8.12. Схема БС<sub>пер</sub> в отличие от простейшей (см. рисунок 8.7) содержит временной дискриминатор (ВД), передатчик команд согласования скорости, ячейки ИЛИ и НЕТ.

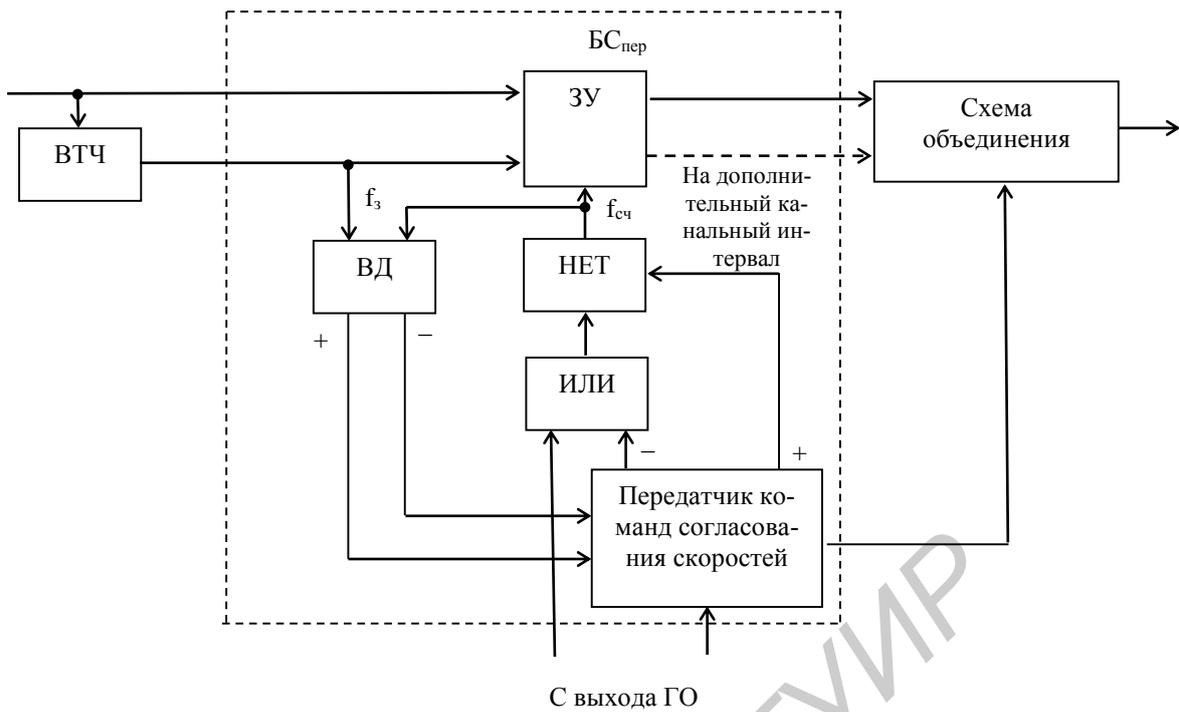


Рисунок 8.11 – Структурная схема блока сопряжения тракта передачи при двустороннем согласовании скорости

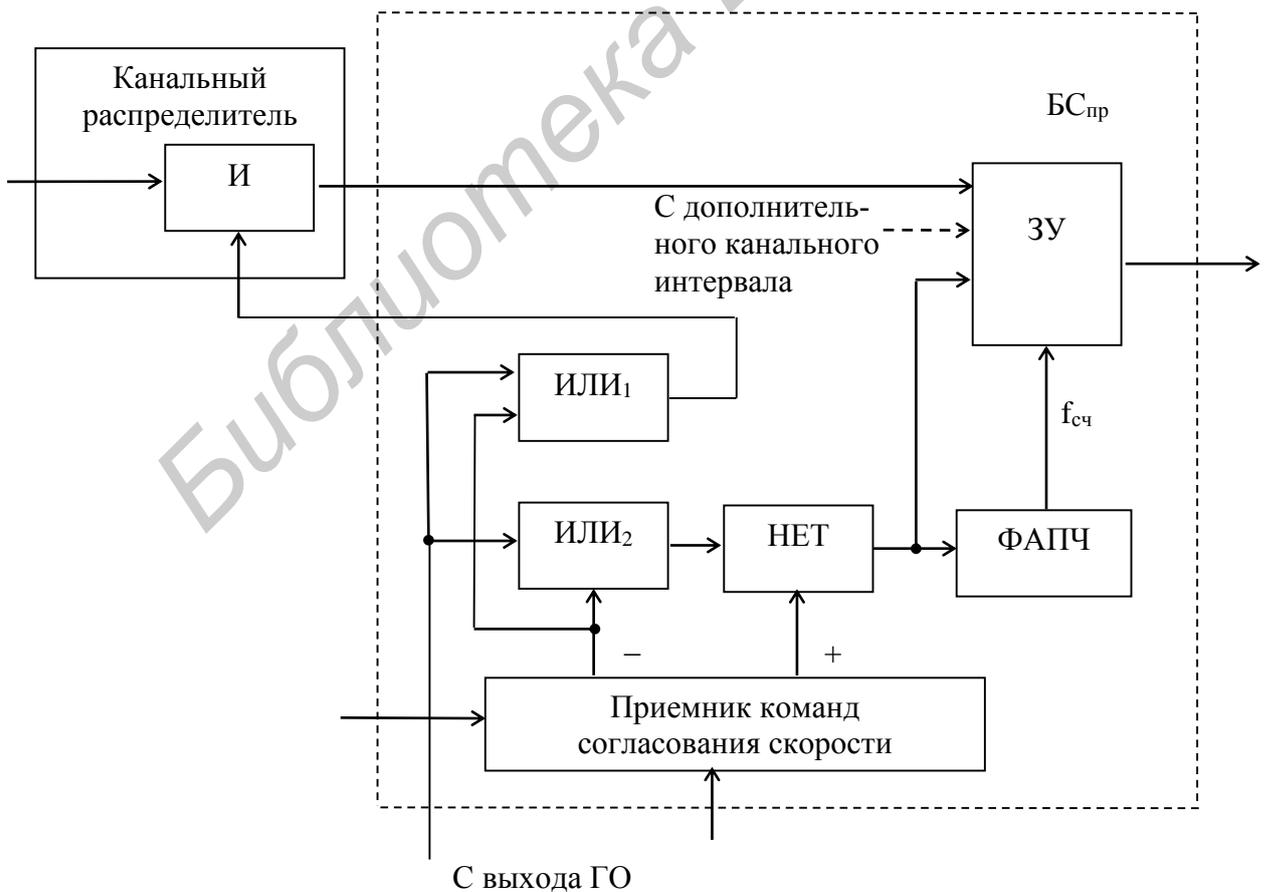


Рисунок 8.12 – Структурная схема блока сопряжения тракта приема при двустороннем согласовании скорости

Временной дискриминатор служит для контроля взаимного временного положения импульсов записи и считывания. Когда изменения временного интервала между ними достигнут периода считывания, от ВД к передатчику команд согласования скоростей подается соответствующий сигнал для выработки кодовой группы, несущей информацию о необходимости введения или исключения тактового интервала в последовательности символов данного цифрового потока.

При положительном согласовании скорости с помощью логического элемента НЕТ осуществляется запрет одного импульса считывания. Отрицательное согласование достигается дополнительным считыванием, которое производится с помощью логического элемента ИЛИ. Дополнительно считанный символ с выхода ЗУ займет место в дополнительном канальном интервале.

В системах с односторонним согласованием скоростей имеется только одна цепь согласования. При положительном согласовании задействован положительный выход ВД, с передатчика команд согласования скорости передается сигнал только с положительного выхода, необходимость в ячейке ИЛИ отпадает. В БСС отсутствует передатчик команд согласования скорости и ячейка ИЛИ, выход ВД подключается к ячейке НЕТ. Эта цепь необходима для начальной установки соответствия между моментами записи и считывания. Схема БС<sub>пр</sub> содержит приемник команд согласования скорости, устройство фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) и ячейки ИЛИ<sub>1</sub>, ИЛИ<sub>2</sub>, НЕТ. Импульсные последовательности через каналные распределители, управляемые сигналами генераторного оборудования, поступают в запоминающее устройство. После считывания с частотой, равной средней частоте записи в передающем устройстве, восстанавливается первоначальная скорость передаваемых цифровых потоков. Средняя частота считывания устанавливается устройством ФАПЧ. Если принимается сигнал о положительном согласовании скорости, то на запоминающее устройство поступает сигнал запрета записи информации. По сигналу об отрицательном согласовании скорости с помощью логического элемента ИЛИ<sub>1</sub> открывается элемент И в канальном распределителе и вводится пропущенный на передаче символ в передаваемый сигнал. Одновременно дополнительный импульс через логический элемент ИЛИ<sub>2</sub> вводится в последовательность, управляемую записью.

При положительном согласовании скорости из схемы БС<sub>пр</sub> исключаются ячейки ИЛИ<sub>1</sub> и ИЛИ<sub>2</sub>, а при синхронных сигналах записи и считывания на передаче – ячейки НЕТ, приемник согласования скорости и устройство ФАПЧ.

Таким образом, обобщенная структурная схема устройства объединения (разделения) канальных сигналов в ЦСП будет содержать блоки сопряжения, генераторное оборудование, передатчик и приемник синхросигналов. Вариант схемы объединения и разделения цифровых потоков представлен на рисунке 8.13.

На структурных схемах БС<sub>пер</sub> и БС<sub>пр</sub> звездочкой отмечены входы и выходы информационных символов при отрицательном согласовании скорости. Эти линии условны, т. к. в БС<sub>пер</sub> сигналом с передатчика команд согласования скорости в момент времени, соответствующий дополнительному канальному ин-

тервалу, производится считывание с ЗУ информационного символа, а в БС<sub>пр</sub> сигналом с ячейки ИЛИ<sub>1</sub> по импульсу с приемника команд согласования скорости открывается ячейка И канального распределителя в момент времени, соответствующий дополнительному каналному интервалу, и пропущенный информационный символ записывается в ЗУ.

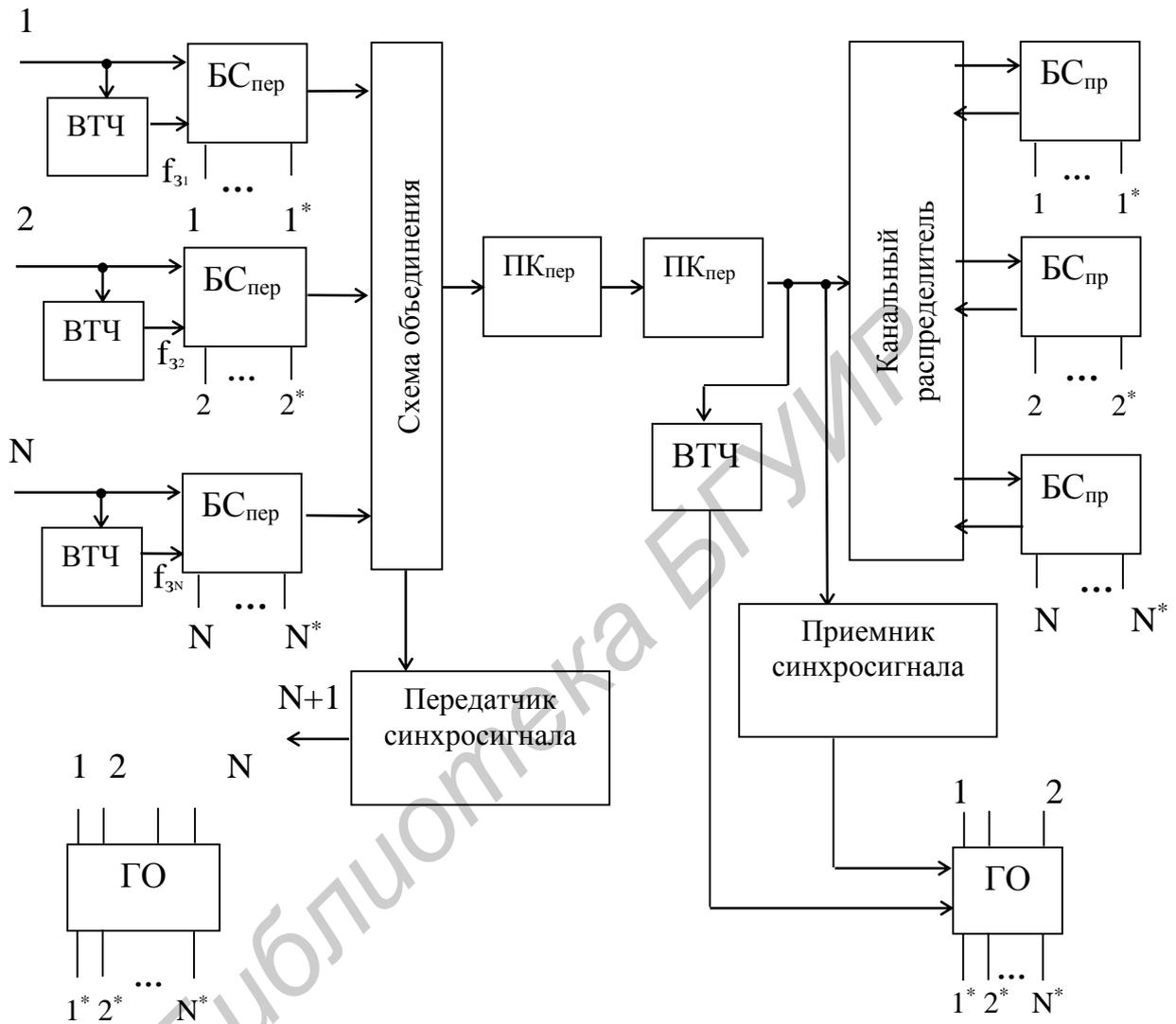


Рисунок 8.13 – Структурная схема объединения и разделения цифровых потоков

Образование в аппаратуре прозрачных телеграфных и служебного телеграфного каналов обеспечивается при использовании синхронного ввода методом скользящего индекса с подтверждением.

Данный метод применяется для синхронизации сравнительно низкоскоростных информационных потоков, т. к. предполагает повышенную избыточность при передаче информации.

Метод скользящего индекса с подтверждением представляет собой комбинацию двух методов асинхронного ввода информации – собственно метода наложения и метода скользящего индекса.

При методе наложения исходный информационный сигнал стробируется последовательностью импульсов, частота следования которых значительно превышает тактовую частоту источника информации.

Полученные стробы (закодированный телеграфный сигнал) вводятся в линейный тракт аппаратуры объединения. На приемном устройстве каждый выделенный импульс затягивается на один тактовый интервал стробирующей последовательности и поступает к абоненту. Частота следования стробирующих импульсов зависит от допустимых краевых искажений в передаваемой информации.

Низкий коэффициент использования группового тракта по пропускной способности является существенным недостатком рассматриваемого метода. К достоинствам метода наложения стоит отнести простоту технической реализации, а также высокую достоверность передачи информации за счет большой избыточности.

Сущность метода поясняется с помощью временных диаграмм, изображенных на рисунке 8.14.

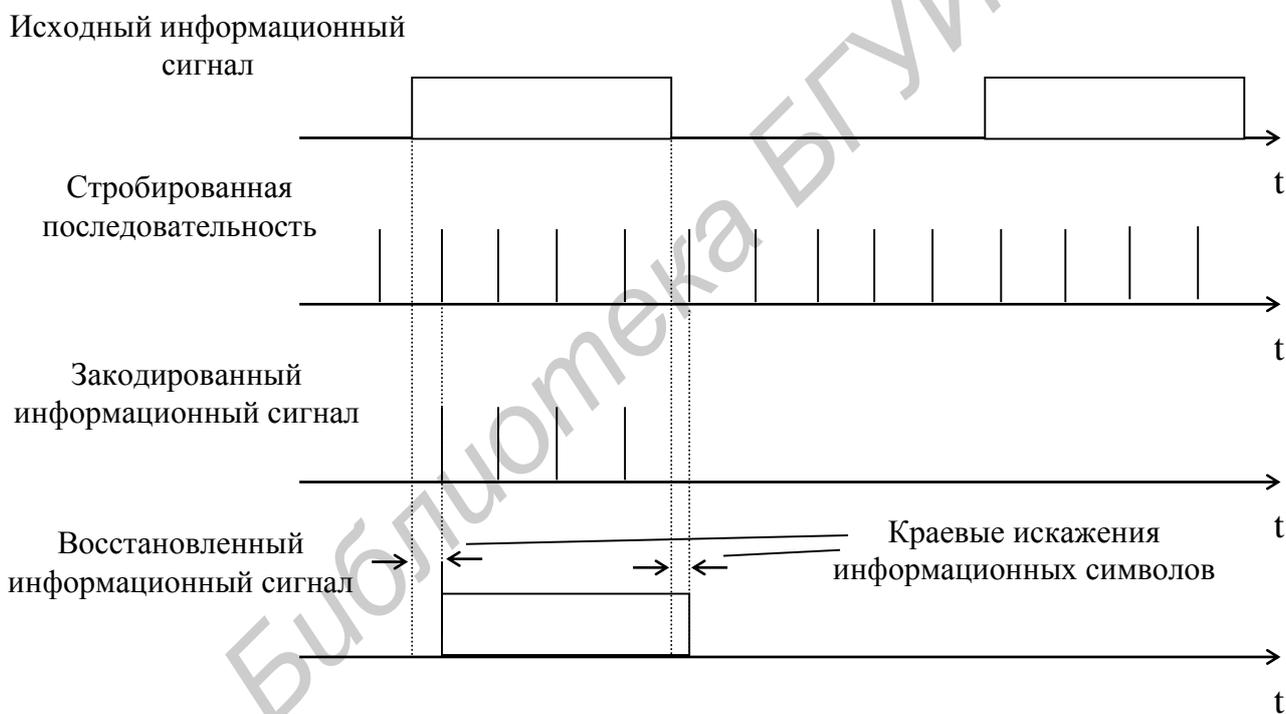
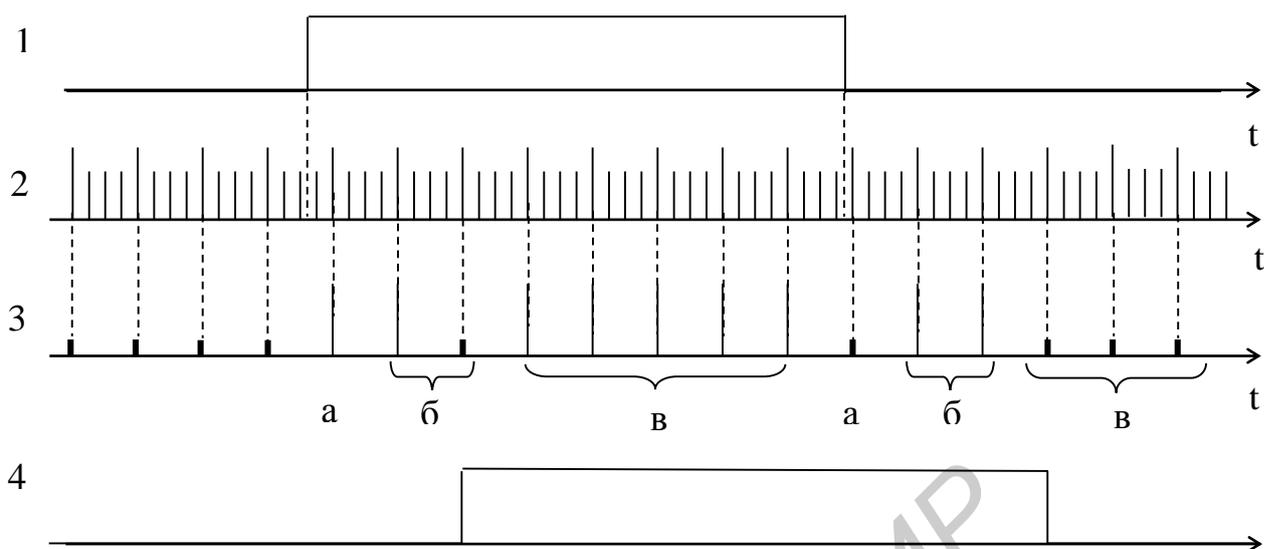


Рисунок 8.14 – Временные диаграммы метода наложения

При методе скользящего индекса с подтверждением (рисунок 8.15) для передачи телеграфной информации в многоканальном сигнале предусматриваются единичные интервалы (телеграфная импульсная несущая) с частотой следования, превышающей не менее чем в три раза максимальную скорость передачи телеграфной информации.



1 – телеграфная информация; 2 – единичные интервалы в многоканальном сигнале, отведенные для передачи телеграфной информации (с разбиением по четвертям);  
 3 – передаваемые в многоканальном сигнале элементы (а – стартовый, б – кодовой комбинации, в – подтвержденный); 4 – восстановленная на приеме телеграфная информация

Рисунок 8.15 – Принцип формирования сигналов методом скользящего индекса с подтверждением

Для передачи единичного элемента телеграфного сигнала отводится не менее трех единичных интервалов в многоканальном сигнале. Первый элемент, передаваемый в многоканальном сигнале после возникновения значащего момента в телеграфном сигнале, является стартовым и одновременно показывает направление изменения значащей позиции. Два следующих элемента представляют кодовую комбинацию о положении значащего момента относительно периода телеграфной импульсной несущей с точностью до четверти этого периода. Попадание фронта входного сигнала в первую четверть тактового интервала синхронной последовательности соответствует кодовой комбинации «00», во вторую – «01», в третью – «10», в четвертую – «11». В остальные интервалы, отведенные для передачи телеграфной информации, между этими тремя элементами передаются единичные элементы того же значения, что и в исходном телеграфном сигнале (элементы подтверждения).

### 8.1.3 Синхронизация в аппаратуре временного группообразования ЦСП

Согласованная работа передающей и приемной станций ЦСП достигается при равенстве скоростей обработки сигналов, распределением по строго определенным каналам информационных сигналов, символов управления и взаимо-

действия, т. е. правильное восстановление исходных сигналов на приеме возможно только при синхронной и синфазной работе генераторного оборудования на передающей и приемной станциях.

Учитывая принципы формирования цифрового группового сигнала, для нормальной работы должны быть обеспечены следующие виды синхронизации: тактовая, цикловая и сверхцикловая.

Тактовая синхронизация обеспечивает равенство скоростей обработки цифровых сигналов в линейных и станционных регенераторах, кодеках и других устройствах, осуществляющих обработку сигнала с тактовой частотой  $f_T$ , выделяемой из линейного цифрового сигнала выделителем тактовой частоты (ВТЧ).

Наиболее распространенные схемы ВТЧ приведены на рисунке 8.16, *а* и *б*, где ПК – преобразователь кода, КК – колебательный контур, ФД – фазовый детектор, ФИ – формирователь импульсов, ЦФП – цепь фазовой подстройки.

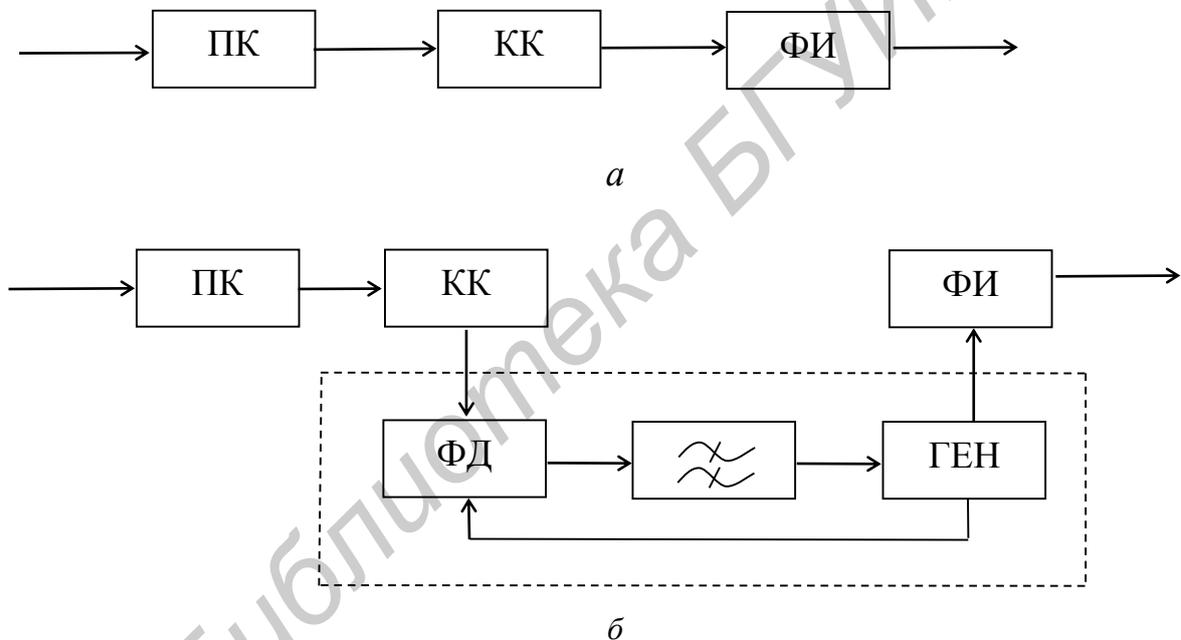


Рисунок 8.16 – Структурные схемы ВТЧ

Тактовая частота принимаемого сигнала или ее гармоника выделяется колебательным контуром (КК). Так как параметры принимаемого сигнала случайны, а добротность колебательного контура конечна, то амплитуды и фазы сигнала на выходе контура также будут случайными. Вследствие этого на выходе формирователя импульсов (ФИ) первой схемы (см. рисунок 8.16, *а*) импульсы тактовой синхронизации будут иметь случайные фазовые и амплитудные дрожания. Их параметры определяются полосой пропускания КК, его расстройкой относительно выделяемой частоты, длительностью и формой импульсов цифрового сигнала, мощностью помех в тракте приема, попадающих в полосу пропускания КК, информационно-статистической структурой цифрового

потока. Поэтому первая схема ВТЧ применяется в тех случаях, когда первоочередное внимание уделяется простоте его построения.

Вторая схема ВТЧ (см. рисунок 8.16, б) содержит автономный генератор, частота которого с допустимой погрешностью совпадает с тактовой частотой цифрового сигнала, и цепь фазовой автоподстройки частоты (ЦФП). При сравнении фаз колебаний местного генератора и принимаемой последовательности на выходе фазового детектора (ФД) вырабатывается регулирующее напряжение, которое подается на управляющий элемент генератора, изменяет его параметры и, следовательно, частоту генератора. Расхождение фаз при этом уменьшается до величины, определяемой чувствительностью фазового детектора. Для предотвращения ложной коррекции частоты генератора при воздействии помех на выходе ФД включается ФНЧ. Этим обеспечивается изменение частоты генератора только при наличии сравнительно рассогласованных фаз.

Система цикловой синхронизации предназначена для обеспечения синхронизма между передающей и приемной станциями ЦСП и осуществляется по специальному синхросигналу, который может занимать ряд соседних временных интервалов (сосредоточенный синхросигнал) или может быть размещен в нескольких временных интервалах, распределенных по циклу передачи (распределительный синхросигнал).

Система цикловой синхронизации включает в себя передатчик и приемник синхросигнала. Передатчик формирует кодовую группу постоянной структуры, максимально отличающуюся от информационных кодовых групп с таким же числом разрядов. В приемнике осуществляется опознавание кодовой группы и принимается решение о принадлежности ее синхросигналу. При обнаружении циклового синхросигнала производится фазирование генераторного оборудования приемной части ЦСП.

Основными требованиями, которым должна удовлетворять система цикловой синхронизации, являются:

- возможность быстрого восстановления циклового синхронизма в высокоскоростных цифровых трактах по сравнению с низкоскоростными;
- высокая стабильность циклового синхронизма, т. е. система не должна реагировать на единичные ошибки в синхросигнале, вносимые линейным трактом, и должна быть чувствительной к выходу из циклового синхронизма;
- возможность обнаружения того, что цифровой синхронизм наступил при ложном цикловом синхросигнале, и отыскания истинного синхронизма;
- высокая надежность работы.

Из этого следует, что одним из важнейших параметров системы цикловой синхронизации является время восстановления циклового синхронизма  $t_{\text{в}}$ . Это время зависит от времени накопления по выходу из синхронизма  $t_{\text{н.вых}}$ , времени накопления по входу в синхронизм  $t_{\text{н.вх}}$  и времени поиска синхросигнала  $t_{\text{п}}$ .

Таким образом, приемник синхросигнала должен содержать опознаватель синхросигнала, схему защиты и схему управления генераторным оборудованием. Вариант построения приемника синхросигнала приведен на рисунке 8.17.

Опознаватель синхросигнала содержит регистр сдвига (РС) и дешифратор (ДШ). Сигнал на выходе опознавателя синхросигнала появляется только в том случае, когда комбинация на выходе регистра сдвига совпадает с синхросигналом.

Схема защиты служит для предотвращения ошибочного выхода из состояния синхронизма и начала поиска синхросигнала, которые могут возникнуть вследствие случайного появления в информационной последовательности комбинации, схожей с синхросигналом, либо помех в линейном тракте ЦСП. Схема защиты содержит накопители по входу в синхронизм и выходу из синхронизма, которые определяют помехоустойчивость приемника синхросигнала и длительность удержания состояния синхронизма, но замедляют процесс восстановления состояния синхронизма. Повышение помехоустойчивости системы цикловой синхронизации требует увеличения емкости накопителей, что, в свою очередь, ведет к возрастанию времени восстановления синхронизма. Поэтому емкость накопителей в схеме защиты приемника синхросигнала выбирается исходя из предполагаемой вероятности ошибок в линейном тракте ЦСП.

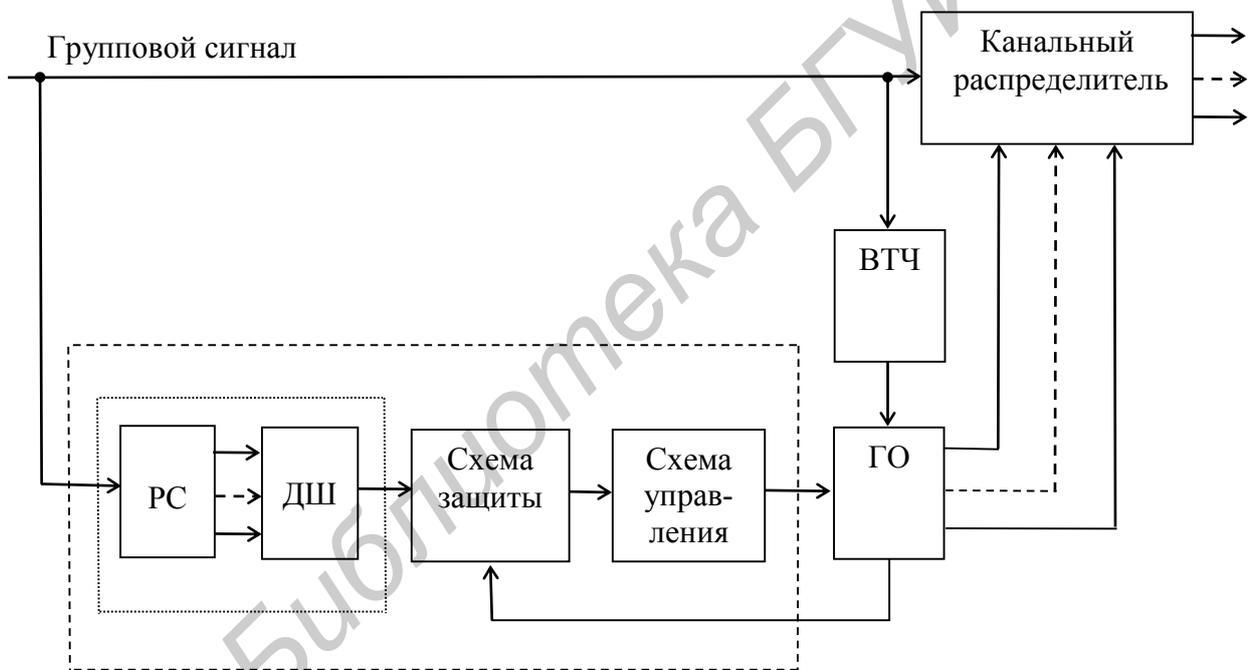


Рисунок 8.17 – Структурная схема приемника синхросигнала

Схема управления приемника синхросигнала обеспечивает фазирование генераторного оборудования и, следовательно, подачу сигналов на каналный распределитель в моменты времени, строго соответствующие номерам каналов. К методам, нашедшим наибольшее применение, относятся следующие:

- метод однократного сдвига, при котором после каждого обнаружения выхода из циклового синхронизма производится сдвиг фазы импульса ГО на приемник синхросигнала на один тактовый интервал;

- метод многотактного сдвига, при котором величина сдвига фазы импульса с ГО составляет несколько тактовых интервалов;

- метод, основанный на обнаружении циклового синхросигнала и установки фазы импульса с ГО в положение, соответствующее позиции, на которой был обнаружен цикловой синхросигнал. Этот метод заключается в посимвольной проверке приходящих импульсов, а сдвиг фазы ГО производится только в случае обнаружения синхросигнала.

На цифровой первичной сети связи цифровые потоки передаются по проводным, радиорелейным, тропосферным и спутниковым (космическим) линейным трактам нескольких ЦСП. Если вероятность ошибки в цифровых проводных линейных трактах не превышает  $10^{-6}$ , то в радиорелейных, тропосферных и спутниковых трактах, которым свойственно наличие замирания, вероятность ошибки может временно повышаться до  $10^{-3}$ . Это обстоятельство определяет необходимость соответствия емкостей накопителей приемников синхросигнала режимам работы с различными вероятностями ошибок в линейных трактах. Реализовать эти требования при фиксированных емкостях накопителей возможно только путем применения специальных схем построения приемников синхросигнала.

В зависимости от особенностей работы при заданной или изменяющейся во времени вероятности ошибок в линейном тракте ЦСП различают приемники синхросигнала адаптивные и не адаптивные к изменению вероятности ошибок.

Структурная схема неадаптивного приемника синхросигнала приведена на рисунке 8.18.

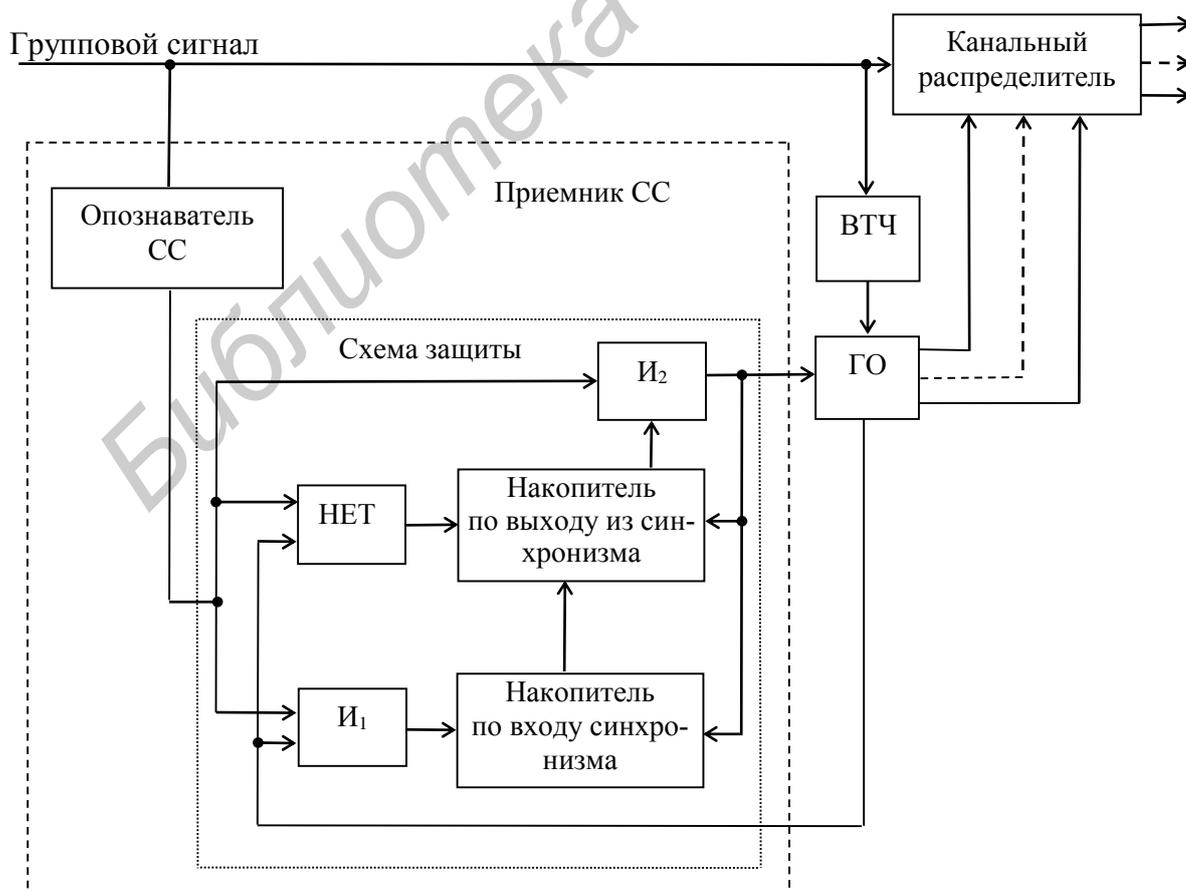


Рисунок 8.18 – Структурная схема неадаптивного приемника синхросигнала

Схема его защиты состоит из накопителей и логических элементов  $I_1$  и НЕТ; элемент  $I_2$  составляет часть схемы фазирования ГО.

В начальный период работы ЦСП при отсутствии циклового синхронизма моменты появления сигналов с выхода ГО на приемник синхросигнала и опознавателя синхросигнала не совпадают. Накопитель по выходу из синхронизма через ячейку НЕТ дополняется импульсами с ГО. Когда накопитель заполнится, напряжение с его выхода открывает элемент  $I_2$  и сигнал с опознавателя синхросигнала переводит генераторное оборудование и накопитель по входу в синхронизм – в состояние, соответствующее  $r_1 - 1$  импульсам на его выходе ( $r_1$  – коэффициент накопления в накопителе по выходу из синхронизма).

При поступлении синхросигнала на вход опознавателя система перейдет в состояние синхронизма. Моменты появления импульсов с опознавателя синхросигнала и ГО будут совпадать, и через ячейку  $I_2$  начнет заполняться накопитель по входу в синхронизм. По заполнении данного накопителя напряжением с его выхода происходит «сброс» накопителя по выходу из синхронизма в нулевое состояние.

Если же была опознана ложная синхрогруппа, то произойдет неправильное фазирование ГО. На входе опознавателя через цикловой интервал времени образуется группа символов, отличающаяся от синхросигнала, накопитель по выходу из синхронизма окажется заполненным и процесс вхождения в синхронизм продолжится.

При кратковременных искажениях синхросигнала, вызванных сбоем синхронизации в системах более высокого порядка или в результате воздействия помех в линейном тракте, на выходе ячейки НЕТ появится сигнал и поступит в накопитель по выходу из синхронизма. Однако если накопитель не успеет заполниться, то первым же сигналом с накопителя по входу в синхронизм произойдет его «сброс» в нулевое состояние.

Рассмотренный приемник синхросигнала имеет сравнительно большое время восстановления синхронизма, т. к. процессы накопления и поиска синхронизма осуществляются последовательно. Время восстановления синхронизма  $t_b$  складывается из времени накопления по выходу из синхронизма  $t_{н.вых}$ , времени накопления по входу в синхронизм  $t_{н.вх}$  и времени поиска синхронизма  $t_{п}$ :

$$t_b = t_{н.вых} + t_{н.вх} + t_{п}.$$

При увеличении вероятности искажения символов в линейном тракте время удержания состояния синхронизма может оказаться меньше требуемого значения. При уменьшении вероятности искажения символов образуется запас по времени удержания синхронизма и, следовательно, увеличивается время его восстановления.

От указанных недостатков в значительной мере свободен приемник синхросигнала, структурная схема которого показана на рисунке 8.19, адаптивный к повышению вероятности ошибок в тракте. В данном приемнике управление ГО осуществляется сигналом с элемента  $I_2$ . Схема защиты состоит из двух частей:

- 1) цепь поиска синхронизма;
- 2) цепи удержания синхронизма.

Цепь поиска синхронизма выполняет вспомогательную функцию – фазирование делителя частоты. Триггер в ее схеме можно рассматривать как одноэлементный накопитель по выходу из синхронизма. Работу цепи поиска синхронизма обеспечивают сигналы с делителя частоты.

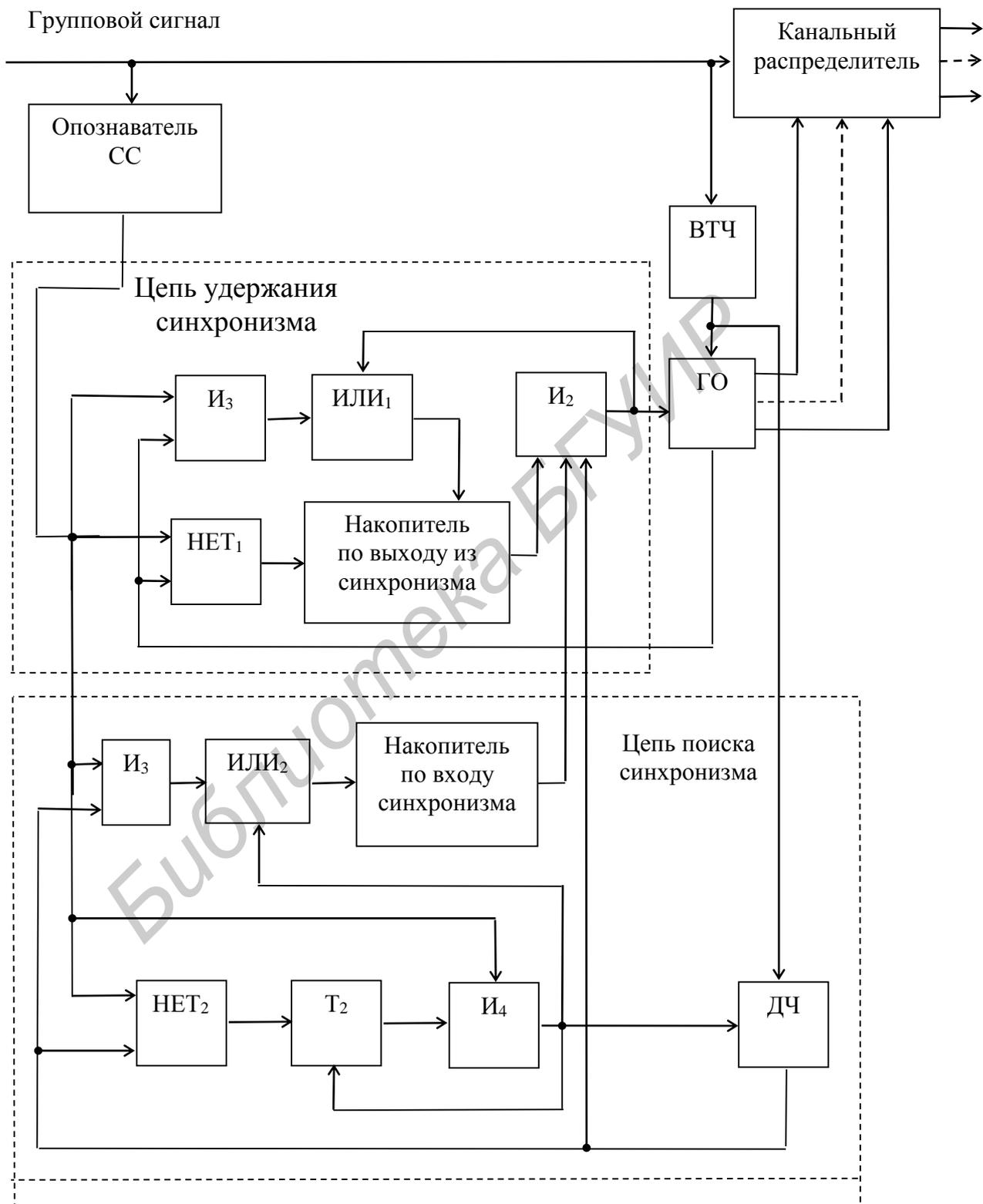


Рисунок 8.19 – Структурная схема адаптивного приемника синхросигнала

В начальный период работы ЦСП, как и в рассмотренном выше случае, моменты появления сигналов с выхода ДЧ и опознавателя синхросигнала не совпадают. Сигналом с ДЧ через элемент НЕТ<sub>2</sub> триггер перебрасывается в единичное состояние и открывает элемент И<sub>4</sub>. Приходящим сигналом с опознавателя синхросигнала через И<sub>4</sub> ДЧ и триггер переводятся в нулевое состояние, чем обеспечивается фазирование ДЧ. При совпадении моментов появления импульсов с ДЧ опознавателя синхросигнала начинает заполняться накопитель по входу в синхронизм, после чего вырабатывается разрешающий сигнал на входе элемента И<sub>2</sub>. Если к этому моменту накопитель по выходу из синхронизма заполнится, то сигналом с ДЧ через элемент И<sub>2</sub> ГО и накопитель по выходу из синхронизма устанавливается в нулевое состояние. Система передачи перейдет в состояние синхронизма. Элементы цепи удержания синхронизма управляются сигналами с ГО. При отсутствии синхронизма моменты появления сигналов с ГО и опознавателя синхросигнала не совпадают и накопитель по выходу из синхронизма заполняется.

Таким образом, в данной схеме приемника поиск синхросигнала осуществляется независимо от состояния накопителя по выходу из синхронизма.

При искажении синхросигнала импульсом ДЧ через элемент НЕТ<sub>2</sub> триггер переведется в единичное состояние и откроет И<sub>4</sub>, чем подготовит цепь поиска синхронизма к фазированию ДЧ. При этом начнет заполняться накопитель по выходу из синхронизма. Однако состояние циклового синхронизма удерживается сколь угодно долго благодаря отсутствию разрешающего сигнала из цепи поиска. Это равносильно увеличению емкости накопителя по выходу из синхронизма.

В адаптивных приемниках процессы поиска синхросигнала и заполнения накопителя по выходу из синхронизма протекают параллельно. Время восстановления синхронизма для приемников подобного типа составляет:

$$t_{\text{в}} = \begin{cases} t_{\text{п}} + t_{\text{н.вх}} & \text{при } t_{\text{н.вых}} \leq t_{\text{п}} + t_{\text{н.вх}}, \\ t_{\text{н.вых}} & \text{при } t_{\text{н.вых}} > t_{\text{п}} + t_{\text{н.вх}}. \end{cases}$$

При длительном поиске синхросигнала, что соответствует режиму работы с высокой вероятностью ошибок в линейном тракте, рассматриваемый приемник синхросигнала не устанавливает ГО в новое состояние до тех пор, пока не будет найден истинный синхросигнал. При низкой вероятности ошибок в групповом (линейном) тракте поиск синхросигнала будет продолжаться сравнительно недолго, но поскольку емкость накопителя по выходу из синхронизма фиксирована, в данной схеме это эквивалентно увеличению емкости накопителя по входу в синхронизм, что приведет к увеличению времени восстановления синхронизма. Данный недостаток устраняется в более сложных адаптивных приемниках.

Сверхцикловая синхронизация обеспечивает на приеме правильное распределение сигналов управления и взаимодействия по соответствующим каналам.

Структурные схемы и принцип действия приемников сверхциклового синхросигнала аналогичны приемникам циклового синхросигнала. Особен-

ность работы приемников сверхцикловой синхронизации состоит в том, что в них поиск синхросигнала разрешается только после установления цикловой синхронизации или после пропадания двух сверхцикловых сигналов подряд.

Нарушение хотя бы одного из видов синхронизации приводит к потере связи по всем каналам ЦСП.

При нарушении цикловой синхронизации границы циклов на приеме произвольно смещаются по отношению к границам циклов группового сигнала, поступающего на вход приемного оборудования. Это приводит к неправильному разделению канальных сигналов – потере связи по всем каналам.

Одновременно происходит нарушение сверхцикловой синхронизации.

При нарушении сверхцикловой синхронизации и сохранении цикловой и тактовой нарушается порядок счета циклов в сверхцикле, что приводит к неправильному распределению сигналов управления и взаимодействия (СУВ).

Сигналы СУВ представляют собой набор сигналов, управляющих работой АТС (набор номера, ответ, отбой, разъединение и т. д.), или телесигнализацию о проведении тестового контроля в аппаратуре ЦСП «Импульс», поэтому потеря сверхцикловой синхронизации также приводит к потере связи по всем каналам.

Нарушение тактовой синхронизации делает невозможным установление цикловой и сверхцикловой синхронизации, т. к. обработка символов цифрового группового сигнала с частотой, отличной от тактовой, приведет к недопустимому возрастанию числа ошибок.

Время восстановления синхронизма должно быть минимальным, не более нескольких миллисекунд. Это может быть достигнуто за счет увеличения числа символов в синхросигнале и частоты его повторения, но это приведет к сокращению информационной части цикла передачи или к увеличению скорости передачи цифрового группового сигнала.

В аппаратуре ЦСП «Импульс» на скоростях передачи 48 и 480 Кбит/с образуются циклы передачи, сверхциклы СВЦ-1 и СВЦ-2, при этом  $T_{\text{СВЦ-2}} = M \times T_{\text{СВЦ-1}} = M \times N \times T_{\text{Ц}}$ , где  $M$  – количество сверхциклов первого типа СВЦ-1 в сверхцикле второго типа СВЦ-2;  $N$  – количество циклов передачи в сверхцикле первого типа СВЦ-1.

Наименьшую скорость передачи имеют сигналы телесигнализации цифровых каналов, равную 5 бит/с. Тогда необходима скорость передачи 1:

$$T_{\text{СВЦ}} = \frac{1}{5 \text{ бит / с}} = 0,2 \text{ с} = 200 \text{ мс.}$$

За это время будет передано  $48\,000 \times 0,2 = 9600$  символов. Частота следования СВЦ-2 будет равна 5 Гц. Для осуществления более надежной синхронизации сверхцикл СВЦ-2 делится на два сверхцикла СВЦ-1, каждый из которых состоит из четырех циклов. Тогда длительность СВЦ-1 будет равна 100 мс, он будет содержать 4800 позиций, частота его следования составит 10 Гц. Соответственно цикл будет содержать 1200 позиций, его длительность составит 25 мс, а частота следования циклов – 40 Гц.

В сверхцикле СВЦ-1 передаются сигналы, поступающие не чаще одного раза за четыре цикла (дополнительные интервалы при отрицательном согласовании скоростей, телесигнализация «прозрачных» телеграфных каналов).

При скорости передачи 480 Кбит/с цикл содержит 1200 позиций, его длительность равна 2,5 мс, частота следования циклов – 400 Гц. Сверхцикл СВЦ-1 состоит из 10 циклов; соответственно его длительность равна 25 мс, частота следования – 40 Гц, число позиций – 4800. СВЦ-2 содержит четыре СВЦ-1 или 40 циклов, т. е. 48 000 позиций, частота следования их равна 10 Гц, длительность – 100 мс.

В каждом цикле позиции, кратные десяти, используются для передачи служебной информации и вспомогательных сигналов.

В аппаратуре ИО-2 синхрогруппа цикла имеет вид 1100101, сверхцикла СВЦ-1 – 0001, СВЦ-2 – 01.

В аппаратуре ИО-3 синхрогруппа цикла имеет вид 000111011, для СВЦ-1 – 000000001, для СВЦ-2 – 0001.

При включении аппаратуры сначала осуществляется поиск циклового синхронизма, затем синхронизма СВЦ-1, а потом СВЦ-2.

#### **8.1.4 Аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразование сигналов**

При переходе от аналогового (непрерывного) сигнала к цифровому осуществляются три специфических преобразования (рисунок 8.20):

- 1) дискретизация по времени;
- 2) квантование по уровню амплитуд;
- 3) кодирование (оцифровка).

Подобное представление сигналов получило название аналого-цифрового преобразования.

Под дискретизацией понимают процесс представления (замену) во времени непрерывного сигнала дискретной последовательностью отсчетов (выборок), следующих с некоторым временным интервалом  $\Delta t$ , и по которым с заданной точностью можно вновь восстановить исходный сигнал. В простейшем случае при дискретизации непрерывного сигнала формируется множество его отсчетов значений соответствующей амплитуды (в виде бесконечно коротких импульсов), взятых через определенный интервал времени  $\Delta t$ . При этом амплитуда  $k$ -го отсчета  $U_{\text{тк}}(t)$  равна значению непрерывного сигнала  $U(t)$  в момент времени  $t = k\Delta t$  (рисунок 8.20, а, б).

Для представления дискретных отсчетов цифровыми сигналами (кодирования) их предварительно квантуют по уровню напряжения. В процессе квантования весь диапазон возможных изменений амплитуд аналогового сигнала от 0 до  $U_{\text{max}}$  (или от  $U_{\text{min}}$  до  $U_{\text{max}}$  в случае разнополярного сигнала) разбивается на определенное число одинаковых или различных фиксированных уровней напряжения  $\Delta$ , называемых шагом квантования (рисунок 8.20, в).

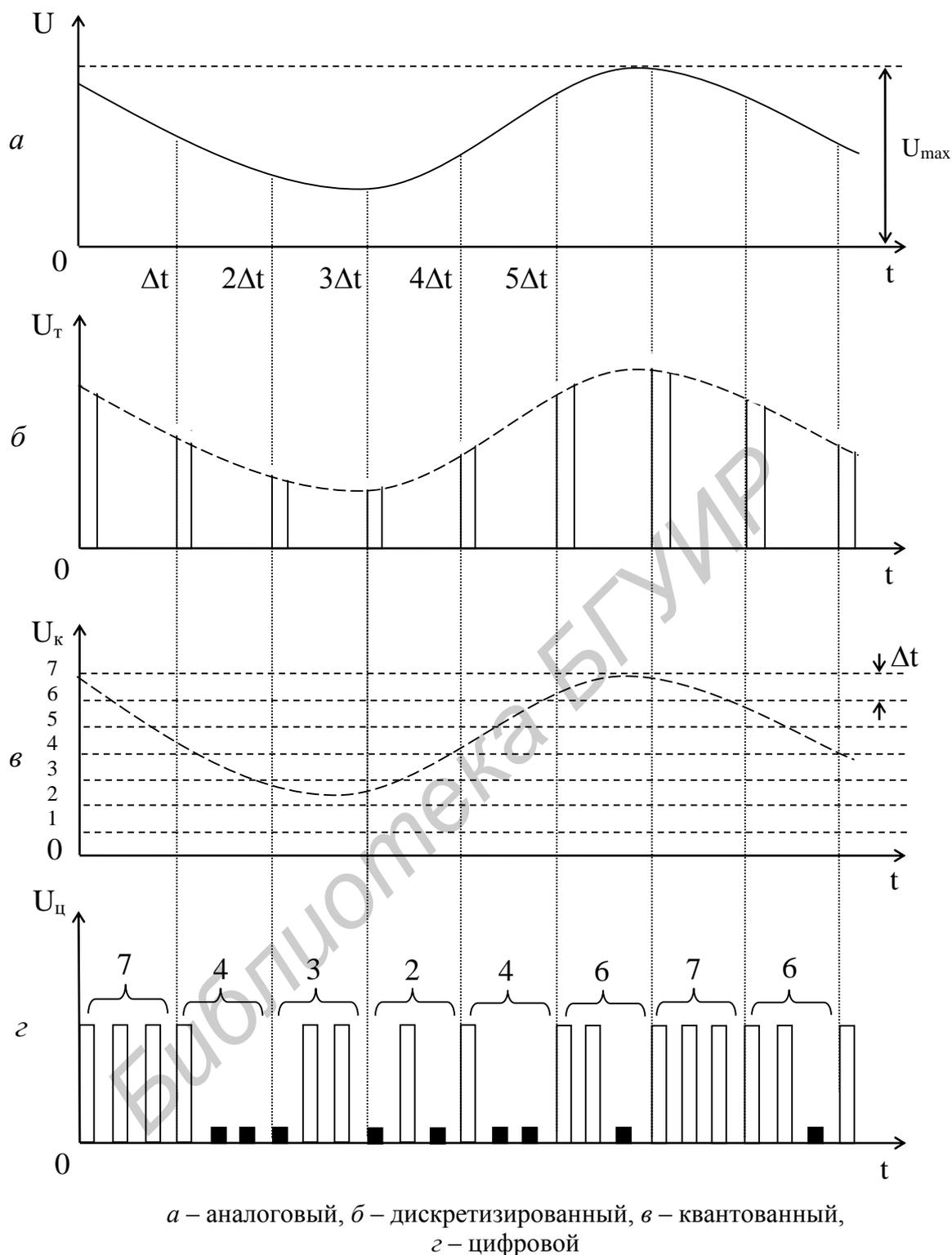


Рисунок 8.20 – Аналого-цифровое преобразование сигнала

При этом каждому фиксированному уровню сигнала  $U_k(t)$  присваивают определенное значение в форме условного числа цифрового кода. С точки зрения удобства технической реализации и обработки обычно используют (это уже отмечалось ранее) двоичные цифровые коды, составленные из  $n$  разрядов (т. е. целого натурального числа), каждый из которых представлен «1» – импульсом

или «0» – паузой. Очевидно, что общее число уровней квантования составляет  $2^n$ . Величина одного шага квантования (см. рисунок 8.20, в) связана с количеством разрядов двоичного кода формулой

$$\Delta = \frac{U_{\max}}{2^n}.$$

На рисунке 8.20 в качестве примера показано квантование простейшего однополярного аналогового сигнала на  $2^n = 2^3 = 8$  уровней, что соответствует трехразрядному коду. На временной оси трехразрядный код представляется различными комбинациями из трех импульсов и пауз. Каждый из этих импульсов на одном интервале дискретизации  $\Delta t$  в соответствии с занимаемой позицией, отвечающей разряду  $2^2$ ,  $2^1$ ,  $2^0$ , имеет множитель 1 или 0. Наличие на данном интервале дискретизации импульсов с тем или иным множителем определяет уровень квантования. В частности, при кодировании значения напряжения  $U(0) = 7$  каждый разряд имеет множитель 1, чему соответствует присутствие всех трех импульсов на интервале дискретизации – 111. Аналогично значение  $U(2\Delta t) = 3$  представлено двоичным кодом 011, т. е. паузой и двумя импульсами. Отметим, что преобразуемый в цифровую форму аналоговый сигнал может иметь и отрицательное значение. В этом случае максимальному значению отрицательного потенциала сигнала будет соответствовать нулевой двоичный код, т. е. 000.

В цифровой технике часто используется один из методов кодирования отсчетов непрерывного сигнала, при котором разрядные импульсы и паузы следуют в одном интервале дискретизации  $\Delta t$  без временных промежутков. При этом несколько очередных импульсов могут сливаться в один более широкий, суммарный по оси времени.

Заметим, что в процессе операции квантования каждый отсчет не всегда точно совпадает с одним из фиксированных значений непрерывного сигнала, поэтому его округляют до ближнего заданного уровня (см. рисунок 8.20, в). В результате этого при восстановлении аналогового сигнала из дискретного возникают систематические погрешности, характеризующие степень отклонения полученного сигнала от исходного. Эти погрешности квантования играют роль в теории дискретных и цифровых сигналов.

При АЦП применяются натуральный, симметричный и рефлексный равномерные двоичные коды. Натуральный двоичный код используется для кодирования униполярных сигналов. Двухполярные сигналы кодируются симметричным двоичным кодом. Для групповых телефонных сигналов различие символов в большом числе разрядов кодовых групп соседних уровней квантования нежелательно. Поэтому для кодирования используется рефлексный двоичный код (код Грея), когда кодовые группы соседних уровней квантования отличаются лишь в одном разряде кода.

Таким образом, аналоговый сигнал путем описанных выше преобразований может быть представлен в виде кодовых последовательностей нулей и единиц (токовых и бестоковых посылок одинаковой длительности), т. е. в виде цифрового сигнала электросвязи. На приемной стороне кодовые группы им-

пульсов декодируются, в результате чего восстанавливаются отсчетные значения передаваемого сигнала и выделяется сам сигнал.

Устройства АЦП и ЦАП называют кодером и декодером, а их совокупность – кодеком. Преобразование аналоговых сигналов в цифровой может быть обеспечено импульсно-кодовой модуляцией (ИКМ), дифференциальной ИКМ (ДИКМ), дельта-модуляцией (ДМ) и их разновидностями.

Преобразование аналогового абонентского сигнала в аппаратуре ЦСП «Импульс» производится методом адаптивной линейной слоговой дельта-модуляции (АДМ) (рисунок 8.21).

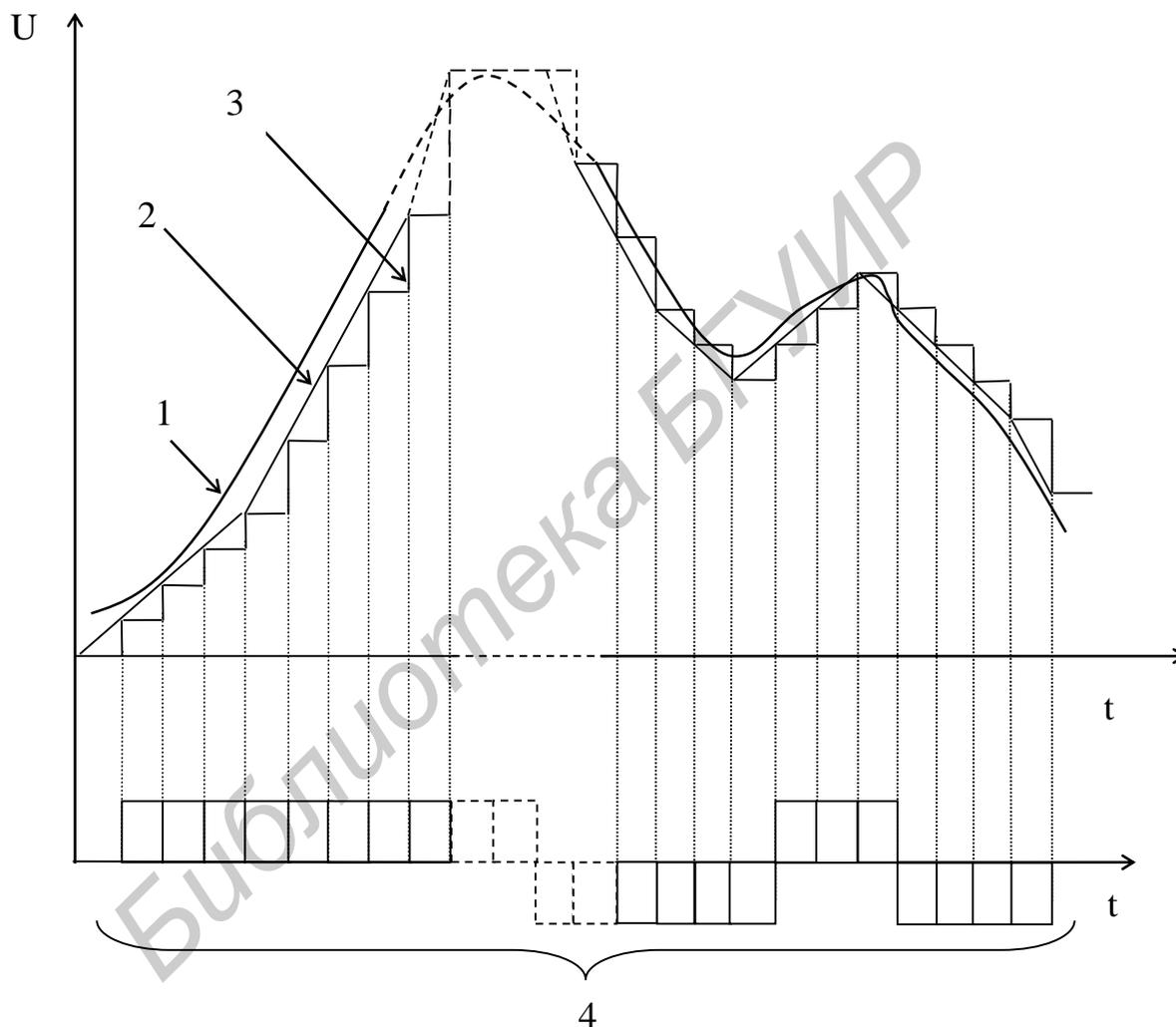


Рисунок 8.21 – Временная диаграмма метода адаптивной линейной слоговой дельта-модуляции

Передаваемый аналоговый сигнал при АДМ (кривая 1) заменяется (аппроксимируется) кусочно-линейным сигналом (кривая 2), максимально приближающимся к исходному сигналу. Кусочно-линейный сигнал, называемый копией передаваемого сигнала, в тактовые моменты времени, следующие с частотой квантования, имеет возможность дискретно изменять знак своего наклона. Для наглядности приведена неравномерная ступенчатая шкала квантования 3.

Количество элементарных участков с положительным и отрицательным наклоном на отрезке времени в несколько тактовых интервалов таково, что средняя крутизна пилообразного сигнала копии на данном отрезке времени приближается к крутизне передаваемого сигнала.

Передача сигнала копии по цифровым каналам производится путем передачи логических сигналов 4, соответствующих знаку наклона копии в отдельные тактовые моменты времени.

Восстановление сигнала копии на приеме осуществляется суммированием отдельных участков с положительным и отрицательным наклонами. Эффективность преобразования (кодирования) сигналов с различными уровнями и крутизной достигается применением слоговой адаптации кодера и декодера к передаваемому сигналу. Адаптация осуществляется изменением крутизны элементарных участков копии в соответствии с эффективной крутизной передаваемого сигнала.

Скорость адаптации кодера (кодера и декодера) соответствует средней длительности слогов речевого сигнала.

### **8.1.5 Структура цифровых линейных трактов и формирование линейного сигнала**

Цифровой линейный тракт (ЦЛТ) представляет собой совокупность технических средств, обеспечивающих передачу цифрового сигнала в пределах данной цифровой системы передачи (ЦСП). В зависимости от используемой среды распространения ЦЛТ может быть кабельным, радиорелейным, спутниковым, светодиодным и т. д. В большинстве современных ЦСП используются в основном кабельные ЦЛТ, которые подразделяются на четырехпроводные, одно- или двухкабельные и реализуются с использованием симметричных и коаксиальных кабелей. Структурная схема ЦЛТ приведена на рисунке 8.22.

Длина регенерационного участка обозначена  $l_{p.y.}$ , секция дистанционного питания –  $L_{д.п.}$ , максимальная протяженность ЦЛТ –  $L_{max}$ .

Цифровой линейный тракт начинается и заканчивается оконечной аппаратурой линейного тракта (АЛТ). На входе ЦЛТ в этой аппаратуре осуществляется преобразование двоичного кода в линейный, вводятся сигналы цикловой синхронизации и другие сигналы. На выходе линейный сигнал преобразуется в двоичный. Выбор вида линейного сигнала зависит в первую очередь от типа используемой для передачи линии. Цифровой линейный тракт разбивается на участки регенерации (регенерационные участки), на стыках которых устанавливаются регенераторы, размещенные в необслуживаемых (НРП) и обслуживаемых (ОРП) регенерационных пунктах. Регенераторы предназначены для восстановления с заданной точностью амплитуды, формы и временного положения элементов цифрового сигнала, искаженных за счет помех и переходных процессов на участке регенерации. Обслужива-

емый регенерационный пункт обеспечивает дистанционным электропитанием необслуживаемые, осуществляет телеконтроль участков регенерации и НРП, а также при необходимости выделение и ввод цифровых групповых сигналов.

Скорости передачи (тактовые частоты) ЦСП стандартизированы.

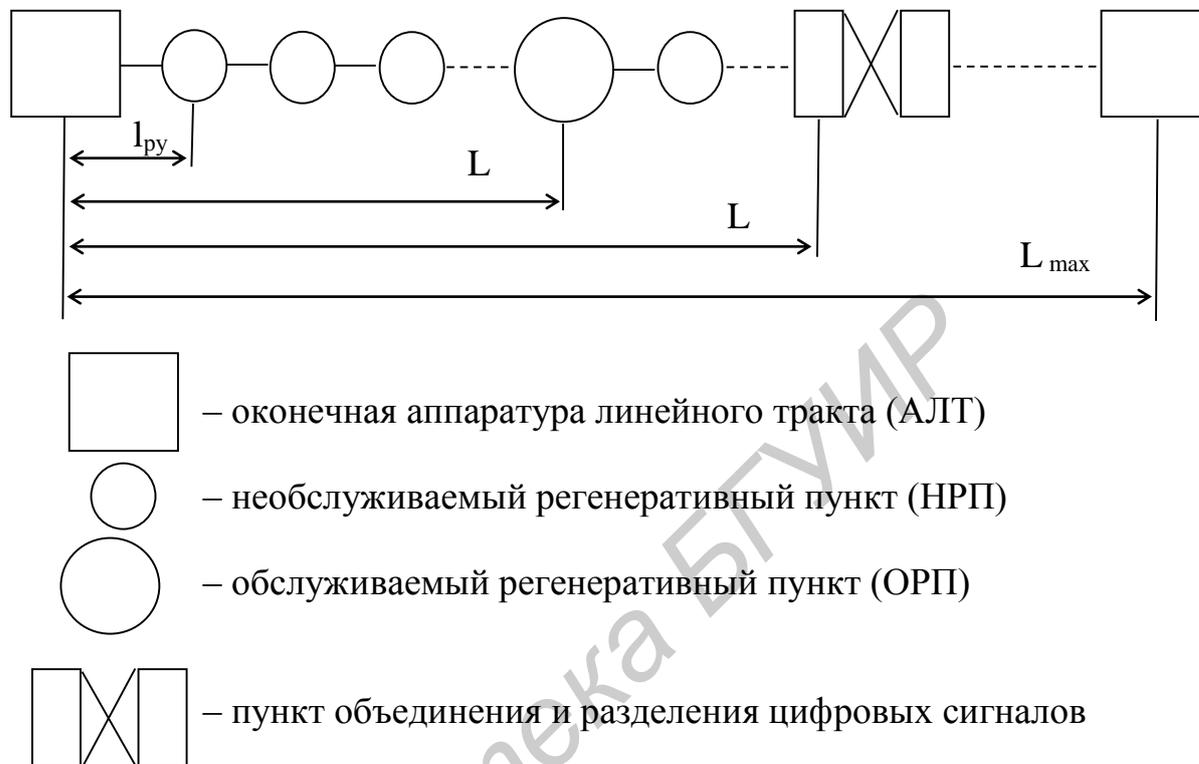


Рисунок 8.22 – Структурная схема цифрового линейного тракта (ЦЛТ)

Двухуровневый двоичный код, при помощи которого производится формирование многоканального сигнала в каналобразующей аппаратуре, мало пригоден для ЦСТ и подвергается преобразованию перед вводом в линейный тракт. Поэтому вид кода и тактовая частота ЦЛТ в общем случае отличается от кода и тактовой частоты ЦСП. Вид кода, амплитуда импульса и длина участка регенерации существенно влияют на вероятность ошибки регенератора и ЦЛТ в целом.

При прохождении по линейному тракту импульсы подвергаются искажениям. За счет затухания линии уменьшается амплитуда импульсов. Кроме того, за счет переходных процессов увеличивается длительность импульсов.

Если учитывать все первичные параметры линии, то форма искаженного импульса на выходе линии приближается к гауссовой кривой. При этом с увеличением длины линии уменьшается амплитуда импульса и возрастает его длительность. Такие искажения формы импульса называются линейными искажениями первого рода. Так как затухание линии возрастает с увеличением частоты

ты, то можно считать, что линейные искажения первого рода связаны с подавлением высокочастотных составляющих импульсных сигналов.

В составе линейного тракта находятся трансформаторы, которые плохо пропускают низкочастотные составляющие сигналов. Их воздействие на передаваемый сигнал заключается в том, что возникает длительное последствие, т. е. «хвост» одного импульса накладывается на соседний или соседние импульсы. Такие искажения носят название линейных искажений второго рода. Они связаны с подавлением низкочастотных составляющих импульсного сигнала.

По цифровому линейному тракту должны передаваться сигналы, обеспечивающие минимальные уровни помех внутри сигнала и переходных помех между соседними трактами. Уровень и мешающее действие этих помех зависят от ширины и формы энергетического спектра, от ширины и формы амплитудно-частотной характеристики тракта.

Поэтому при передаче по цифровому линейному тракту должны выполняться следующие требования:

- энергетический спектр сигнала должен ограничиваться снизу и сверху, быть достаточно узким, располагаться на сравнительно низких частотах и не содержать постоянной составляющей. Ограниченный спектр сигнала позволяет уменьшить искажения сигнала при прохождении через линейный тракт, сдвиг спектра в область низких частот уменьшит уровень переходной помехи;

- наличие в составе спектра составляющей с тактовой частотой  $f_T$  для правильной регенерации сигнала и обработки его в пункте приема;

- код должен содержать информационную избыточность, что позволит осуществлять контроль качества передачи без нарушения связи.

Передача сигнала в униполярном коде по линейному тракту невозможна из-за наличия в его спектре постоянной составляющей. Последнее не позволяет использовать линейные трансформаторы для подачи дистанционного питания.

В аппаратуре комплекса ЦСП «Импульс» используются коды ЧПИ и МЧПИ (КВП-3 или HDB-3).

Код с чередующейся полярностью импульсов (ЧПИ) находит широкое применение. Сущность его заключается в том, что нулю соответствует пауза, а две смежные единицы передаются единицами (импульсами) противоположной полярности (рисунок 8.23). Это позволяет решить почти все проблемы передачи цифрового сигнала по линии. Такой код называется также квазитроичным. Количество информации в кодовой комбинации, состоящей из элементов трех уровней, больше, чем в двоичной. Избыточность информации позволяет контролировать наличие ошибок в линейном тракте. Энергетический спектр случайной последовательности концентрируется в узкой области вблизи полутактовой частоты  $0,5 f_T$ , но отсутствует составляющая с тактовой частотой, что затрудняет построение систем тактовой синхронизации.

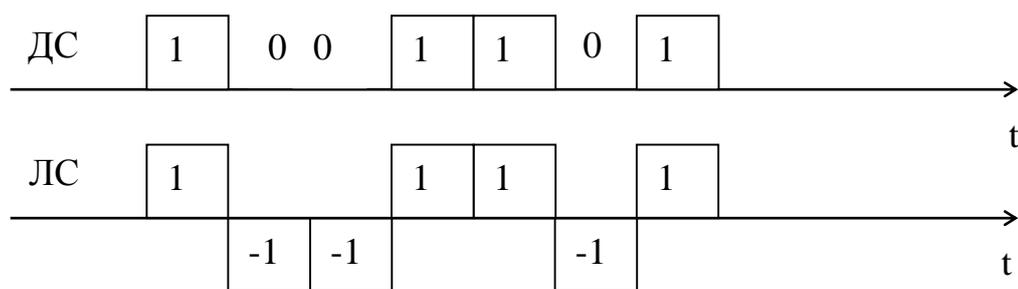


Рисунок 8.23 – Принцип формирования линейного сигнала с ЧПИ

Модифицированный код ЧПИ (МЧПИ) – код высокой плотности КВП-3 (HDB-3) позволяет устранить существенный недостаток кода ЧПИ – нарушение работы схемы выделения тактовой частоты при поступлении длинной серии «0». В этом коде (рисунок 8.24) серия из следующих четырех подряд нулей заменяется комбинацией 0001 и 1001. Эти комбинации имеют обозначения 000V и V00V.

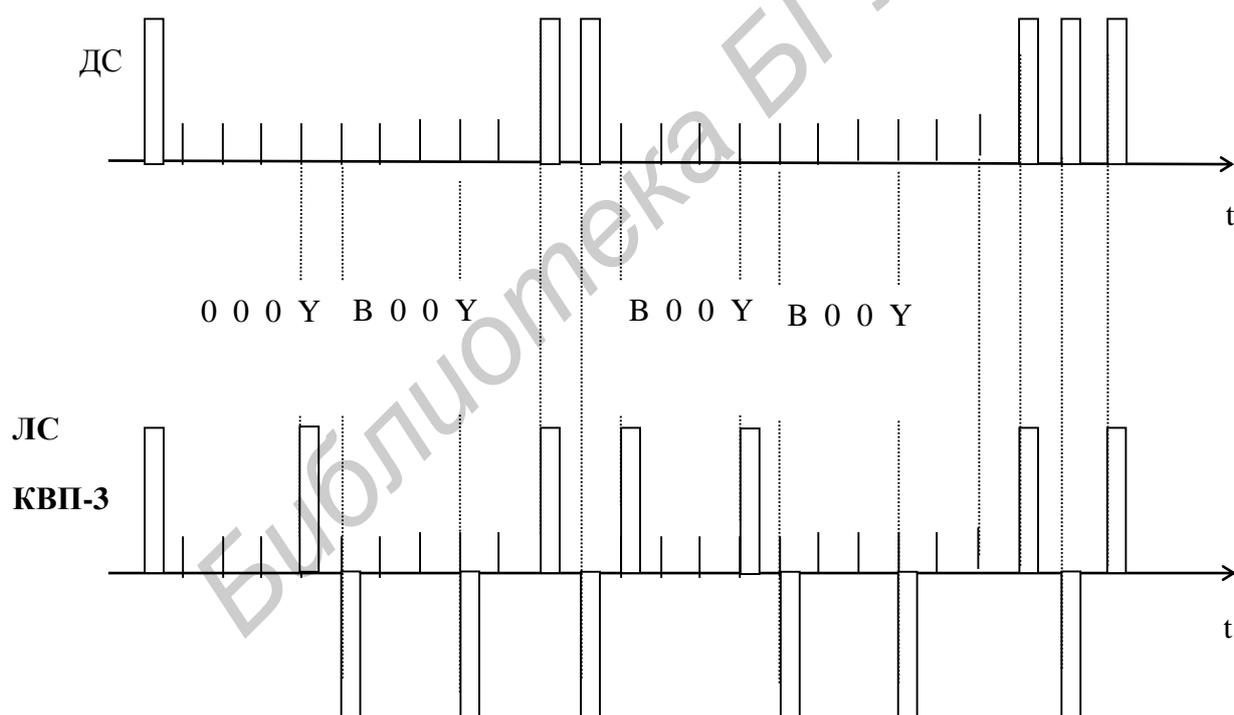


Рисунок 8.24 – Принцип формирования линейного сигнала КВП-3 (HDB-3)

При выборе конкретного вида комбинации замены исходят из следующих условий:

- полярность импульса V всегда противоположна полярности предшествующего импульса;

- если между двумя соседними паузами в двоичном сигнале, имеющем число нулей больше, чем  $n + 1 = 3 + 1 = 4$ , насчитывается четное число единиц, то заполнение второй паузы начинается с сигнала  $V00V$ ;

- если число единиц между двумя вышеупомянутыми паузами нечетное, то заполнение второй паузы начинается с сигнала  $000V$ ;

- полярность импульса  $V$  всегда совпадает с полярностью предшествующего импульса.

В процессе заполнения очень длинной паузы, если предшествующее число «пакетов» в паузе нечетное, то пакет из  $n + 1$  нулей заменяется комбинацией  $V00V$ ; если предшествующее число «пакетов» в паузе четное (или нуль), то пакет из  $n + 1$  нулей заменяется комбинацией  $000V$ .

В некоторых случаях достаточно большая помехозащищенность может быть реализована при изменении статистической структуры двоичного цифрового сигнала с помощью операции, называемой скремблированием.

**Скремблирование** – это преобразование информационного двоичного сигнала (ДС) в сигнал, близкий к случайному, имеющий биномиальное распределение вероятностей появления комбинаций символов при равновероятном появлении символов 1 и 0. В отличие от информационного сигнала, в котором вероятность появления определенной группы символов произвольна, в скремблированном сигнале эта вероятность определяется законом скремблирования, при этом ДС подвергается операции перемножения с некоторой известной заранее псевдослучайной двоичной последовательностью (ПСП)  $ЛС = ДС \oplus ПСП$ .

На приемной стороне выполняется обратная операция  $ДС = ЛС \oplus ПСП$  (знак  $\oplus$  означает сложение по модулю два). Поэтому в скремблированном сигнале появление любых комбинаций, в том числе длинных серий нулей, предсказуемо и поддается расчету. Для правильного восстановления исходного сигнала псевдослучайные последовательности, вырабатываемые на приемной и передающих сторонах, должны быть засинхронизированы.

При подборе соответствующего алгоритма скремблера, позволяющего получить определенную вероятность формирования определенной группы символов (например, длинной серии нулей или комбинаций, похожих на цикловой синхросигнал), имеется возможность улучшить статистические свойства сигнала таким образом, чтобы в целом повысить помехозащищенность ЦСП.

## **9 НАЗНАЧЕНИЕ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ, СОСТАВ, ПРИНЦИП РАБОТЫ АППАРАТУРЫ КОМПЛЕКСА ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ «ИМПУЛЬС»**

### **9.1 Общие сведения об аппаратуре комплекса цифровых систем передачи «Импульс»**

Комплекс ЦСП «Импульс» является средством цифрового каналообразования для различных типов линий связи – радиорелейных, тропосферных, кабельных и спутниковых. Он реализует организационно-технические принципы передачи информации от различных оконечных устройств (телефонных и телеграфных аппаратов, аппаратуры передачи данных) с приведением ее к единой цифровой форме представления. Создание аппаратуры «Импульс» явилось конкретным шагом постепенной реализации комплекса технических средств каналообразования цифровой системы интегрального обслуживания (ЦСИО), построение которой определено в качестве генеральной перспективы совершенствования существующей и создания перспективной системы связи.

Аппаратура военно-полевого комплекса цифровых систем передачи «Импульс» (П-331) предназначена для образования цифровых каналов и каналов ТЧ при работе по различным линиям связи (радиорелейным, тропосферным, проводным и спутниковым). Она позволяет получать цифровые каналы со скоростями передачи от 1,2 до 480 Кбит/с и каналы ТЧ с ЭПЧ 0,3–3,4 кГц. Каналы ТЧ образуются с использованием адаптивной дельта-модуляции со скоростью передачи 48 Кбит/с на один канал. В состав комплекса входит следующее оборудование (моноблоки):

- аппаратура объединения (разделения) цифровых сигналов (ИО-1, ИО-2, ИО-3, ИО-4);
- аппаратура образования каналов ТЧ (ИТ/А);
- аппаратура оборудования линейного тракта (ИЛ-3/4, ИН-3/О (Д, ДМ, С) и ИН-4/О (Д));
- аппаратура образования телеграфных каналов (ИО-5);
- аппаратура питания (ИП, ИДП);
- аппаратура генератора опорной частоты (ИГ);
- аппаратура служебной связи (ИС, ППУ);
- измерительная аппаратура (ИЦК-1, ИЦК-2, ИАК, ИНТ).

Аппаратура объединения (разделения) цифровых сигналов может иметь до четырех ступеней временного объединения (разделения) цифровых сигналов, которые могут включаться последовательно друг за другом и позволяют в зависимости от режимов работы образовать:

- 1) аппаратуру ИО-1 (первая ступень) для временного объединения и разделения цифровых каналов (КЦ) со скоростями передачи 1,2; 2,4 или 4,8 Кбит/с, образования «прозрачных» телеграфных каналов (ПТК) со скоростями до 100 или 200 бод, служебного стартстопного телеграфного канала (СТК) 50 бод и

синхронного контрольного канала (СКК) со скоростями 20,37 или 40,74 бит/с. Групповой сигнал ИО-1 может вводиться в цифровые каналы ИО-2 или передаваться по линиям связи, а также каналам и трактам другой аппаратуры, сопрягающейся с ИО-1. Аппаратура ИО-1 обеспечивает организацию транзита на линейный выход аппаратуры без обработки входного сигнала первого КЦ и входного группового сигнала на выход первого цифрового канала;

2) аппаратуру ИО-2 (вторая ступень) для передачи по цифровым трактам с номинальной скоростью передачи символов 48 Кбит/с, а также по цифровым каналам со скоростью передачи символов 48 Кбит/с, образуемым аппаратурой ИО-3А и ИО-3Б, девяти синхронно-асинхронных цифровых каналов с номинальной скоростью передачи символов 4,8 Кбит/с каждый. Кроме того, аппаратура обеспечивает объединение одного синхронно-асинхронного канала с номинальной скоростью передачи символов 2,4 Кбит/с, одного «прозрачного» телеграфного канала со скоростью передачи символов до 100 бод, одного служебного телеграфного канала со скоростью передачи символов до 50 бод и одного синхронного контрольного канала со скоростью передачи символов 40 бит/с, а также организацию транзита без обработки входного сигнала:

- в аппаратуре ИО-2А – первого канала на групповой выход;

- в аппаратуре ИО-2Б – многоканального на выход первого комплекта приемного индивидуального оборудования;

3) аппаратуру ИО-3 (третья ступень) для образования цифровых потоков с номинальными скоростями передачи символов 480, 240, 144 или 96 Кбит/с (аппаратура ИО-3А (передающая часть)) и обратного преобразования данных цифровых потоков в девять цифровых каналов с номинальной скоростью передачи символов 48 Кбит/с, синхронного канала служебной связи со скоростью передачи символов 19,2 Кбит/с, двух «прозрачных» телеграфных каналов со скоростью передачи символов до 100 бод, одного служебного телеграфного канала со скоростью передачи символов до 50 бод и одного синхронного контрольного канала со скоростью передачи символов 50 бит/с (аппаратура ИО-3Б (приемная часть));

4) аппаратуру ИО-4 (четвертая ступень) для временного объединения (передающая часть) и разделения (приемная часть) четырех асинхронных цифровых каналов с номинальными скоростями передачи символов 480 Кбит/с каждый для совместной передачи по цифровым трактам с номинальной скоростью передачи символов 2048 Кбит/с. Кроме того, аппаратура ИО-4 обеспечивает образование асинхронного цифрового канала с номинальной скоростью передачи символов 240 Кбит/с вместо одного (определенного) канала со скоростью 480 Кбит/с и образование одного синхронного цифрового канала со скоростью передачи символов 22,75 Кбит/с для организации канала служебной связи с помощью аппаратуры ИС.

Различные ступени объединения (разделения) могут применяться самостоятельно. При совместном использовании групповые цифровые сигналы младших ступеней передаются по соответствующим цифровым каналам старших ступеней.

Кроме цифровых каналов на каждой ступени объединения (разделения) образуются следующие дополнительные каналы:

- прозрачные телеграфные каналы (ПТК);
- служебные телеграфные каналы (СТК);
- синхронные контрольные каналы (СКК);
- синхронные каналы служебной связи (СКСС).

Аппаратура ИТ/А предназначена для передачи по десяти независимым цифровым каналам и трактам с номинальной скоростью передачи 48 Кбит/с аналоговых сигналов тональной частоты и цифровых каналов со скоростью не более 48 Кбит/с.

Аппаратура образования каналов ТЧ (ИТ/А) имеет в своем составе десять дельта-кодеков, объединенных попарно. Любая пара дельта-кодеков при необходимости может быть заменена на пару трансформаторов скоростей (адаптеров), которые преобразовывают цифровые сигналы со скоростью передачи 1,2 (или 2,4; 4,8 и 9,6) Кбит/с в цифровой сигнал со скоростью передачи 48 Кбит/с. Цифровые выходы аппаратуры ИТ/А подключаются к соответствующим цифровым каналам аппаратуры ИО-3.

Аппаратура линейного оборудования включает оконечное оборудование линейного тракта (моноблок ИЛ-3/4) и необслуживаемые регенераторы для скорости передачи 480 Кбит/с (ИН-3) и 2048 Кбит/с (ИН-4). Последние различают также по типу линий. Так, ИН-3/О (ИН-4/О) предназначен для применения на полевых кабельных линиях (кабель П-296, О – оперативный), ИН-3/Д (ИН-4/Д) – на линиях длительной эксплуатации (кабель П-296), ИН-3/ДМ – на однокабельных линиях (кабель МКС), ИН-3/С – симплексный регенератор на двухкабельных линиях (кабель МКС).

Обслуживаемая аппаратура цифровых линий комплекса «Импульс» ИЛ-3/4 предназначена для сопряжения цифровых линейных трактов с аппаратурой временного объединения (разделения) ИО-3А, ИО-3Б при работе на скорости передачи символов 480 Кбит/с и с аппаратурой ИО-4 при работе на скорости передачи символов 2048 Кбит/с. ИЛ-3/4 обеспечивает сопряжение цифрового линейного тракта или аппаратуры ИО-4 с аппаратурой ИКМ-120 (по стыку HDB-3), сопряжение с аппаратурой радиолиний (в частности, с радиорелейными и тропосферными станциями, обеспечивающими соответствующие скорость передачи и стык, при размещении аппаратуры ИЛ-3/4 в аппаратных таких радиолиний). Аппаратура также обеспечивает образование цифрового линейного тракта со скоростью передачи символов 480 Кбит/с при работе на стационарной двухкабельной линии МКСБ, оборудованной системой передачи К-60П, а также для регенерации и синхронного транзита группового сигнала при установке на обслуживаемых промежуточных пунктах двух комплектов ИЛ-3/4.

Кроме того, ИЛ-3/4 обеспечивает:

- подачу дистанционного питания к необслуживаемым регенеративным пунктам ИН-3/0, ИН-4/0, ИН-3/Д, ИН-3/ДМ либо ИН-3/С;
- образование цепи для организации участковой служебной связи (по ис-

кусственной цепи кабеля) в пределах обслуживаемого участка (при работе по однокабельной линии);

- образование канала постанционной служебной связи (ПСС) с помощью аппаратуры ИС между любыми обслуживаемыми пунктами цифрового линейного тракта, либо образование синхронного канала 2,4 Кбит/с с обеспечением синхронного транзита с выделением сигнала на промежуточном пункте;

- функциональный контроль (ФК) цифрового линейного тракта, индикацию и сигнализацию ФК на приеме, а также местное и дистанционное отображение номера обслуживаемого участка линии, достоверность передачи на котором ниже нормы ( $10^{-6}$ ) (в случае нескольких обслуживаемых участков с пониженной достоверностью на концы линии транслируются номера только ближайших к ним ИЛ-3/4, достоверность приема сигнала в которых ниже нормы);

- функциональный контроль прохождения линейного сигнала по каждому направлению передачи обслуживаемого участка линейного тракта с посылкой квитирующего сигнала в направление передачи при наличии аварии в направлении приема;

- дистанционный контроль необслуживаемых регенеративных пунктов ИН-3/0, ИН-4/0, ИН-3/Д, ИН-4/Д, ИН-3/ДМ, ИН-3/С в пределах секции дистанционного питания (ДП), позволяющий определять номер неисправной или неустойчиво работающей аппаратуры, установленной на линии (здесь и далее секция ДП – участок линии от пункта подачи тока ДП до пункта поворота тока ДП);

- дистанционное обнаружение номера аварийного регенеративного пункта ИН-3/Д либо ИН-4/Д в пределах секции ДП (при открывании крышки или проникновении воды в контейнер) и отображение его на цифровом индикаторе аппаратуры;

- дистанционное определение номера участка обрыва цепи ДП совместно с аппаратурой ИДП (в пределах секции ДП, при работе на однокабельной линии).

Сопряжение аппаратуры ИЛ-3/4 с аппаратурой ИО-3, ИО-4, аппаратурой радиолоний или при работе ИЛ-3/4 на промежуточном пункте между собой осуществляется по внутростанционному стыку (ВС).

Аппаратура образования телеграфных каналов (ИО-5) позволяет получить при скоростях передачи группового цифрового сигнала 1,2; 2,4 и 4,8 Кбит/с соответственно 4, 8 и 16 прозрачных телеграфных каналов со скоростью телеграфирования до 75 бод. Каналы объединены в четыре группы по четыре канала (1, 2, 3, 4; 5, 6, 7, 8; 9, 10, 11, 12; 13, 14, 15, 16), в каждой из которых можно увеличить в одном канале скорость телеграфирования за счет уменьшения числа каналов.

В состав комплекса входит аппаратура питания (ИП) и дистанционного питания (ДП). ИП предназначена для электропитания всех моноблоков комплекса.

Моноблок ИП имеет десять выходов постоянного напряжения 27 В с максимальной суммарной мощностью потребления в нагрузке 280 Вт и десять выходов генератора напряжением 25 мВ опорной частоты 5 МГц.

Питание ИП осуществляется от сети переменного тока 220 В 50 Гц, потребляемая мощность при полной нагрузке составляет около 600 В·А.

ИДП обеспечивает дистанционное питание НРП по фантомной цепи током 100 мА по схеме «провод – провод». В зависимости от числа питаемых НРП напряжение на выходе ИДП может изменяться от 85 до 550 В.

В составе ИДП имеются два блока ДП, которые могут обеспечивать дистанционное питание в два направления либо работать в одно направление с автоматическим резервированием.

Аппаратура генератора опорной частоты (ГОЧ) предназначена для обеспечения комплекса напряжением опорной частоты 5 МГц (на крупных узлах связи). ИГ имеет 50 выходов, на каждом из которых при нагрузке 75 Ом обеспечивается напряжение 25 мВ. Частота опорного генератора 5 МГц. В состав ИГ входят два опорных генератора – основной и резервный, переключение с основного на резервный производится автоматически либо вручную.

Аппаратура служебной связи (ИС) устанавливается на конечных станциях и обслуживаемых регенерационных пунктах. Она предназначена для организации линейной (ЛСС), постанционной (ПСС) и участковой (УСС) служебной связи. Линейная служебная связь организуется на всех линиях при использовании цифровых синхронных каналов служебной связи, образуемых ИО-3 и ИО-4, а постанционная служебная связь – по цифровому каналу со скоростью передачи 16 Кбит/с, образуемому в ИЛ-3/4. Каналы ПСС и ЛСС имеют ЭППЧ 0,3–3,4 кГц, для их преобразования к цифровому виду применена адаптивная дельта-модуляция.

Двухпроводной низкочастотный канал участковой служебной связи организуется по фантомной цепи, образованной на кабельной линии аппаратурой ИЛ-3/4. На НРП в этот канал включаются переносные переговорные устройства.

Моноблок ИС обеспечивает каналы ЛСС, ПСС и УСС по двум направлениям с возможностью передачи их выходов на вынесенные устройства, а также организации их транзита между собой.

Измерительная аппаратура предназначена для оценки качества цифровых и аналоговых каналов цифровых трактов, а также проверки кабеля П-296 и НРП.

ИЦК-1 позволяет измерять вероятность ошибки и фазовые дрожания в цифровых каналах со скоростями 1,2; 2,4; 4,8; 9,6 и 48 Кбит/с, ИЦК-2 – те же параметры в цифровых каналах со скоростями передачи 240 и 480 Кбит/с, а также в цифровых трактах со скоростями передачи 480 и 2048 Кбит/с.

ИАК предназначен для измерения параметров каналов ТЧ. Он позволяет оценить защищенность от шумов квантования, частотную характеристику остаточного затухания, уровни взвешенного и невзвешенного шума.

ИНТ предназначен для определения переходного затухания на ближнем конце кабеля П-296, а также для проверки исправности ИН-3 и ИН-4.

Цифровые каналы используются для работы любой оконечной аппаратуры с относительной нестабильностью сигналов не хуже  $10^{-4}$ , а каналы ТЧ – для открытой и закрытой телефонной связи, работы аппаратуры передачи данных, многоканального тонального телеграфирования и факсимильной связи.

В зависимости от типа каналов и вариантов их использования обеспечиваются:

- достаточно высокое качество связи (разборчивость до 93 %) – при передаче речевых сигналов в составном канале, состоящем из девяти простых каналов, образованных аппаратурой ИТ/А;

- приемлемое качество связи – при работе аппаратуры типа Т-217 по каналу ТЧ такой же структуры;

- приемлемое качество связи – при работе аппаратуры передачи данных, тонального телеграфирования и другой оконечной аппаратуры со скоростью передачи до 4,8 Кбит/с (с применением УПС) по каналу ТЧ, состоящему из трех простых каналов, образованных аппаратурой ИТ/А. Эта же аппаратура при скорости передачи 9,6 Кбит/с не может работать даже по простому каналу.

Аппаратура комплекса «Импульс» может работать по кабелю П-296 (скорости передачи 480 и 2048 Кбит/с) и МКС (скорость передачи 480 Кбит/с). Максимально заданная дальность связи при скорости передачи 2048 Кбит/с составляет 2500 км, а при скорости 480 Кбит/с – 1000 км. Длины секции ДП определяются устройствами участковой служебной связи (ППУ). В состав ОРП входят два моноблока ИЛ-3/4, моноблоки ИС, ИДП, ИП.

Режимы работы комплекса «Импульс» приведены в таблицах 9.1 и 9.2.

Таблица 9.1 – Режимы работы комплекса «Импульс» (для аппаратуры ИО-5)

Скорость на групповом выходе аппаратуры ИО-5, Кбит/с	Телеграфные каналы	
	скорость, бод	количество
1,2	75	4
1,2	150	2
1,2	300	1
2,4	75	8
2,4	150	4
2,4	300	2
4,8	75	16
4,8	150	4
4,8	300	4

Аппаратура комплекса «Импульс» выполнена в виде стандартных моноблоков (кроме ИН и ППУ), габариты которых равны 640 × 290 × 180 мм.

ИН-3(4)/О выполнен в виде цилиндра диаметром 140 мм и длиной 550 мм, а ППУ имеет габариты 350 × 265 × 150 мм. ИН питается дистанционно от

ИЛ-3/4 (ток ДП 100 мА), ППУ – автономно от двух батарей ГБ-10-У-1,3. Остальная аппаратура комплекса питается от ИП.

Предусмотрено аварийное электропитание ИС от аккумуляторной батареи напряжением 15 В, потребляемая мощность в этом случае равна 6 Вт. Аппаратура комплекса предназначена для работы при температуре окружающей среды от минус 30 до плюс 50 °С, относительной влажности не более 98 % при температуре не выше 35 °С.

Предельные температуры окружающей среды для работы аппаратуры ИН, ППУ, ПИТ составляет от минус 40 до плюс 50 °С, а относительная влажность не более 98 % при температуре не выше 40 °С.

Структурная схема совместного использования аппаратуры комплекса «Импульс» представлена на рисунке 9.1.

Библиотека БГУИР

Таблица 9.2 – Режимы работы комплекса «Импульс» (для аппаратуры ИО-1, ИО-2, ИО-3, ИО-4)

Аппаратура объединения (разделения)	ИО-1								ИО-2				ИО-3				ИО-4		
	1	3	1	1	3	1	1	1	1	9	1	4	2	2	1	4	3	1	
Кол-во	1	3	1	1	3	1	1	1	1	9	1	4	2	2	1	4	3	1	
Скорость, Кбит/с.	1,2	1,2	1,2	2,4	2,4	2,4	2,4	4,8	4,8	4,8	2,4	48	48	48	48	480	480	240	
Кол-во скоростей, бод	2 до 100	1 до 100	1 до 100	2 до 100	1 до 100	2 до 100	2 до 100	2 до 100	2 до 100	-	-	-							
Кол-во скоростей, бод	1 50	-	-	-															
Кол-во скоростей, бод	1 20,37	1 20,37	1 20,37	1 20,37	1 40,74	1 40,74	1 40,74	1 40,74	1 40,74	-	1 40,74	-	-	-	-	-	-	-	
Кол-во скоростей, бод	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1 19,2	-	1 19,2	1 19,2	1 19,2	1 19,2	1 22,75	1 22,75	1 22,75	
Групповая скорость Кбит/с	2,4	4,8	4,8	9,6	9,6	9,6	9,6	48	48	480	240	144	96	2048	2048	2048	2048		

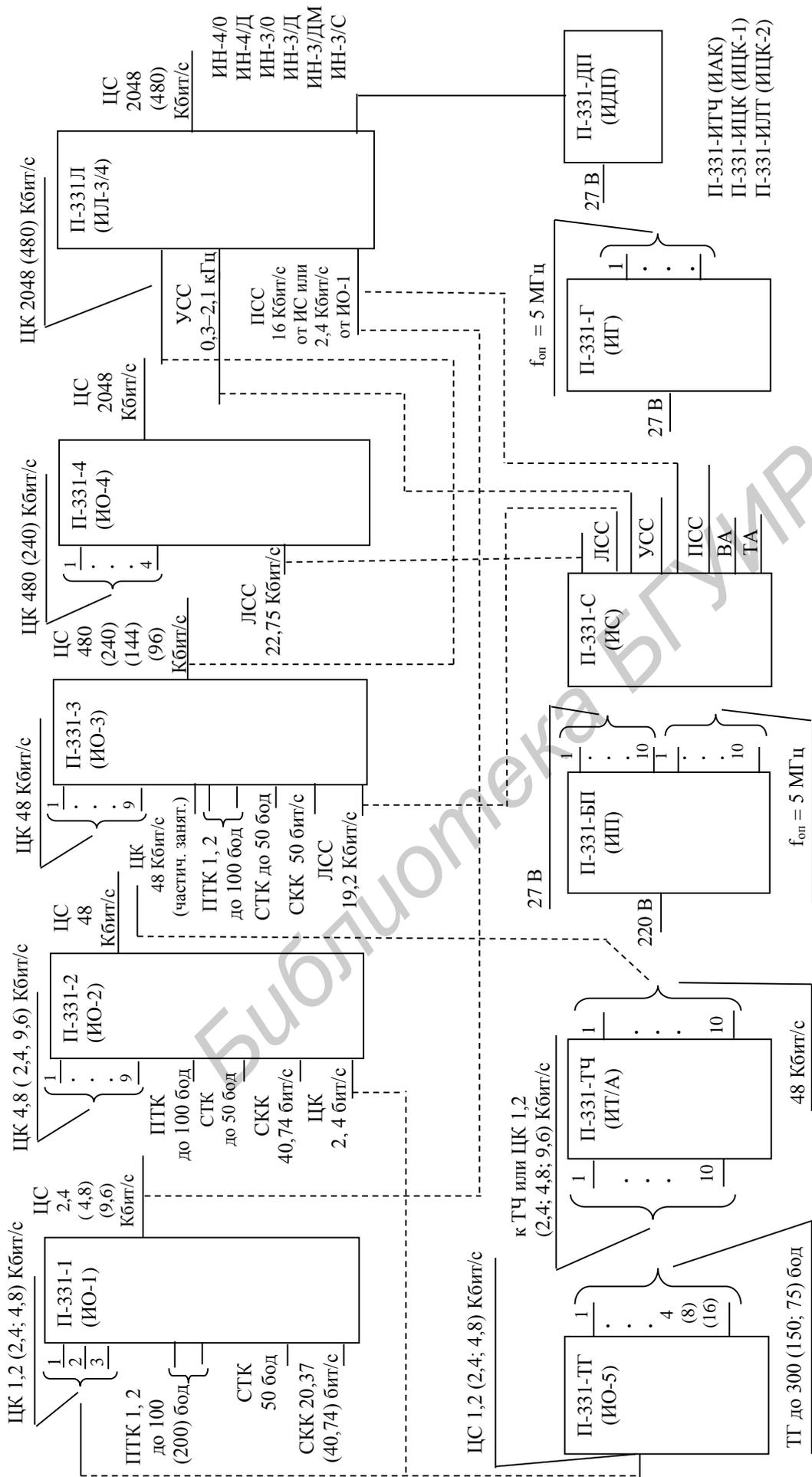


Рисунок 9.1 – Структурная схема совместного использования аппаратуры комплекса «Импульс»

## 9.2 Электрические параметры комплекса и отдельных элементов

### 9.2.1 Электрические параметры цифровых каналов и трактов

К электрическим параметрам цифровых трактов относятся:

- номинальная скорость передачи цифрового сигнала;
- вероятность ошибок;
- относительная нестабильность группового цифрового сигнала на выходе;
- допустимая относительная нестабильность цифрового сигнала на входе канала;
- допустимые фазовые дрожания на выходе канала;
- вид стыка.

При максимально заданной дальности связи вероятность ошибок в цифровых каналах, образованных на ПКЛ, должно быть не более  $10^{-6}$ .

В аппаратуре комплекса применены так называемые линейный и внутрисканционный стыки.

Линейный стык имеет следующие характеристики: вход и выход канала симметричные, входное сопротивление 150 Ом, форма сигнала – бимпульсная, допустимое изменение амплитуды сигнала на входе канала от 0,1 до 1,15 В, амплитуда выходного сигнала на нагрузке 150 Ом равна 1 В. Линейный стык образуется одной симметричной цепью, обладает избыточностью и поэтому обеспечивает передачу как информационных сигналов, так и сигналов тактовой синхронизации.

Внутрисканционный стык имеет следующие характеристики: вход и выход канала несимметричные, форма сигнала униполярная, амплитуда сигнала не более 0,4 В (логический ноль) и от 2,4 до 4,5 В (логическая единица), входное и выходное сопротивление – 150 Ом.

Он образуется двумя несимметричными цепями: цепью информационного сигнала (ИС) и тактовой синхронизации (ТС). Сигналы по этим цепям фазированы таким образом, что значащие моменты ИС совпадают с положительными фронтами импульсов ТС (форма сигнала ТС прямоугольная равноквадратная). Внутрисканционный стык используется при длинах соединительных линий не более 10 м.

### 9.2.2 Электрические параметры каналов ТЧ

Режимы работы (4ПР.ОК; 4ПР.ТР), относительные уровни на входе и выходе, остаточные затухания, частотная характеристика остаточного затухания – стандартные. Коэффициент нелинейных искажений – не более 1,5 %, в том числе, по третьей гармонике – не более 1 % при относительном уровне передачи на входе канала и частоте сигнала 800 Гц. Защищенность от внятных переходных помех между каналами на частоте 800 Гц – не менее 65 дБ. Уровень взвешенного (псофометрического) шума на выходе свободного

канала в точке с относительным уровнем плюс 4 дБ – не более 46 дБ. Защищенность от шумов квантования для гармонического сигнала с частотой 800 Гц – не менее 20 дБ в диапазоне уровней входного сигнала от минус 30 до минус 25 дБ и не менее 25 дБ при изменении уровня входного сигнала от минус 25 до плюс 3 дБ. Номинальное значение входного и выходного сопротивлений – 600 Ом.

### **9.2.3 Электрические параметры телеграфных каналов**

Телеграфные каналы, образуемые аппаратурой ИО-5, ИО-1, ИО-2 и ИО-3, а также служебные телеграфные каналы аппаратуры ИО-1, ИО-2, ИО-3 имеют следующие параметры линейных окончаний: вход и выход канала – симметричные с возможностью заземления одного из проводов вне аппаратуры, входное сопротивление – 1000 Ом, выходное сопротивление – 51–510 Ом, входной сигнал – двухполюсные посылки с напряжением от плюс 15 до плюс 25 В на нагрузке 1000 Ом, краевые искажения на выходе канала при максимальной скорости телеграфирования – не более  $\pm 5$  % от длительности единичного интервала.

### **9.2.4 Электрические параметры синхронных контрольных каналов**

Синхронные контрольные каналы на всех ступенях объединения-разделения цифровых сигналов аналогичны и образованы четырьмя несимметричными цепями:

- передаваемые данные;
- принимаемые данные;
- синхронизация элементов передаваемого сигнала;
- синхронизация элементов принимаемого сигнала.

Входные устройства цепей «передаваемые данные» рассчитаны на передачу двухполюсных посылок постоянного тока с максимальным напряжением плюс 15 В при входном сопротивлении 3–7 кОм, а напряжение срабатывания этих устройств составляет от плюс 3 до плюс 5 В.

Выходные сигналы цепей «принимаемые данные» представляют собой двухполюсные посылки постоянного тока с амплитудой от плюс 5 до плюс 15 В на сопротивление нагрузки 3–7 кОм. Выходные сигналы цепей синхронизации представляют собой двухполюсные посылки постоянного тока с амплитудой от плюс 5 до плюс 15 В на сопротивление нагрузки 3–7 кОм, форма этих сигналов – меандр, скважность 2.

### **9.2.5 Электрические параметры проводных линейных трактов**

Скорость передачи цифрового сигнала – 480 и 2048 Кбит/с. Вид сигнала в линии – квадратичный с чередованием полярности импульсов (ЧПИ).

Длительность импульсов – 1040 нс при скорости передачи 480 Кбит/с и 244 нс при скорости 2048 Кбит/с.

Амплитуда импульсов равна 3 В при работе по однокабельной линии П-296 или МКС и 2 В при работе по двухкабельной линии МКС.

Библиотека БГУИР

## 10. СРЕДСТВА СВЯЗИ ДВОЙНОГО ПРИМЕНЕНИЯ

### 10.1 SDH-мультиплексор ввода/вывода уровня STM-1/4 FlexGain A155

Предназначение: для построения транспортных сетей SDH уровней STM-1/4 кольцевых и линейных структур. Может применяться в качестве кроссового коммутатора, поддерживающего четыре направления STM-1. Оптимизирован для строительства волоконно-оптических сетей связи с совместной передачей трафика TDM и IP.

Мультиплексор включает в себя оптические и/или электрические интерфейсы агрегатных потоков STM-1 (155 Мбит/с), оптические интерфейсы агрегатных потоков STM-4 (622 Мбит/с), а также дополнительные интерфейсы компонентных потоков (2, 34 и 45 Мбит/с (G.703)) и Ethernet 10/100BaseT.

FlexGain A155 может использоваться как:

- 1) оконечный мультиплексор STM-1 с максимальной емкостью  $63 \cdot VC12$  и возможностью резервирования  $1 + 1$ ;
- 2) регенератор потока STM-1 с емкостью регенерирования  $2 \cdot VC4$ ;
- 3) мультиплексор ввода/вывода уровня STM-1 с максимальной емкостью с  $4 * STM-1$  и возможностью выделения до  $21 VC12$ ;
- 4) мультиплексор ввода/вывода уровня STM-4 с возможностью выделения до  $63 \cdot VC12$  из одного административного блока AU-4 оптического модуля уровня STM-4;
- 5) соединительная точка для локальной вычислительной сети (ЛВС) для передачи трафика Ethernet через SDH.

Плата GFP-150 с инкапсуляцией GFP дает возможность организации каналов Ethernet с регулируемой полосой пропускания от 2 до 46 VC12 или от 1 до 2 VC3. Плата LAN1 позволяет организовать сквозные каналы Ethernet точка-точка до 100 Мбит/с и точка-многоточка до 50 Мбит/с без инкапсуляции GFP.

Управление мультиплексором осуществляется:

- локально через порт COMM с эмуляцией терминала VT100;
- локально через интерфейс ETHERNET 10BT по протоколу HTTP (INTERNET EXPLORER);
- удаленно по каналам DCC;
- сетевой системой управления FlexGain VIEW по протоколу SNMP.

Использование локального терминала с эмуляцией VT100 необходимо для первичной настройки мультиплексора и для конфигурации параметров портов управления.

Управление сетевыми элементами производится через каналы DCC байтами D1–D3 (или D4–D12) в заголовках кадров STM-1 или STM-4, через канал, образованный виртуальным контейнером VC12 (в том числе в режиме VC12 192 Кбит/с, совместимом с FG-A2500 и FG-A2500 Extra), или через внешние интерфейсы Ethernet (ETH) и P (MNGT) мультиплексоров.

## Основные тактико-технические характеристики

### Интерфейсы компонентных потоков

Тип интерфейса	Рекомендация ИТУ-Т G.703			Ethernet 10/100BaseT	STM-1o Рекомендация ИТУ-Т G.957/ G.958	STM-1e Рекомендация ИТУ-Т G.703
	E1	E3	DS3			
Количество интерфейсов	21–63	1–3	1–3	1–3	1–3	1–3
Скорость передачи, Мбит/с	2,048	34,368	44,736	n×VC12/VC3 n = 1...8	155,520	155,520
Линейный код	HDB3	HDB3	B3ZS	–	NRZ	CM1
Импеданс, Ом	120/75	75	75	120	–	75

### Интерфейсы управления

Порт локального терминала	VT100, RS232
Порт сетевого управления	TCP/IP, 10BaseT

### Интерфейс обслуживания станционного помещения

4 входа для внешних аварийных сигналов	Оптопара; внешний источник питания DC: 48...60 В; ток потребления 1...10 мА
2 выхода к сигнализации станции	Релейный контакт; напряжение на разомкнутых контактах < 72 В; ток через замкнутые контакты < 0,1 А

### Цифровые интерфейсы служебной связи (EOW) и доступа к заголовкам SDH(AUX)

Тип интерфейса	V.11 синхронный
Скорость передачи	64 Кбит/с

### Интерфейс внешней синхронизации

Вход	2×2048 МГц, рекомендация ИТУ-Т G.703.10 (120 Ом сбалансированный)
Выход	2048 МГц, рекомендация ИТУ-Т G.703.10 (120 Ом сбалансированный)

### Требования к электропитанию

Напряжение питания	DC: –48...–60 В (диапазон от минус 36 до минус 72 В); AC: 110...240 В (с дополнительным адаптером)
Потребляемая мощность	до 60 Вт

### Габариты

Шасси для 19" стойки (В×Ш×Г)	90×440×300 мм
------------------------------	---------------

## Условия эксплуатации

Температурный диапазон	от плюс 5 до плюс 45 °С
Относительная влажность	< 85 % при t = +25 °С

## 10.2 SDH-мультиплексор ввода/вывода уровня STM-1/4 FlexGain FOM155L2

Предназначение: для передачи голоса и данных по ВОЛС со скоростью 155/622 Мбит/с (уровень STM-1/4). Применяется для построения сетей SDH с интеграцией TDM, Ethernet, VDSL и ATM технологий.

Особенности оборудования FG-FOM155L2:

- 1) возможность интеграции различных интерфейсов, таких как голосовые (voice), Nx64K (V.35), E1, FE, IP/Ethernet, ATM, XRE (EoVDSL);
- 2) 1 + 0, 1 + 1 схемы резервирования;
- 3) поддержка GFP-инкапсуляции и L2 switch (Ethernet);
- 4) поддержка функций MSP, MSSP Ring и SNCP.

### Основные тактико-технические характеристики

#### Интерфейсы компонентных потоков

Тип интерфейса	Рекомендация ITU-T G.703			FXS	FXO	Ethernet 10/100BaseT	STM-1o, рекомендация ITU-T G.957/G.707	STM-4o, рекомендация ITU-T G.957/G.707
	E1	E3	V/35					
Количество интерфейсов	21–63	3–6/9	4–12	6–18	24–72	6–18/8–24	2–4	2–3
Скорость передачи, Мбит/с	2,048	34,368	$n \times 0,064$ $n = 1 \dots 31$	0,064	0,064	$n \times VC12/VC3$ $n = 1 \dots 46$	155,520	622
Линейный код	HDB3	HDB3	–	–	–	–	NRZ	NRZ
Импеданс, Ом	120/75	75	–	–	–	100	–	–

#### Интерфейсы управления

Порт локального терминала	VT100, RS232
Порт сетевого управления	TCP/IP, 10BaseT

#### Интерфейс обслуживания стационарного помещения

1 вход для внешних аварийных сигналов
2 выхода к сигнализации станции

Цифровые интерфейсы служебной связи (EOW) и доступа к заголовкам SDH(AUX)

Тип интерфейса	V.11 синхронный
Скорость передачи	64 Кбит/с

#### Интерфейс внешней синхронизации

Вход	2×2048 МГц, рекомендация ITU-T G.703.10
Выход	2048 МГц, рекомендация ITU-T G.703.10

#### Требования к электропитанию

Напряжение питания	DC: –48...–60 В (диапазон от минус 36 до минус 72 В) AC: 110...240 В (с дополнительным адаптером)
Потребляемая мощность	до 60 Вт

#### Габариты

Шасси для 19" стойки (В×Ш×Г)	75,5×433×265 мм
------------------------------	-----------------

#### Условия эксплуатации

Температурный диапазон	от 0 до плюс 60 °С
Относительная влажность	< 95 %, при t = +25 °С

### 10.3 Оптическая система доступа PDH FlexGain FOM16E

Оптический мультиплексор FlexGain FOM16E представляет собой оборудование линейного тракта для одновременной дуплексной передачи 8 или 16 цифровых потоков E1 G.703 со скоростью 2048 Кбит/с каждый, по двум или одному ненагруженному волокну оптического кабеля или для передачи смешанного TDM+IP-трафика.

Мультиплексор FlexGain FOM16E имеет четыре платоместа для установки трибутарных модулей: 4×E1, модулей интерфейса Ethernet 10/100BaseT со скоростью передачи данных до 8,448 Мбит/с или интерфейсных модулей V.35 n×64 (n = 1...32, 64, 128). Два специализированных платоместа предназначены для установки основного и резервного оптических приемопередатчиков. Переключение между основным и резервным приемопередатчиками производится автоматически. Время переключения – не более 60 мс.

FlexGain FOM16E может применяться в следующих случаях:

- для объединения локальных сетей (LAN);
- как оборудование линейного тракта систем передачи для организации абонентского выноса;
- для передачи цифрового потока по волоконно-оптическим соединительным линиям;
- для передачи речи и данных вдоль технологических объектов.

## Основные тактико-технические характеристики

### Интерфейс E1

Тип разъема	RJ-45, розетка
Сопrotивление	120 Ом
Скорость сигнала	2048 Кбит/с $\pm 50$ ppm
Линейный код	HDB3
Стандарт	G.703
Фазовые дрожания	в соответствии с рекомендацией G.742, G.823

### Интерфейс LAN (Ethernet)

Тип интерфейса	10/100BaseT
Тип разъема	RJ-45
Количество портов	4 порта
Линейная скорость	8448 Кбит/с $\pm 50$ ppm

### Интерфейс V.35

Тип интерфейса	V.35
Тип разъема	DB-25
Количество портов	1
Линейная скорость	$n \times 64$ , $n = 1 \dots 32, 64, 128$

### Оптический интерфейс

Тип лазерного диода	MLM-1310 нм/ MLM-1550 нм
Тип разъема	FC/SC (для wot-приемопередатчика)
Рабочая длина волны	$(1310 \pm 30)$ нм/ $(1550 \pm 30)$ нм
Линейное кодирование	Скремблированный NRZ
Выходная мощность (пиковая)	-7...+15 дБм для 1310 нм/0...2 дБм для 1550 нм
Чувствительность по приему	минус 34 с коэффициентом ошибок $10^{-10}$
Перекрываемое затухание	> 19 дБ для 1310 нм/> 36 дБ для 1550 нм
Резервирование	1 + 0 или 1 + 1
Защита от электромагнитных помех	в соответствии с рекомендацией CISPR22 класс А

### Дополнительные функции

SNMP-управление
Возможность подключения внешней аварийной сигнализации
Возможность установки различных видов тестовых шлейфов

### Требования к электропитанию

Напряжение питания	DC: -48...-60 В (диапазон от минус 36 до минус 72 В); AC: 90...260 В
Потребляемая мощность	не более 30 Вт в конфигурации 1 + 1

### Условия эксплуатации

Температурный диапазон	От 0 до +60 °C
Относительная влажность	5...95 %

### Габариты

Шасси для 19" стойки (В×Ш×Г)	45×436×330 мм
------------------------------	---------------

## 10.4 Оптическая система досутпа PDH FlexGain FOM16E, V.1

Предназначение: для передачи 4–16 цифровых потоков E1 G.703 и Ethernet-трафика со скоростью до 100 Мбит/с по одному или двум оптическим волокнам.

Мультиплексор FlexGain FOM16E, V.1 обеспечивает схему резервирования оптического тракта 1 + 1, ручную настройку при помощи кнопок, встроенное Telnet- и SNMP-управление, контроль функционирования и сбор статистики. Для обеспечения гибкости и наилучшей экономической эффективности в FlexGain FOM-16E, V.1 применяются SFP-приемопередатчики, которые позволяют выбирать тот или другой тип приемопередатчика в зависимости от длины и состояния оптической линии. Встроенный Ethernet-коммутатор с четырьмя портами позволяет обрабатывать VLAN-пакеты с признаком двойного тегирования (Q in Q), поддерживает IEEE 802.1p и функцию MDIX для каждого Ethernet-порта.

Особенности FlexGain FOM16E, V.1:

- 1) 4, 8, 16 интерфейсов E1 сопротивлением 120 Ом;
- 2) 4 Ethernet 10/100BaseTX порта с обработкой VLAN с общей скоростью 100 Мбит/с;
- 3) канал служебной связи;
- 4) 2 слота для SFP-модулей, SFP-приемопередатчики на 15, 40, 80, 100 или 120 км;

### Основные тактико-технические характеристики

#### Оптические SFP-модули

Оптические SFP-модули	FG-FO-S1.1	FG-FO-L1.1	FG-FO-L1.2	FG-FO-L1.3	FG-FO-L1.4
Тип лазера	FP Laser	FP Laser	DFB Laser	DFB Laser	DFB Laser
Длина волны	1310 нм	1310 нм	1550 нм	1550 нм	1550 нм
Оптический разъем	2×LC	2×LC	2×LC	2×LC	2×LC
Выходная мощность	–15...–8 дБм	–5...0 дБм	–5...0 дБм	–3...2 дБм	0...5 дБм
Чувствительность	–31 дБм	–34 дБм	–34 дБм	–34 дБм	–34 дБм
Максимально допустимый уровень входного сигнала	0 дБм	4 дБм	4 дБм	5 дБм	5 дБм
Системное усиление	19 дБ	29 дБ	29 дБ	31 дБ	34 дБ

#### Интерфейс E1

Тип разъема	RJ-45, розетка
Сопротивление	120 Ом
Скорость сигнала	2048 Кбит/с ±50 ppm
Линейный код	HDB3
Стандарт	G.703
Фазовые дрожания (джиттер)	в соответствии с рекомендацией G.823

### Ethernet-интерфейс

Пропускная способность	до 3,2 Gbps
Размер таблицы MAC-адресов	2048
Поддерживаемые протоколы	IEEE 802.3, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x
Количество VLAN	64
Тип VLAN	IEEE 802.1q Port-based, Q in Q
Ethernet QoS	IEEE 802.1p, DSCP, Bandwidth Control

### Входы/выходы аварийных сигналов и внешних датчиков

Аварии	2 выхода Minor и Major аварии
Входы внешних датчиков	2 входа
Электрические характеристики входов/выходов	DC: 0...60 В, 1...5 мА

### Требования к электропитанию

Напряжение питания	DC: -48...-60 В (диапазон от минус 36 до минус 72 В); AC: 90...260 В
Потребляемая мощность	не более 30 Вт

### Условия эксплуатации

Температурный диапазон	От 0 до плюс 60 °С
Относительная влажность	5...90 % без образования конденсата

### Габариты

Шасси для 19" стойки (В×Ш×Г)	44,5×436×320 мм
------------------------------	-----------------

## 10.5 Оптическая система доступа PDH FlexGain FOM4

Оптический мультиплексор FlexGain FOM4 представляет собой оборудование линейного тракта для одновременной дуплексной передачи четырех синхронных цифровых потоков E1 со скоростью 2048 Кбит/с каждый по двум ненагруженным волокнам оптического кабеля, одномодового или многомодового.

Модули FlexGain FOM4 имеют светодиодную индикацию для визуального контроля работоспособности. Также возможен контроль системы с любого компьютера, поддерживающего режим эмуляции терминала VT100, через интерфейс RS232. Для модулей FG-FOM4-RM (стойечное исполнение FlexGain FOM4) возможен удаленный мониторинг с помощью модуля CMU, исполняющего роль SNMP-агента централизованной сетевой системы управления.

## Основные тактико-технические характеристики

### Интерфейс E1

Тип разъема	RJ-45 для 120 Ом; BNC для 75 Ом
Сопротивление	120 Ом; 75 Ом (только в FG-FOM4-MR-AC/DC, V3)
Скорость сигнала	2048 Кбит/с $\pm 50$ ppm
Линейный код	HDB3
Стандарт	G.703
Фазовые дрожания (джиттер)	в соответствии с рекомендацией G.823, G.742

### Оптический интерфейс

Тип лазерного диода	MLM-1310 нм
Тип разъема	FC/PC
Рабочая длина волны	$(1310 \pm 30)$ нм
Линейное кодирование	скремблированный NRZ
Выходная мощность (пиковая)	-7... -15 дБм
Чувствительность по приему	минус 34 с коэффициентом ошибок $10^{-10}$
Перекрываемое затухание	> 20 дБ
Резервирование	1 + 0
Защита от электромагнитных помех	в соответствии с рекомендацией CISPR22 класс А

### Дополнительные функции

Возможность подключения внешней аварийной сигнализации
Возможность установки различных видов тестовых шлейфов

### Требования к электропитанию

Напряжение питания	DC: -48...-60 В (диапазон от минус 36 до минус 72 В); AC: 90...260 В
Потребляемая мощность	не более 12 Вт

### Условия эксплуатации

Температурный диапазон	от 0 до плюс 60 °С
Относительная влажность	5...95 %

## 10.6 Цифровая система передачи Megatrans-3M

Предназначение: для передачи цифрового сигнала со скоростью до 2048 Кбит/с по некоммутируемым неуплотненным физическим кабельным линиям связи (преимущественно по симметричным высокочастотным одно- и многочетверочным кабелям типа ЗКП или МКС по однокабельной или двухкабельной схеме связи), а также для организации каналов диспетчерской, радиокабельной, технологической (для систем телемеханики) связи.

Система может применяться как в составе первичных цифровых систем передачи, цифровые стыки которых отвечают требованиям МСЭ-Т, так и в ка-

честве самостоятельного оборудования (например, для организации цифровых трактов). Аппаратура обеспечивает возможность выделения, вставки и разветвления каналов в регенерационном пункте при линейной и древовидной разветвленной структуре связи.

Особенности Megatrans-3М:

- 1) новый тип линейного кодирования – ТС-РАМ (РАМ-16);
- 2) благодаря оптимизированному алгоритму аналоговой обработки и коррекции сигнала (АОКС) максимальная длина регенерационного участка увеличена до 26 км;
- 3) два дистанционно питаемых регенератора с одной стороны (или четыре при питании с двух сторон);
- 4) максимальная длина полусекции ДП составляет 52 км, максимальная длина тракта между обслуживаемыми пунктами – 130 км;
- 5) возможность выделения-вставки части канальных интервалов в точке регенерации через интерфейс E1 или xDSL;
- 6) возможность подключения до трех датчиков сухих контактов на систему к каждому комплекту регенераторного оборудования;
- 7) возможность организации каналов диспетчерской связи, каналов радиосвязи и канала передачи данных для оборудования телеметрии и телемеханики и доступом к вышеперечисленным каналам на каждом ПКУ;
- 8) возможность программного понижения уровня передачи для улучшения спектральной совместимости с аналоговыми системами в случае «врезки» системы Megatrans-3 на участке между двумя НУП системы К-60;
- 9) организация транзитного управления через ОУП (дополнительная опция) и централизованную систему управления.

### Основные тактико-технические характеристики

#### Линейный стык

Стандарт передачи	рекомендация ITU-T G.991.2
Тип кабеля	симметричные кабели типа ТЗ, МКС, КСПП, ЗКП
Схема включения	двухкабельная или однокабельная
Число пар кабеля для передачи	2
Скорость передачи	200...2056 Кбит/с, изменяемая с шагом 64 Кбит/с
Линейный код	ТС-РАМ адаптивный
Волновое сопротивление	согласованное с кабелем типа МКС (возможна настройка под любой тип кабеля)
Уровень передачи	регулируемый, от 0 до плюс 15 дБм
Пределы затухания линии на частоте: - 150 кГц; - 250 кГц	51 дБ; 66 дБ

### Сетевой стык E1

Стандарт, рекомендации	рекомендация ITU-T G.703
Скорость передачи	2048 Кбит/с ± 100 ppm
Линейный код	HDB3
Волновое сопротивление нагрузки	120 Ом
Максимальное дрожание фазы на выходе	согласно п. 2 рекомендации П.823
Пределы затухания линии на частоте 1024 кГц	0...12 дБ
Защита от перенапряжений	согласно рекомендации ITU-T K.41

### Дополнительный сетевой стык Ethernet

Стандарт	IEEE 802.3
Тип	10/100BaseT
Режим работы	bridge

### Управление

Мониторинг	VT100, опционально SNMP
Передача данных канала управления	по каналу встроенных операций

### Электропитание оконечных устройств

Напряжение питания	DC: -48...-60 В (диапазон от минус 36 до минус 72 В); AC: 90...260 В
Ток ДП	(60 ± 2) мА
Потребляемая мощность	7 Вт без ДП; 19,5 Вт с ДП

### Сопротивление заземления

Аппаратура окончания линейного тракта	менее 4 Ом
Линейный регенератор	менее 10 Ом

### Габариты (В×Ш×Г)

MGS-3M-SRL	259×30×233 мм
MGS-3M-MRL	43×480×230 мм
MGS-3-CASE-ST	307×193×272 мм
MGS-3-CASE-IP2	300×168×105 мм

## 10.7 Цифровая система передачи Megatrans-4

Предназначение: для передачи цифрового сигнала со скоростью до 4,6 Мбит/с по некоммутируемым неуплотненным физическим кабельным линиям связи (по симметричным высокочастотным одно- и многочетверочным кабелям, по одной или двум парам, по одно или двухкабельной схеме связи, по одной коаксиальной паре, по одному оптическому одномодовому волокну), а также для организации каналов диспетчерской, технологической (для систем телемеханики), служебной связи.

Система может применяться как в составе первичных цифровых систем передачи, цифровые стыки которых отвечают требованиям МСЭ-Т, так и в качестве самостоятельного оборудования (например, для организации цифровых трактов). Аппаратура обеспечивает возможность выделения, вставки и разветвления каналов в регенерационном пункте при линейной и древовидной разветвленной структуре связи.

Особенности Megatrans-4:

1) новый тип линейного кодирования – ТС-РАМ32 (а также поддержка ТС-РАМ16 и ТС-РАМ8);

2) возможность дуплексной передачи данных по одной коаксиальной линии, по двум витым парам, по одной витой паре, по одному оптическому волокну со скоростью до 4,6 Мбит/с;

3) плезиохронная передача потоков Е1 позволяет передавать встречную синхронизацию потоков;

4) выбор режима работы «ведущий/ведомый» для каждого из двух линейных интерфейсов регенератора может быть осуществлен в режиме автоматического определения, а также может быть изменен программно (кроме версии 4W);

5) автоматический выбор линейного интерфейса для съема дистанционного питания (определение происходит по наличию на данном линейном интерфейсе дистанционного питания);

6) автоматическая (программная) установка шлейфа ДП;

7) восстановление ДП при обрыве тракта (при помощи автоматического установления шлейфа ДП система будет работать как две автономные, с синхронизацией каждой от своего ОУП).

8) измерение напряжения ДП на каждом регенерационном участке;

9) наличие сетевого стыка Ethernet с поддержкой протокола 802.1 q, 802.1 p;

10) возможность дистанционного обновления ПО с сохранением резервной копии;

11) встроенный web-интерфейс;

12) поддержка протокола SNMP;

13) цифровой канал служебной связи;

14) возможность выделения/добавления данных Ethernet в точке регенерации.

## Основные тактико-технические характеристики

### Линейный стык

Стандарт передачи	несимметричная адаптивная многопозиционная модуляция с регулируемым уровнем (патент НТЦ НАТЕКС №18814)
Среда передачи	симметричные кабели типа ТЗ, МКС, КСПП, ЗКП – 1 или 2 пары / коаксиальные кабели типа КМБ, МКТБ
Схема включения	двухкабельная или однокабельная
Скорость передачи	200...4616 Кбит/с, изменяемая с шагом 64 Кбит/с

Линейный код	ТС-РАМ адаптивный
Волновое сопротивление	согласованное с кабелем типа МКС (возможна настройка под любой тип кабеля)
Уровень передачи	+14,5 дБм
Пределы затухания линии на частоте 500 кГц	63 дБ

### Сетевой стык E1

Стандарт, рекомендации	рекомендация ITU-T G.703
Число интерфейсов	2
Скорость передачи	2048 Кбит/с ± 100 ppm
Линейный код	HDB3
Волновое сопротивление нагрузки	120 Ом
Максимальное дрожание фазы на выходе	согласно п. 2 рекомендации П.823
Пределы затухания линии на частоте 1024 кГц	0...12 дБ

### Дополнительный сетевой стык Ethernet

Стандарт	IEEE 802.3, 802.1q, 802.1p
Число интерфейсов	1
Тип	10/100BaseT
Режим работы	bridge layer 2
Таблица MAC-адресов	1024

### Управление

Мониторинг	VT100, Telnet, HTTP, SNMP
Передача данных канала управления	через интерфейс Ethernet

### Электропитание оконечных устройств

Напряжение питания	DC: -48...-60 В (диапазон от минус 36 до минус 72 В)
Ток ДП	120 мА
Потребляемая мощность	6 Вт без ДП / 94 Вт с ДП

### Габариты (В×Ш×Г)

Аппаратура окончания линейного тракта	266×433×263 мм
Линейный регенератор	307×193×272 мм

## 10.8 xDSL-модем для транспортных сетей и сетей доступа Flex DSL Orion 2

Предназначение: для организации высокоскоростных каналов связи по симметричным физическим линиям (DSL – Digital Subscriber Line) со скоростью передачи от 200 до 5704 Кбит/с (шаг 64 Кбит/с).

Особенности Flex DSL Orion 2:

1) новый тип линейного кодирования – ТС-РАМ32 (а также поддержка ТС-РАМ16);

- 2) возможность дуплексной передачи данных по одной симметричной паре до 5,7 Мбит/с;
- 3) одновременная передача TDM-трафика и данных Ethernet;
- 4) поддержка протокола 802.1q;
- 5) широкие возможности по методам конфигурирования системы (например, удаленное конфигурирование модулей посредством сессии Telnet);
- 6) встроенный web-интерфейс;
- 7) поддержка протокола SNMP v.1;
- 8) существование нескольких конфигураций, хранящихся в памяти модуля, для возможности возврата к предыдущим настройкам системы;
- 9) два уровня пользователей системы: admin и user, защищенных паролями;
- 10) применение современной элементной базы.

### Основные тактико-технические характеристики

#### Линейный стык

Число пар передачи	1, 2
Скорость передачи	200...5704 Кбит/с
Допустимое отклонение скорости передачи	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$
Линейный код	ТС-РАМ16/32
Номинальное нагрузочное сопротивление	130 Ом
Уровень передачи	+14,5 дБм

#### Сетевой стык E1 (G.703)

Количество	1...2
Скорость передачи в каждом направлении	2048 ( $1 \pm 50 \cdot 10^{-6}$ ) Кбит/с
Линейный код	HDB3
Волновое сопротивление нагрузки	120 Ом
Номинальная длительность импульса	244 нс
Предельно допустимые отклонения тактовой частоты входного сигнала	$\pm 100$ Гц
Макс. дрожание фазы на выходе	согласно п. 2 рекомендации G.823
Пределы затухания линии на частоте 1024 кГц	0...18 дБ
Защита от перенапряжений	согласно рекомендации ITU-T K.41

#### Дополнительный сетевой стык Ethernet

Стандарт	IEEE 802.3
Линейное кодирование	манчестер или 4В/5В
Тип	10/100BaseTX
Скорость передачи	10 или 100 Мбит/с
Среда передачи/Максимальная длина сегмента	две экранированные пары категории 5/100 м

#### Стык управления (Monitor interface)

Мониторинг	VT100, Telnet, HTTP, SNMP
Передача данных канала управления	через интерфейс Ethernet

## Электропитание оконечных устройств

Напряжение питания	DC: –48...–60 В (диапазон от минус 38 до минус 72 В); AC: 90...260 В
Ток ДП	120 мА
Потребляемая мощность	6 Вт без ДП / 94 Вт с ДП

## Габариты (В×Ш×Г)

Аппаратура окончания линейного тракта: - корпус Stand Alone (вариант 1); - корпус Stand Alone (вариант 2); - корпус MiniRack; - плата SubRack	46×218×165 мм; 51×262×240 мм; 483×230×43,5 мм; 233×220×30 мм
Линейный регенератор: - регенератор FG-PAM-RGx-Eth-IP; - регенератор в корпусе MGS-4-CASE-ST	70×290×167 мм; 306×193×268 мм

## 10.9 xDSL- модем для транспортных сетей и сетей доступа Flex DSL Orion 3

Предназначение: для организации высокоскоростных каналов связи по симметричным физическим линиям (DSL – Digital Subscriber Line) со скоростью передачи до 15,2 Мбит/с (шаг 64 Кбит/с).

Особенности Flex DSL 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 web-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.

## Основные тактико-технические характеристики

### Линейный стык

Число пар передачи	1, 2 или 4
Скорость передачи	200 Кбит/с...15 Мбит/с
Допустимое отклонение скорости передачи	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$
Линейный код	ТС-РАМ16/32/64/128
Номинальное нагрузочное сопротивление	130 Ом
Уровень передачи	+14,5 дБм

### Сетевой стык E1 (G.703)

Количество	1...4
Скорость передачи в каждом направлении	2048 ( $1 \pm 50 \cdot 10^{-6}$ ) Кбит/с
Линейный код	HDB3
Волновое сопротивление нагрузки	120 Ом
Номинальная длительность импульса	244 нс
Предельно допустимые отклонения тактовой частоты входного сигнала	$\pm 100$ Гц
Максимальное дрожание фазы на выходе	согласно п. 2 рекомендации G.823
Пределы затухания линии на частоте 1024 кГц	0...18 дБ
Защита от перенапряжений	согласно рекомендации ITU-T K.41

### Дополнительный сетевой стык Ethernet

Стандарт	IEEE 802.3
Количество	1...4
Линейное кодирование	манчестер или 4В/5В
Тип	10/100BaseTX (Layer 2 switch)
Скорость передачи	10 или 100 Мбит/с
Среда передачи/Максимальная длина сегмента	две экранированные пары категории 5/100 м

### Стык управления (Monitor interface)

Мониторинг	VT100, Telnet, HTTP, SNMP
Передача данных канала управления	через интерфейс Ethernet

### Электропитание оконечных устройств

Напряжение питания	DC: $-48 \dots -60$ В (диапазон от минус 38 В до минус 72 В) AC: 90...260 В
Напряжение дистанционного питания	120/200/230/350 В
Потребляемая мощность	6 Вт без ДП / 94 Вт с ДП

### Габариты (В×Ш×Г)

Аппаратура окончания линейного тракта: - корпус Stand Alone (вариант 1); - корпус Stand Alone (вариант 2); - корпус MiniRack; - плата SubRack	46×218×165 мм; 51×262×240 мм; 483×230×43,5 мм; 233×220×30 мм
Линейный регенератор: - регенератор FG-PAM-RGx-Eth-IP; - регенератор в корпусе MGS-4-CASE-ST	70×290×167 мм; 306×193×268 мм

### Дальность работы на различных типах кабелей

Скорость	Кабель						
	ТПП 0,4	ТПП 0,5	ТЦП 0,64	КСПП 0,9	КСПП 1,2	ЗКП 1,2	МКСБ 1,2
1024 Кбит/с	6	7	11,5	16	17	25	28
2048 Кбит/с	4,5	6,5	8,5	11	12	17	19
4096 Кбит/с	2,7	4	5,5	7	8	10	12
5704 Кбит/с	2,2	3	5	6	7	8	10
8192 Кбит/с	1,8	2,4	3,2	4	5	6	8
11,4 Мбит/с	1,2	1,6	2,1	2,7	3	4	5
15,2 Мбит/с	1	1,2	1,6	2,3	2,5	2,8	3

### 10.10 Конвертер интерфейсов Ethernet/G.703 FlexCON-Eth, V2

Предназначение: для организации передачи трафика Ethernet в канальных интервалах потока E1. FlexCON имеет один Ethernet и один E1 интерфейс.

Особенности FlexCON-Eth, V2:

1) устройства могут быть соединены друг с другом как напрямую полным потоком E1, так и через существующую инфраструктуру, для этого предусмотрена возможность выделения произвольного набора тайм-слотов в потоке E1;

2) устройство FlexCON поддерживает архитектуру VLAN. Интерфейс Ethernet может работать в двух режимах:

- access для непосредственного подключения к локальной сети;
- trunk для подключения к VLAN-магистрале стандарта 802.1q;

3) в потоке E1 устройством могут быть выделены две группы канальных интервалов, которые образуют виртуальные интерфейсы WAN1 и WAN2. Эти интерфейсы представляют собой две независимые VLAN-магистралы. Кросс-коммутацией они могут быть направлены в различные точки, где установлены устройства FlexCON-Eth, V2;

4) для каждого из интерфейсов WAN1 и WAN2 предусмотрены две приоритетные очереди, что делает возможной совместную работу обычных сетевых приложений и приложений реального времени (VoIP и т. п.) на используемых каналах связи;

5) совместимость с Megatrans-4 и Orion2(3) по WAN-интерфейсу;

6) динамическая таблица MAC-адресов на 2048 значений;

7) максимальная длина информационного поля HDLC пакета составляет 96, 128, 256, 512, 1024, 2048 байт (задается пользователем);

8) поддержка восьми VLAN (соответствие идентификаторов VLAN их номерам задается пользователем).

## Основные тактико-технические характеристики

### Интерфейсы HDLC

Максимальная длина информационного поля HDLC пакета	96, 128, 256, 512, 1024, 2048 байт (задается пользователем)
---	---

### Обработка трафика в соответствии с приоритетами

Тип приоритета	высокий и низкий (НР, LP) (пакеты пропускаются через ту или иную очередь в соответствии с QoS (если QoS ниже заданного значения, то пакет ставится в LP-очередь, если выше – в НР, граница определяется пользователем)
Длина выходного буфера НР	8, 16, 32 Кбайт (задается пользователем)
Длина выходного буфера LP	16, 32, 64 Кбайт (задается пользователем)
Таблица номеров приоритетных VLAN (восемь значений), пакеты которых помещаются в буфер НР, одна для всех портов устройства	
Возможность фрагментации	

### Интерфейс E1

Линейный код	HDB3 AMI
Кадрирование	Unframed mode PCM31 без CRC-4 PCM31 с CRC-4 PCM30 без CRC-4 PCM30 с CRC-4
Скорость	64...2048 Кбит/с
Разъем	симметричный RJ-48C
Синхронизация	внутренняя восстановленная из E1

### Мониторинг

Возможность просмотра статистики	каждого виртуального порта Switch: принято пакетов, передано пакетов LP, передано НР, потеряно LP, потеряно НР
	статистика E1 на основании FAS, CRC4
	статистика HDLC-контроллеров (1,2): принято пакетов, передано, принято с ошибкой
Возможность отображения таблицы соответствия MAC-адресов и порта Switch	
Индикаторы на передней панели	индикатор наличия питания/безошибочной работы устройства
	индикаторы наличия линка, скорости и активности интерфейса
	индикатор наличия/отсутствия синхронизации по E1
	индикаторы доступности/активности виртуальных интерфейсов WAN1/WAN2

## Электропитание

Напряжение питания	АС: 90–260 В через адаптер 12 В 0,8 А
--------------------	---------------------------------------

## Массогабаритные характеристики

Размеры	190×100×28 мм
Масса	0,5 кг

### 10.11 Третичные мультиплексоры серии МЦП-13

Предназначение: для объединения/разделения шестнадцати трибутарных потоков E1 (2048 Кбит/с) в агрегатный поток E3 (34 368 Кбит/с) и обратно.

МЦП-13 ВВ и МЦП-13 ВВ-Е – мультиплексоры ввода/вывода, имеют два направления – «западное» и «восточное» по агрегатным потокам (2 E3) и одно направление по трибутарным потокам (16 E1). Количество и номера выводимых потоков с «западного» и «восточного» направлений определяются оператором. Суммарное количество выводимых потоков с обоих направлений не может превышать шестнадцати. Мультиплексоры могут работать в сетях с линейной и кольцевой топологией.

Мультиплексор с индексом «Е» дополнительно имеет два порта Ethernet 10/100BASE-T и обеспечивает назначение от одного до шестнадцати потоков E1 под передачу Ethernet-трафика в каждом направлении по агрегатным потокам.

Все мультиплексоры имеют дополнительный канал с интерфейсом RS-232, линейная скорость в канале – до 4,8 Кбит/с, сквозное аппаратное управление (CTS/RTS), скорость по порту – 2,4 Кбит/с или 4,8 Кбит/с.

В мультиплексорах имеется встроенный канал телеметрии-телеуправления, обеспечивающий взаимодействие локального и удаленного мультиплексоров, работающих встречно по агрегатному потоку. Встроенные четырехкнопочная клавиатура и ЖК-дисплей обеспечивают с передней панели управление режимами работы и отображение информации о состоянии локального и удаленного мультиплексоров.

Мультиплексоры имеют порт CAN для подключения к системе управления сети РРЛ, дистанционное управление осуществляется с помощью ПСО «Мастер».

### 10.12 Синхронный мультиплексор доступа

Предназначение: для эксплуатации на сетях связи различного назначения в качестве аппаратуры цифровой системы передачи синхронной цифровой иерархии, обеспечивающей передачу сигналов E1, E3, Ethernet и сигналов абонентского доступа (АД) в структуре синхронных транспортных модулей уровня STM-1 и STM-4 по одномодовому волоконно-оптическому кабелю.

## Основные тактико-технические характеристики

Синхронный мультиплексор доступа обеспечивает:

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

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

3) 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;

4) электрические интерфейсы STM-1 – в соответствии с рекомендацией G.703 МСЭ-Т;

5) электрические интерфейсы E1, E3 – в соответствии с рекомендацией G.703 МСЭ-Т;

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

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

- до 9 сигналов E3 (34368 Кбит/с);

- до 84 сигналов E1 абонентского доступа;

- до четырех сигналов Ethernet 10/100 Base-TX со скоростью трафика Ethernet от 1 до 42 VC-12 (VCAT);

7) ввод/вывод сигналов абонентского доступа: SDSL 2, SDSL 1, HDSL, ТЧ, АК, АК-4ПР, АК-МБ, СК, СК-4ПР, ЗВ-ПД, ЗВ-ПР, ЗВК-ПД, ЗВК-ПР, ЗВС-ПД, ЗВС-ПР, ТЧ-СВ, ТЧ-СИ, КС, ТК, ДС, ДСУ, ДСУ-30, ОЦК, RS485, V36/X21, RS, С1-И, МСД, КЛС, U, S/T, Upn (АК), Upnt (СК), P3-ПА, LAN, С37.94 с коммутацией на уровне КИ сигнала E1 (64 Кбит/с);

8) полнодоступную неблокируемую коммутацию сигналов на уровне VC-12, VC-3 и VC-4 в режимах коммутации: однонаправленной, двунаправленной, вещания (VC-12 Ethernet – кроме вещания);

9) до 1638 кроссовых переключений на уровне VC-12;

10) до 316 кроссовых переключений E1 на уровне канальных интервалов 64 Кбит/с;

11) синхронизацию:

- от внутреннего генератора (T0);

- от любого входного сигнала STM-1, STM-4 (T1);

- от любого входного сигнала E1 и E3 (T2);

- от источника внешней синхронизации 2048 Кбит/с или 2048 кГц (T3);

12) выходной сигнал тактовой синхронизации (T4) с параметрами в соответствии с рекомендацией G.703 МСЭ-Т;

13) автоматический переход от одного источника синхронизации к другому путем применения приоритетных списков синхронизации и механизма сообщений о статусе синхронизации (SSM);

14) автоматическое резервирование мультиплексорных секций (MSP) в соответствии с рекомендацией G.841 МСЭ-Т;

15) автоматическое резервирование соединений подсети на уровне VC-12, VC-3, VC-4 (SNCP) в соответствии с рекомендацией G.841 МСЭ-Т;

16) аппаратное резервирование блоков по схеме 1 + 1 (CP – Card Protection);

17) мониторинг аварийных сообщений и рабочих характеристик и отображение их аппаратными и программными средствами;

18) организацию служебной связи по каналу с двухпроводным окончанием с возможностью индивидуального вызова абонента, группы абонентов и работы в режиме конференц-связи;

19) контроль и управление внешними устройствами.

СМД может использоваться на сетях с топологиями: точка-точка; линейная цепь; ячеистая сеть; двухволоконное и четырехволоконное кольцо.

СМД предназначен для непрерывной круглосуточной работы в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха должна составлять от минус 20 до плюс 40 °С;

- относительная влажность воздуха – до 80 % при температуре 25 °С;

- атмосферное давление – не ниже 60 кПа (450 мм рт. ст.).

СМД сохраняет свои параметры после пребывания при температуре минус 65 и плюс 50 °С и после пребывания при пониженном атмосферном давлении 12 кПа (90 мм рт. ст.) при температуре минус 50 °С.

Электропитание СМД осуществляется от стационарных электропитающих установок постоянного тока напряжением 24 или 60 В по двухпроводной цепи, изолированной от корпуса СМД.

### **10.13 Коммутатор цифровых сигналов**

Предназначение: для коммутации канальных интервалов (КИ) сигналов E1 128 направлений.

#### **Основные тактико-технические характеристики**

Коммутатор цифровых сигналов обеспечивает:

1) прием/передачу сигналов E1 до 128 направлений;

2) коммутацию канальных интервалов сигналов E1 128 направлений;

3) режимы синхронизации: «ЗГ», «ВТЧ», «ВТЧ резерв», «Внеш. синхр.» и вывод сигнала тактовой частоты 2048 кГц для синхронизации другого оборудования;

4) резервирование сигналов E1;

5) резервирование оборудования (две системы по 64 направления) в КЦС/D;

6) передачу сигналов состояния оборудования во внешнюю систему контроля;

7) контроль за состоянием и управление режимами работы оборудования по системе технического обслуживания (ТО);

8) транзит канала ТО по 128 направлениям;

9) резервирование первичного питания.

Перечень базовых блоков, устанавливаемых в КЦС, приведен в таблице 10.1, а дополнительных – в таблице 10.2.

Таблица 10.1 – Перечень базовых блоков, устанавливаемых в КЦС

Наименование	Назначение
Блок питания БПГ-24, БПГ-60, БП-24, БП-60	Блок предназначен для преобразования первичного питания 24/60 В в стабилизированные напряжения плюс 5 В и минус 5 В. Генератор вызывных токов (ГВТ) в блоках БПГ-24(60) обеспечивает синусоидальное выходное напряжение частотой 25 Гц и уровнем в пределах от 90 до 100 В для формирования вызывного сигнала на блоки абонентских комплектов (АК)
Блок цифрового коммутатора ЦК	Блок предназначен: - для коммутации КИ сигналов Е1 128 направлений; - коммутации КИ СУВ; - формирования тактовой частоты для синхронизации оборудования и импульса цикловой синхронизации; - приема и передачи сигнала внешней тактовой синхронизации
Блок контроля и управления по протоколу SNMP KY-S	Блок предназначен: - для определения типов блоков, установленных в оборудование; - управления режимами работы оборудования и блоков по внутренней шине ТО; - передачи во внешнюю шину ТО информации о состоянии оборудования и блоков

Таблица 10.2 – Перечень дополнительных блоков, устанавливаемых в КЦС

Наименование	Назначение
1	2
Блок формирования восьми сигналов Е1 8Е1	Блок 8Е1 обеспечивает: - прием входных сигналов Е1; - восстановление приемной частоты; - выравнивание сигналов Е1 по циклу; - формирование двух сигналов по четыре потока Е1 в каждом для передачи их на блок цифрового коммутатора (ЦК). С блоков 8Е1 сигналы поступают на блок цифрового коммутатора ЦК
Блок тональной частоты ТЧ	Предназначен для преобразования четырех аналоговых сигналов ТЧ в цифровые сигналы 64 Кбит/с по А-закону кодирования в соответствии с рекомендацией МСЭ-Т G.711. Передача сигналов Е/М сигнализации осуществляется по двум выделенным сигнальным цифровым каналам со скоростью 500 бит/с (два сигнала Е и два сигнала М для каждого канала ТЧ). Режим включения – двухпроводной (2ПР), четырехпроводной (4ПР), четырехпроводной транзит (4ПР.ТР)
Блок абонентских комплектов АК	Предназначен для ввода/вывода четырех сигналов ТЧ. Обеспечивает подключение ТА со стороны удаленного абонента или организацию четырех прямых диспетчерских каналов. Режим каналов ТЧ – 2ПР

Продолжение таблицы 10.2

1	2
Блок абонентских комплектов – местная батарея АК-МБ	Блок осуществляет ввод/вывод двух сигналов ТЧ и обеспечивает следующие режимы работы: - «индукторный вызов» – подключение ТА с местной батареей (МБ) и индукторным вызовом; - «замыкание шлейфа» – подключение ТА с центральной батареей (ЦБ). Режимы каналов ТЧ – 4ПР, 2ПР
Блок станционных комплектов СК, СК-4ПР	Предназначен для ввода/вывода четырех сигналов ТЧ. Обеспечивает подключение удаленных абонентов со стороны АТС. Режим каналов ТЧ – 2ПР, 4ПР
Блок SDSL2 (1)	Блок осуществляет на передаче преобразование цифрового сигнала 2048 Кбит/с в двухпроводные дуплексные сигналы интерфейса SDSL в соответствии с рекомендациями ETSI SDSL (ETSI TS 101524) и ITU G.SDSL (ITU-T G.991.2) со скоростью от 128 до 2048 Кбит/с и обратное преобразование на приеме. Количество сигналов SDSL: SDSL2 – два, SDSL1 – один
Блок цифровых интерфейсов V35/V36/X21	Блок осуществляет преобразование двух цифровых сигналов интерфейсов V.35, V.36, X.21 со скоростями передачи $n \times 64$ Кбит/с ( $n = 1 \dots 31$ ) в цифровые сигналы и их передачу в ПГС E1
Блок коммутатора локальных сетей КЛС	Блок КЛС на основе MAC-адресов осуществляет маршрутизацию пакетов между четырьмя портами LAN (Fast Ethernet IEEE 802.3 и Ethernet IEEE 802.3) и двумя портами WAN, сигналы которых коммутируются на внутреннюю шину МП или КЦС со скоростями $n \times 64$ Кбит/с ( $n = 1 \dots 31$ )

### 10.14 Мультиплексор первичный (МП-2, МП-8, МПЦ)

Мультиплексоры первичные (МП) представляют собой многофункциональное каналообразующее оборудование со скоростью передачи сигнала 2048 Кбит/с с возможностью гибкого конфигурирования и предназначены для эксплуатации на городских, зонавых и магистральных линиях связи, а МП/ПМ, МП/ПД – на объектах на колесных шасси.

Многофункциональность и гибкое конфигурирование мультиплексоров первичных обеспечивается компоновкой их самостоятельными изделиями – базовыми и дополнительными блоками.

#### Основные тактико-технические характеристики

Мультиплексор первичный обеспечивает:

1) прием/передачу сигналов:

- первичного сетевого интерфейса со скоростью передачи 2048 Кбит/с в соответствии с рекомендациями G.703, G.704, G.706 МСЭ-Т (сигналы E1) и с возможностью резервирования по типу 1 + 1;

- линейного тракта при наличии в конфигурации блоков линейного интерфейса (ЛИ):

а) оптических линейных сигналов в коде СМІ со скоростью передачи 2048 Кбит/с (ОЛС);

б) электрических линейных сигналов в коде 2B1Q со скоростью передачи 1168 Кбит/с по каждой паре (сигналы HDSL);

в) электрических линейных сигналов в соответствии с рекомендациями ETSI SDSL (ETSI TS 101 524) и ITU G.SDSL (ITU-T G.991.2) со скоростями передачи от 128 до 2048 Кбит/с (сигналы SDSL);

2) формирование из сигналов абонентских интерфейсов (АИ) с различными скоростями передачи (аналоговых, цифровых, сигналов интерфейсов базового доступа ISDN BRI) первичных групповых сигналов E1 с цикловой структурой в соответствии с рекомендациями G.704, G.706 МСЭ-Т, включая выполнение процедуры CRC-4;

3) резервирование:

- электрических входов/выходов сигналов 1E1, 2E1 по типу 1 + 1 с возможностью резервирования сигнала ЛИ;

- двойное резервирование 1E1, 2E1, ЛИ по типу 1 + 1;

- первичного питания при наличии в конфигурации резервного блока питания;

4) ввод/вывод из групповых сигналов E1 цифровых каналов со скоростями передачи  $n \times 64$  и  $n \times 8$  Кбит/с с дальнейшим их преобразованием в сигналы АИ или уплотнение каналов ТЧ посредством АДИКМ кодирования (32 Кбит/с, 16 Кбит/с) с возможностью транзитной передачи невыделенных каналов;

5) выделение и объединение сигналов поканальной сигнализации в цифровой канал и передачу в шестнадцатом канальном интервале (КИ) группового сигнала E1;

6) функцию кроссовой коммутации каналов 64 Кбит/с в пределах до десяти направлений передачи или кроссовую коммутацию однобитных каналов 8 Кбит/с в пределах двух направлений передачи;

7) прием сигналов управления системы технического обслуживания (ТО) и передачу информации о состоянии МП во внешнюю систему контроля;

8) прием/передачу канала ТО, который передается в групповом сигнале E1 в битах национального использования;

9) выделение тактовой частоты приемного сигнала, которая может использоваться для синхронизации всего оборудования;

10) ввод/вывод сигнала внешней тактовой синхронизации 2048 кГц для синхронизации другого оборудования.

Перечень базовых и дополнительных блоков, устанавливаемых в МП, приведен в таблицах 10.3 и 10.4.

Таблица 10.3 – Перечень базовых блоков, устанавливаемых в МП

Наименование	Назначение
1	2
Блок питания БПГ-24, БПГ-60, БП-24, БП-60	Предназначены для преобразования первичного питания 24/60 В в стабилизированные напряжения плюс 5 В и минус 5 В. Генератор вызывных токов (ГВТ) в блоках БПГ-24(60) обеспечивает синусоидальное выходное напряжение частотой 25 Гц и уровнем в пределах от 90 до 100 В для формирования вызывного сигнала на блоки абонентских комплектов (АК)

Продолжение таблицы 10.3

1	2
Блок мультиплексора первичного МП-2	<p>Обеспечивает работу МП в качестве окончного или промежуточного мультиплексора двух направлений передачи. Для каждого из двух направлений блок осуществляет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-прием/передачу до двух сигналов E1 и одного сигнала от блока ЛИ (передается по внутренней линейной шине от блоков ЛИ);</li> <li>- резервирование сигналов 1E1, 2E1, ЛИ по типу 1 + 1 или двойное резервирование по типу 1 + 1;</li> <li>- ввод/вывод до 62 каналов 64 Кбит/с для передачи абонентским интерфейсам (до 31 канала с каждого направления) с возможностью транзитной передачи невыделенных каналов;</li> <li>- обеспечение цикловой и сверхцикловой синхронизации сигналов E1 и сигнала блока ЛИ;</li> <li>- передачу сигналов поканальной сигнализации в шестнадцатом КИ;</li> <li>- ввод/вывод канала ТО;</li> <li>- выделение тактовой частоты приемного сигнала, которая может использоваться для синхронизации всего оборудования;</li> <li>- ввод/вывод сигнала внешней тактовой синхронизации</li> </ul>
Блок мультиплексора кросс-коммутатора МК-8	<p>Обеспечивает работу МП в качестве промежуточного мультиплексора с вводом/выводом с двух внутренних направлений до 62 цифровых каналов 64 Кбит/с (31 канал с каждого внутреннего направления) с обеспечением функции кросс-коммутации каналов в пределах десяти направлений (1E1...8E1, ЛИ1, ЛИ2). Блок осуществляет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- прием/передачу до восьми сигналов E1 и двух сигналов ЛИ с возможностью резервирования E1 по типу 1 + 1;</li> <li>- ввод/вывод до 31 канала 64 Кбит/с для передачи абонентским интерфейсам;</li> <li>- обеспечение цикловой и сверхцикловой синхронизации E1;</li> <li>- ввод/вывод канала ТО;</li> <li>- передачу сигналов поканальной сигнализации в шестнадцатом КИ;</li> <li>- ввод/вывод сигнала внешней тактовой синхронизации</li> </ul>
Блок контроля и управления по протоколу SNMP KY-S	<p>Блок предназначен:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- для определения типов блоков, установленных в оборудование;</li> <li>- управления режимами работы оборудования и блоков по внутренней шине ТО;</li> <li>- передачи во внешнюю шину ТО информации о состоянии оборудования и блоков</li> </ul>

Таблица 10.4 – Перечень дополнительных блоков, устанавливаемых в МП  
(применяются в ВС)

Наименование	Назначение
Блок цифровых интерфейсов С1-И	<p>Осуществляет ввод/вывод до четырех сигналов интерфейса С1-И со скоростями передачи 1,2; 2,4; 4,8; 9,6; 16; 32; 48 Кбит/с.</p> <p>В зависимости от скорости сигнала занимает определенное количество бит в канальном интервале для его передачи:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1,2 или 2,4; 4,8; 9,6 Кбит/с – по двум битам;</li> <li>- 16 Кбит/с – по четырем битам;</li> <li>- 32 или 48 Кбит/с – по восьми битам.</li> </ul> <p>Каждый из четырех сигналов с любой из возможных скоростей 1,2; 2,4; 4,8; 9,6; 16; 32; 48 Кбит/с может передаваться по одному отдельному КИ любого из направлений передачи. Сигнал со скоростью 1,2 или 2,4; 4,8; 9,6; 16 Кбит/с может передаваться в отдельном КИ любого из направлений совместно с другими сигналами интерфейса С1-И. Количество сигналов, передаваемых в одном КИ, определяется величиной скорости передачи сигнала. Сигналы со скоростью 32 или 48 Кбит/с могут передаваться только в одном КИ</p>
Блок тональной частоты ТЧ	<p>Для преобразования четырех аналоговых сигналов ТЧ в цифровые сигналы 64 Кбит/с по А-закону кодирования в соответствии с рекомендацией МСЭ-Т G.711. Передача сигналов Е/М сигнализации осуществляется по двум выделенным сигнальным цифровым каналам со скоростью 500 бит/с (два сигнала Е и два сигнала М для каждого канала ТЧ). Режим включения – двухпроводной (2ПР), четырехпроводной (4ПР), четырехпроводной транзит (4ПР.ТР)</p>
Блок абонентских комплектов АК	<p>Предназначен для ввода/вывода четырех сигналов ТЧ. Обеспечивает подключение ТА со стороны удаленного абонента или организацию четырех прямых диспетчерских каналов. Режим каналов ТЧ – 2ПР</p>
Блок абонентских комплектов – местная батарея АК-МБ	<p>Осуществляет ввод/вывод двух сигналов ТЧ, обеспечивает режимы работы:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- «индукторный вызов» – подключение ТА с местной батареей (МБ) и индукторным вызовом;</li> <li>- «замыкание шлейфа» – подключение ТА с центральной батареей (ЦБ).</li> </ul> <p>Режимы каналов ТЧ – 4ПР, 2ПР</p>
Блок станционных комплектов СК, СК-4ПР	<p>Предназначен для ввода/вывода четырех сигналов ТЧ. Обеспечивает подключение удаленных абонентов со стороны АТС. Режим каналов ТЧ – 2ПР/4ПР</p>
Блок SDSL2 (1)	<p>Осуществляет на передаче преобразование цифрового сигнала 2048 Кбит/с в двухпроводные дуплексные сигналы интерфейса SDSL в соответствии с рекомендациями ETSI SDSL (ETSI TS 101524) и ITU G.SDSL (ITU-T G.991.2) со скоростью от 128 до 2048 Кбит/с и обратное преобразование на приеме. Количество сигналов SDSL: SDSL2 – два, SDSL1 – один</p>
Блок коммутатора локальных сетей КЛС	<p>Блок КЛС на основе MAC-адресов осуществляет маршрутизацию пакетов между четырьмя портами LAN (Fast Ethernet IEEE 802.3 и Ethernet IEEE 802.3) и двумя портами WAN, сигналы которых коммутируются на внутреннюю шину МП или КЦС со скоростями <math>n \times 64</math> Кбит/с (<math>n = 1 \dots 31</math>)</p>

## 10.15 Автоматическая телефонная станция АТС ФМ

Основные тактико-технические характеристики автоматической телефонной станции АТС ФМ представлены в таблице 10.5

Таблица 10.5 – Основные тактико-технические характеристики

Наименование	Значения и характеристики
1	2
Область применения	<ul style="list-style-type: none"> <li>- центральная АТС (ЦС);</li> <li>- узловая АТС (УС);</li> <li>- оконечная АТС;</li> <li>- городская подстанция (ПСК);</li> <li>- учрежденческо-производственная АТС (УПАТС)</li> </ul>
Емкость	<ul style="list-style-type: none"> <li>- до 14700 абонентских линий (АЛ);</li> <li>- до 2100 соединительных линий (СЛ);</li> <li>- до 4200 соединительных линий в узловом режиме</li> </ul>
Нагрузка ( $t = 72$ с, норма потерь – 0,5 %)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- абонентские линии – 0,15 Эрл;</li> <li>- соединительные линии – 0,8 Эрл</li> </ul>
Количество внешних направлений связи	до 100, для ЦС – не менее 128
Максимальное количество линий в направлении	не более 500
Типы абонентских установок, включаемых в АТС	<ul style="list-style-type: none"> <li>- индивидуальные абоненты;</li> <li>- спаренные абоненты (без взаимной связи);</li> <li>- прямые абоненты (индивидуальные);</li> <li>- таксофоны местной связи;</li> <li>- аппаратура вещания</li> </ul>
Виды дополнительного обслуживания, предоставляемые абонентам	<ul style="list-style-type: none"> <li>- тональный набор;</li> <li>- безусловная переадресация;</li> <li>- переадресация при занятости;</li> <li>- переадресация на автоинформатор;</li> <li>- запрет некоторых видов исходящей связи;</li> <li>- запрет входящей и исходящей связи (кроме экстренных служб);</li> <li>- исходящая связь по паролю;</li> <li>- запрет входящей связи;</li> <li>- передача входящего соединения другому абоненту;</li> <li>- конференц-связь трех абонентов;</li> <li>- определение номера вызывающего абонента;</li> <li>- наведение справки во время разговора;</li> <li>- уведомление о поступлении нового вызова;</li> <li>- замена пароля;</li> <li>- отмена всех услуг;</li> <li>- отмена всех услуг по паролю</li> </ul>

Продолжение таблицы 10.5

1	2
Типы СЛ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- цифровые каналы ИКМ30 (2048 Мбит/с, МККТТ, G.703);</li> <li>- цифровые каналы ИКМ15 (1024 Кбит/с; «Ива», «Кедр»);</li> <li>- трехпроводные физические СЛ (ФСЛ);</li> <li>- трехпроводные ФСЛ от коммутаторов типа МРУ;</li> <li>- четырехпроводные ФСЛ для систем передачи с ЧРК;</li> <li>- шестипроводные ФСЛ для систем передачи С ЧРК с ВСК</li> </ul>
Виды линейной сигнализации	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1 ВСК, индуктивный код;</li> <li>- 1 ВСК, код «Норка»;</li> <li>- 2 ВСК для отдельных пучков;</li> <li>- 2 ВСК для универсальных двусторонних СЛ;</li> <li>- 2ВСК, импульсный пакет;</li> <li>- в разговорном спектре на частотах 2600, 2100, 1200 + 1600, 600 + 750 Гц (АДАСЭ, ДАТС и т. д.);</li> <li>- E&amp;M;</li> <li>- ОКС7;</li> <li>- V5 (ASMI) для включения в качестве концентратора в коммутационную систему SI2000</li> </ul>
Виды регистровой сигнализации	<ul style="list-style-type: none"> <li>- декадный код;</li> <li>- импульсный челнок;</li> <li>- импульсный пакет;</li> <li>- безынтервальный пакет</li> </ul>
Наращивание емкости	<ul style="list-style-type: none"> <li>- абонентская линия – 4; 8;</li> <li>- цифровая СЛ – 30;</li> <li>- физическая СЛ – 2</li> </ul>
Поддержка нумерации в сети	<ul style="list-style-type: none"> <li>- открытая;</li> <li>- закрытая (2–7 знаков)</li> </ul>
Сопrotивление шлейфа АЛ	до 3 кОм
АОН	безынтервальный пакет
Пропускная способность цифрового канала	64 Кбит/с
Коды межстанционного обмена (для ИКМ)	HDB-3
Тип блокиратора спаренных АЛ	диодный
Функции процессора технической эксплуатации и обслуживания	<ul style="list-style-type: none"> <li>- управление абонентскими характеристиками;</li> <li>- управление маршрутизацией;</li> <li>- управление автоответчиком (700 Гц);</li> <li>- аварийная сигнализация;</li> <li>- диагностика оборудования АТС и АЛ; учет и контроль нагрузки;</li> <li>- АПУС (исходящий трафик; абоненты А, В; дата и время окончания разговора, длительность соединения в тарификационных импульсах номинальной длительностью 4,096 с, тип соединения);</li> <li>- передача данных для пульта ЦТЭ</li> </ul>

Продолжение таблицы 10.5

1	2
Интерфейс обмена с центром технической эксплуатации	модемная связь
Система учета разговоров и учета стоимости разговоров (СИС) содержит следующие данные	- номер и категорию вызывающего абонента; - номер вызываемого абонента; - длительность установленного соединения в тарификационных импульсах номинальной длительностью 4,096 или 1,0 с; - дату и время окончания разговора
Погрешность определения продолжительности разговора	не более $\pm 4$ с или $\pm 1$ с
Напряжение электропитания	54...72 В
Удельная потребляемая мощность ЧНН	до 1 Вт/номер
Климатические условия эксплуатации:	- нормальные; - температура окружающей среды от 15 до 35 °С; - влажность от 45 до 85 %; - повышенные – температура от 5 до 40 °С; - влажность до 95 %
Удельная площадь ЛАЗ	0,005 м <sup>2</sup> /номер
Удельная масса	0,5 кг/номер

АТС ФМ – это комплекс цифрового коммутационного оборудования, основу которого составляет коммутационная система с распределенным полем и децентрализованным управлением (модульный принцип построения с многоступенчатой иерархией). АТС малой емкости не требуют постоянного присутствия обслуживающего персонала.

В состав АТС входят следующие основные блоки:

- БАЛ1, БАЛ2, БАЛ3 – блок абонентских линий;
- САК1, САК2, САК3, САК4 – блок спаренных абонентских линий;
- БФСЛ1 – блок физических соединительных линий;
- КВМ – кассета модульных процессоров;
- КВИ – кассета индексных процессоров;
- КТЭ, КТЭВ, КТЭК – кассеты процессоров технической эксплуатации;
- КСУ, КСУ1, КСУ3 – кассета соединительных линий;
- КВС – кассета вызывного сигнала;
- КВК – коммутатор временной комбинированный;
- УС – устройство сигнализации;
- УКП – устройство контроля питания;
- БНПК – блок непрерывного питания комбинированный.

Структурные схемы АТС разной емкости представлены на рисунках 10.1, 10.2 и 10.3.

Абонентские линии с индивидуальных телефонов поступают в блок БАЛ1 (БАЛ2), где происходит аналого-цифровое и цифроаналоговое преобразование речевого сигнала, разделение трактов приема и передачи, определение

состояния шлейфа т. е. точки сканирования (ТС) абонента. В блоке БАЛ1 (БАЛ2) осуществляется подключение измерителя на АЛ и подача вызывного сигнала (ВС) на АЛ. Блоки БАЛ1 и БАЛ2 обслуживают 120 абонентов. Блок БАЛ3 обслуживает 240 абонентов.

Абонентские линии от спаренных телефонов с выхода блокиратора поступают в блок САК1(САК3) или САК2(САК4), которые осуществляют те же функции, что и блок БАЛ1(БАЛ2), БАЛ3 только по отношению к спаренным АЛ (САЛ). Блок САК1 обслуживает 60 САЛ (120 спаренных абонентов) и 30 индивидуальных, блок САК2 – 30 САЛ (60 спаренных абонентов) и 60 индивидуальных, блок САК3 – 60 САЛ (120 спаренных абонентов), блок САК4 (862.190.022-31) – 30 САЛ (60 спаренных абонентов) и 30 индивидуальных, блок САК4 – 30 САЛ (60 спаренных абонентов) и 150 индивидуальных.

Генерирование вызывного сигнала и питание абонентских линий осуществляется КВС. Блок БАЛ3 не требует КВС, т. к. вызывной сигнал на абонентские комплекты подается из ТЭЗ БВС1, установленного в блоке БАЛ3.

Речевая информация из блоков БАЛ1–БАЛ3 и САК1–САК4, а также состояние точек сканирования в цифровом виде поступают в КВМ, которая осуществляет коммутацию разговорного тракта пары абонентов, ведет обработку информации управления и сканирования, формирует тракты связи с КВИ (в дальнейшем – индексный процессор).

КВИ обеспечивают связь между абонентами своей АТС, по физическим линиям (через блок БФСЛ1) и цифровым СЛ (через КСУ), собирает и передает статистическую информацию о количестве и продолжительности разговоров в КТЭ (КТЭВ).

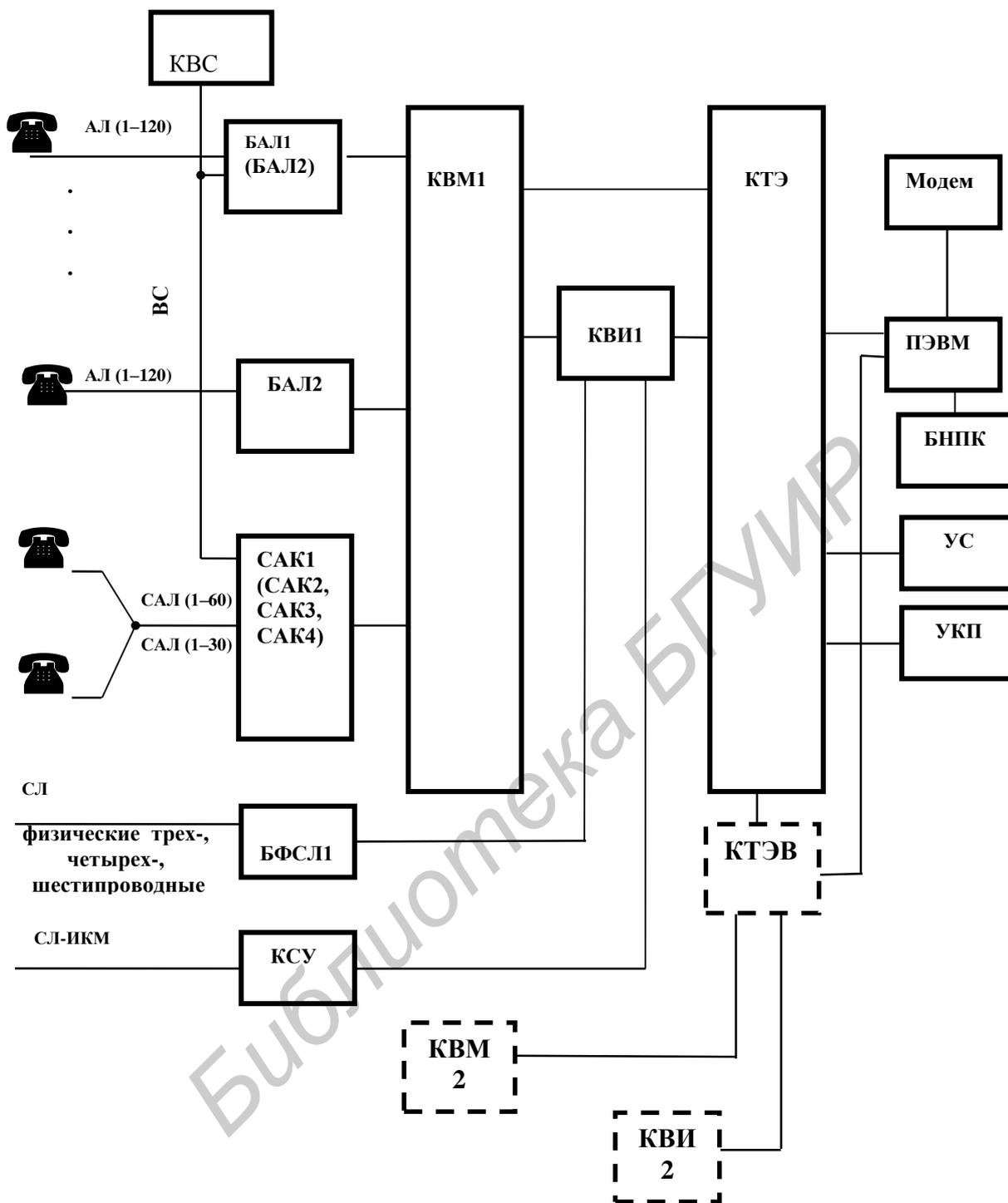


Рисунок 10.1 – Структурная схема АТСЭ Ф емкостью более 720 АЛ

Вся статистическая информация от блоков АТС, а также информация о неисправностях в системе поступает на КТЭ (КТЭВ). Данные кассеты не участвуют в обработке вызова. Они обеспечивают процесс эксплуатации и технического обслуживания АТС, а также функционирование системы синхронизации АТС. Для обеспечения необходимой надежности системы синхронизации применяется 100-процентное резервирование (по принципу «горячий» резерв).

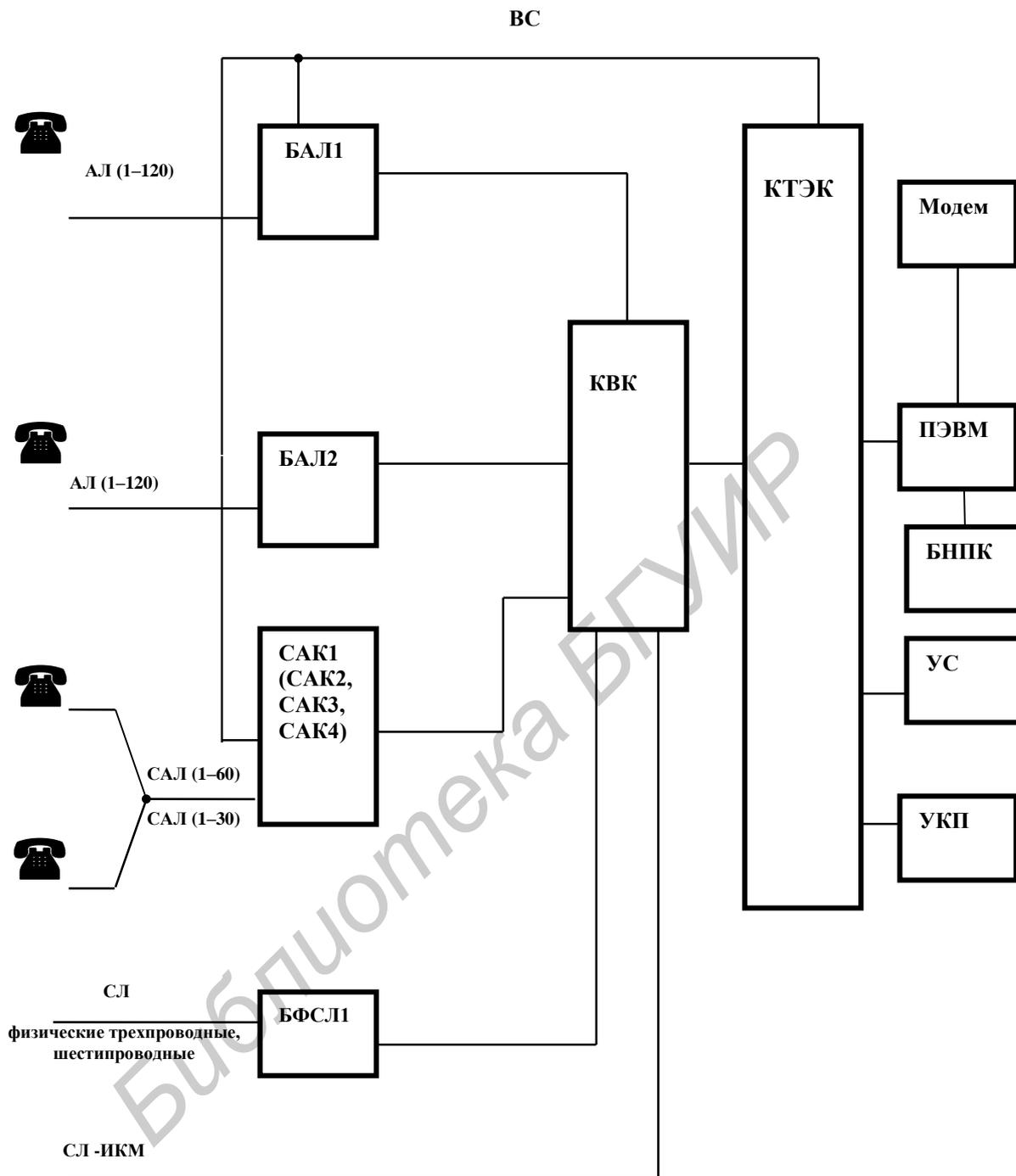


Рисунок 10.2 – Структурная схема АТСЭ Ф емкостью менее 720 АЛ

Переход на резерв происходит автоматически при появлении неисправности или вручную – по желанию оператора. КТЭВ применяется при необходимости каскадирования кассеты технической эксплуатации (КТЭ) на АТС большой емкости.

Для расширения возможности проектирования АТС малой емкости до 720 номеров имеются комбинированные КВК и КТЭК. В КВК собран индексный процессор и часть КСУ. КТЭК включает в себя часть КТЭ и часть КВС.

На структурной схеме АТС показаны дополнительные возможности использования АТС. Так, имеется возможность подключения к кассетам технической эксплуатации ПЭВМ и модема для связи с АТС из удаленного центра технической эксплуатации (ЦТЭ).

К кассетам технической эксплуатации подключается устройство сигнализации, которое с помощью световой и звуковой сигнализации информирует о состоянии оборудования АТС.

Ввод аварийной информации от внешней системы электропитания осуществляется через устройство контроля питания (УКП), которое контролирует электропитание АТС при изменении напряжения промышленной сети, УГП и аккумуляторных батарей, а также сохраняет аккумуляторные батареи от чрезмерного разряда.

Все аварийные сообщения по желанию оператора могут быть выведены на экран монитора ПЭВМ.

Блок непрерывного питания комбинированный (БНПК) обеспечивает электропитание процессора ПЭВМ при пропадании промышленной сети.

Система электропитания ПС-60 обеспечивает стабилизированное напряжение электропитания АТС. При необходимости в ПС-60 могут быть установлены аккумуляторные батареи емкостью до 100 А·ч.

Имеется возможность подключения к АТС канала вещания, таксофонов, блока внешних сенсоров, реагирующих на пожар, вскрытие помещения и т. д.

В блоке КСУ имеется возможность передачи сигналов интерфейса RS-232 в одном выделенном канале ИКМ-потока.

Работа оператора с ПЭВМ производится в операционной системе Windows в соответствии с описанием «Автоматизированное рабочее место», поставляемым с АТС.

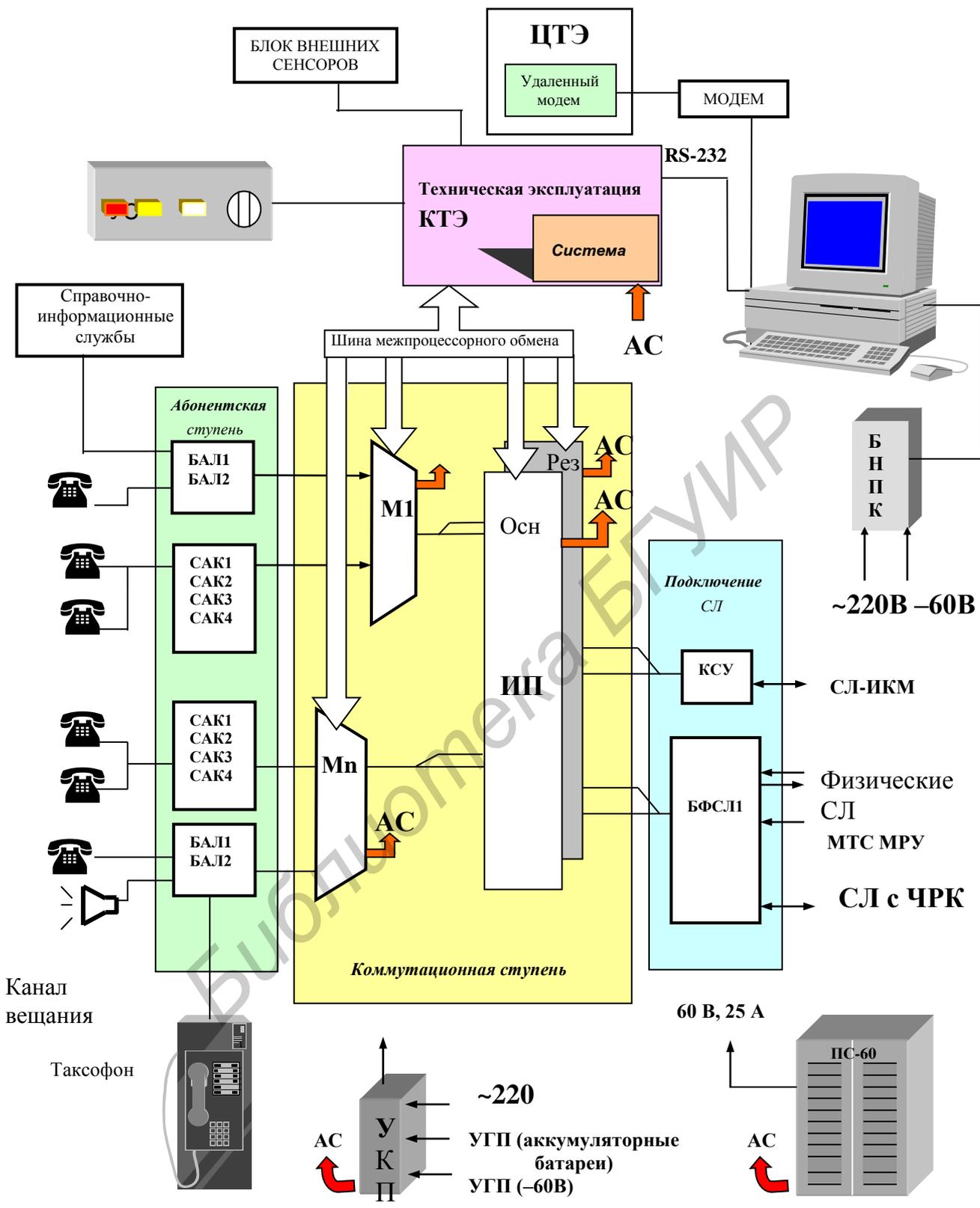


Рисунок 10.3 – Структурная схема АТСЭ Ф

Функциональная схема АТС представлена на рисунке 10.4.

Связь между процессорами всех блоков АТС осуществляется по шине межпроцессорного обмена (МПО).

Функционирование блока КТЭ обеспечивает микропроцессор, установленный на ТЭЗ ЦПМ (центральный процессор модернизированный).

В блоке КТЭ информацию о состоянии оборудования собирает мультиплексор аварийной сигнализации – ТЭЗ МАС.

В КТЭ установлен ТЭЗ ОСГ – общестанционный генератор, который вырабатывает основную тактовую частоту 16384 кГц, необходимую для синхронизации работы всех блоков АТС.

В состав КВМ входят четыре модульных коммутатора (модуля) на 512 точек коммутации без резерва.

В состав КВИ входят два индексных коммутатора на 1024 точки коммутации со 100-процентным резервом.

ТЭЗ СЛ КСУ осуществляют связь с цифровыми соединительными линиями СЛ-ИКМ по приему и передаче. ТЭЗ МСП КСУ – многочастотные приемники – предназначены для обработки информации по СЛ, передаваемой частотным способом, и обработки частотного набора номера с АЛ.

ТЭЗ АКС КСУ формируют ствол акустики, содержащий всю необходимую базу акустических сигналов и фраз автоинформатора.

Связь по трехпроводным физическим соединительным линиям в блоке БФСЛ1 осуществляют ТЭЗ ИК, ВК (исходящие и входящие комплекты трехпроводные). При работе по четырех- и шестипроводным физическим линиям в блок БФСЛ1 устанавливаются ТЭЗ ДК6Ц.

В блоках САК1, САК2 опрос точки сканирования спаренных абонентов осуществляется подачей сигнала переполюсовки:  $\pm 30$  В с ТЭЗ БП30А.

Связь между блоками АТС производится парафазными дифференциальными сигналами, которые преобразуются в ТТЛ-уровни, необходимые для работы логических ТЭЗ. Преобразование осуществляется в ТЭЗ ПВ, входящих в состав блоков АТС. Обратное преобразование осуществляется в ТЭЗ ПИ.

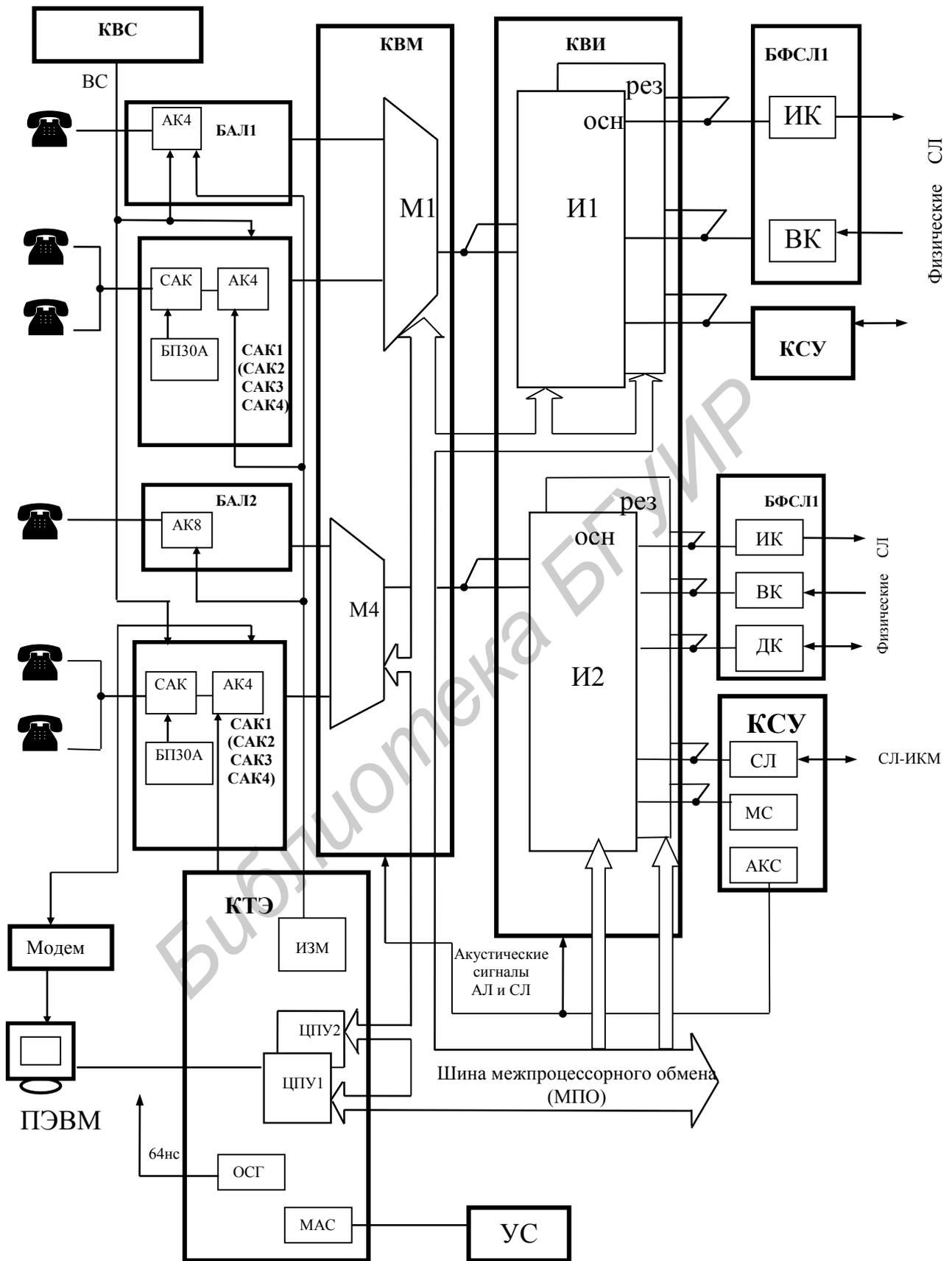


Рисунок 10.4 – Функциональная схема АТСЭ Ф

## **11 АППАРАТНЫЕ ЦИФРОВЫХ СИСТЕМ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ**

### **11.1 Аппаратная каналообразования П-257-60КМБ**

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 сетях 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.

#### **Технические характеристики аппаратной П-257-60КМБ**

Внутреннее оборудование аппаратной обеспечивает:

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

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

- организацию трех цифровых систем передачи со скоростью передачи основного цифрового потока 2048 Кбит/с и Ethernet 10/100 BaseT по кабелю П-296М с раздельными трактами приема/передачи и длиной регенерационного участка до 25 км;

- организацию трех цифровых систем передачи с возможностью передачи до двух потоков E1 и Ethernet 10/100BaseT по кабелю П-296М с объединенными трактами приема/передачи и протяженностью до 10 км;

- организацию восьми 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;
- формирования 96 цифровых потоков E1;
- мультиплексирование/демультиплексирование образованных цифровых потоков E1 в абонентские интерфейсы следующей емкостью:
  - 5 каналов стыка C1-И;
  - 6 каналов ТЧ в двухпроводном окончании с индукторным вызовом (МБ);
  - 16 двухпроводных линии в режиме проключения номеров АТС удаленным абонентам (FXO);
  - 12 двухпроводных линий в режиме приема номеров удаленной АТС (FXS, ЦБ);
  - 32 канала ТЧ в четырехпроводном окончании с вызывной частотой 2100 Гц;
  - 48 телеграфных каналов C1-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;
- полнодоступную неблокируемую коммутацию до 24 потоков VC-4 на уровне VC-4, VC-3, VC-12 со 100-процентным аппаратным резервированием;
- конвертирование двух потоков E1 в Ethernet 10/100BaseT и обратно;
- формирование четырех каналов Ethernet и передачу их в структуре сигнала STM-1 со скоростью до 86,016 Мбит/с;
- формирование двух 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 (АФК-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 четырех линейных оптических интерфейсов уровня STM-1 со 100-процентным аппаратным резервированием по оптическому одностороннему кабелю или формирование восьми линейных оптических интерфейсов уровня STM-1 без аппаратного резервирования;
- полностью доступную 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 двух направлений WAN для организации Ethernet трафика со скоростью до 2 Мбит/с;
- формирование восьми окончаний FXO;
- формирование 12 четырехпроводных каналов ТЧ;
- формирование двух линейных интерфейсов SDSL;

Цифровая система передачи ЦМ-Е1 обеспечивает организацию цифровой системы передачи с возможностью передачи до двух потоков E1 и Ethernet 10/100BaseT по кабелю П-296М с объединенными трактами приема/передачи и протяженностью до 10 км.

П-257-60КМБ обеспечивает надежную работу при температуре окружающего воздуха от минус 40 до плюс 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 составляет четыре человека.

Состав основного оборудования аппаратной П-257-60КМБ перечислен в таблице 11.1

Таблица 11.1 – Состав основного оборудования П-257-60КМБ

Наименование оборудования	Кол-во
1	2
Цифровая система передачи Megatrans-3М (с АОКС), шт.	3
Цифровая система передачи ЦМ-Е1, шт.	3
Синхронный мультиплексор доступа СМД, 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

Продолжение таблицы 11.1

1	2
Автоматизированное рабочее место оператора (переносное), ноутбук ВМ2015, шт.	1
Переговорно-вызывное устройство, шт.	1
Пульт служебной связи, шт.	1
Блок громкоговорящей связи БГС, шт.	1
Статив мобильный климатический МКД, шт.	2
Статив коммутации мобильный СКМ, шт.	1
Оптический кросс, 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 ТДА-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
Синхронный мультиплексор доступа СМД (переносной комплект), шт.	1
Регенератор для ЦСП Megatrans-3М, шт.	1
Переносная навигационная система (ГЛОНАСС/GPS), шт.	1

## 11.2 Автоматическая телефонная станция П-178МБ

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 современного 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, а также обеспечивает надежную работу при температуре окружающего воздуха от минус 40 до плюс 50 °С и относительной влажности воздуха 98 % при температуре 25 °С.

Электропитание обеспечивается промышленной сетью 3×380 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 Е1 с обеспечением сигнализации R1,5, 1ВСК, 2ВСК, ОКС-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;

б) документирование в динамическом режиме информации, передаваемой по любым двум цифровым каналам Е1, двенадцати аналоговым двухпроводным линиям и двенадцати каналам ТЧ (С1-ТЧ) с четырехпроводным окончанием.

Состав основного оборудования П-178МБ перечислен в таблице 11.2.

Таблица 11.2 – Состав основного оборудования аппаратной П-178МБ

Наименование	Кол-во, шт.
1	2
АТСЭ ФММ	1
Цифровая система передачи Megatrans-3М	2
Аппаратура цифровых систем передачи ЦМ-Е1	2
Аппаратура абонентского уплотнения Ф4/12	5
Оборудование громкоговорящей связи (ОГО)	1
АРМ администратора (телефониста)	1
АРМ телефониста	2
Статив мобильный климатический МКДЗ	1
Статив коммутации СКМ	1
Статив ЗИП	2

*Продолжение таблицы 11.2*

1	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 С-Р-1»	1
Кондиционер 1К22	1

Библиотека БГУИР

## ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АВГ – аппаратура вторичного группообразования  
АЛТ – аппаратура линейного тракта  
АПГ – аппаратура первичного группообразования  
АРУ – автоматическая регулировка уровня  
АС – аппаратура сопряжения  
АТГ – аппаратура третичного группообразования  
АХ – амплитудная характеристика  
АЧГ – аппаратура четвертичного группообразования  
АЧИ – амплитудно-частотные искажения  
АЧХ – амплитудно-частотная характеристика  
БАС – блок асинхронного сопряжения  
БНПК – блок непрерывного питания комбинированный  
БСС – блок синхронного сопряжения  
ВПЧ – верхняя полоса частот  
ВРК – временное разделение каналов  
ВТЧ – выделитель тактовой частоты  
ГВП – групповое время прохождения  
ГД – групповой демодулятор  
ГИЧ – генераторы измерительных частот  
ГКС – генератор контрольного сигнала  
ГМ – групповой модулятор  
ГО – генераторное оборудование  
ГТ – групповые тракты  
ДКЧ – детектор контрольной частоты  
ДП – дистанционное питание  
ДСКЧ – дифференциальная система контрольной частоты  
ДЧ – делитель частоты  
ДШ – дешифратор  
ЗГ – задающий генератор  
ЗИП – запасное имущество и принадлежности  
ИД – индивидуальный демодулятор  
ИКМ – импульсно-кодовая модуляция  
ИЛ – искусственная линия  
ИМ – индивидуальный модулятор  
КВИ – кассета индексных процессоров  
КВК – коммутатор временной комбинированный  
КВМ – кассета модульных процессоров  
КВС – кассета вызывного сигнала  
КК – колебательный контур  
КОА – каналобразующая аппаратура  
КСУ, КСУ1, КСУ3 – кассета соединительных линий

КТЭ, КТЭВ, КТЭК – кассеты процессоров технической эксплуатации  
КФ – каналные фильтры  
КФТО – каналоформирующее и транзитное оборудование  
ЛАЦ – линейные аппаратные цеха  
ЛГМ – линейный групповой модулятор  
ЛКЧ – линейная контрольная частота  
ЛО – линейное оборудование  
ЛТ – линейный тракт  
МКС – многоканальные системы  
МКСП – многоканальные системы передачи  
МКСПИ – многоканальные системы передачи информации  
МРУ – магнитоэлектрическое регулирующее устройство  
МСС – магистральная служебная связь  
МТ – микротелефонная трубка  
НПЧ – нижняя полоса частот  
НРП – необслуживаемые регенерационные пункты  
НУП – необслуживаемые усилительные пункты  
ОАЛТ – оконечная аппаратура линейного тракта  
ОГР – ограничители амплитуд  
ОЗ – остаточное затухание  
ОП – оконечный пункт  
ОПУ – определения поврежденного участка  
ОРП – обслуживаемые регенерационные пункты  
ОСТ – оборудование сетевых трактов  
ОУП – обслуживаемые усилительные пункты  
ПАК – переменные амплитудные корректоры  
ПВУ – переговорно-вызывное устройство  
ПГТ – первичный групповой тракт  
ПКЛ – полевая кабельная линия  
ПНВ – прибор ночного видения  
ПП – пункты переключения  
ППКУ – переносное переговорно-контрольное устройство  
ПРГТ – предгрупповой тракт  
ПСС – постанционная служебная связь  
ПТК – постанционный телеконтроль  
ПУБ – пороговое устройство блокировки  
ПУС – пороговое устройство сравнения  
ПФ – полосовой фильтр  
ПШК – первичный широкополосный канал  
РЗУ – регулирующие запоминающее устройство  
РО – регулируемый объект  
РРЛ – радиорелейная линия  
РСД – регистр сдвига  
РУ – развязывающее устройство

СИ – схема измерения  
СКК – синхронные контрольные каналы  
СКСС – синхронные каналы служебной связи  
СМД – синхронный мультиплексор доступа  
СП – системы передач  
СС – служебная связь  
СТК – служебные телеграфные каналы  
ТК – телеконтроль  
ТП – транзитный пункт  
ТР – трансформатор  
ТРЛ – тропосферная линия  
ТС – телефонная станция  
УВК – устройство встроенного контроля  
УД – усилитель детектора  
УКВ – ультракороткие волны  
УКП – устройство контроля питания  
УР – устройство развязки  
УС – устройство сигнализации  
УСИПР – устройство сигнализации исчерпания пределов регулирования  
УСС – участковая служебная связь  
УТК – участковый телеконтроль  
ФИВ – формирователь импульсов возбуждений  
ФИЗС – формирование импульсов записи и списывания  
ФЧИ – фазочастотные искажения  
ФЧХ – фазочастотная характеристика  
ЦЛТ – цифровой линейный тракт  
ЦСИО – цифровая система интегрального обслуживания  
ЦФП – цепь фазовой автоподстройки частоты  
ЧПИ – чередование полярности импульсов  
ЧРК – частотное разделение каналов  
ЧХОЗ – частотная характеристика остаточного затухания  
ЭППЧ – эффективная передаваемая полоса частот

## Список литературы

- 1 Кирилов, В. И. Многоканальные системы передачи : учеб. пособие / В. И. Кирилов. – М. : Новое знание, 2003.
- 2 Дробязко, Г. Д. Аппаратура П-302 : учеб. пособие / Г. Д. Дробязко. – Орел : ОБВУС, 1979.
- 3 Калинин, В. М. Телефония и военные коммутационные системы : учеб. пособие / В. М. Калинин. – Минск : ВА РБ, 2005.
- 4 Касанин, С. Н. Цифровая система передачи MEGATRANS-3M : метод. руководство / С. Н. Касанин, Г. Ю. Дюжов, С. Г. Субботин. – Минск : БГУИР, 2010.
- 5 Приказ начальника Генерального штаба Вооруженных Сил – первого заместителя Министра обороны Республики Беларусь №684 от 30.11.2007 г. «Об утверждении Руководства по техническому обеспечению связи и комплексов средств автоматизации в Вооруженных Силах Республики Беларусь». – Минск : МО РБ, 2007.
- 6 Приказ начальника Генерального штаба Вооруженных Сил – первого заместителя Министра обороны Республики Беларусь №17 от 10.01.2007 г. «Об утверждении Руководства по эксплуатации узлов связи Вооруженных Сил Республики Беларусь». – Минск : МО РБ, 2007.
- 7 Приказ начальника Генерального штаба Вооруженных Сил – первого заместителя Министра обороны Республики Беларусь №501 от 30.09.2003 г. «Об утверждении Инструкции по развертыванию и эксплуатации полевых кабельных линий связи для соединений, воинских частей и подразделений связи Вооруженных Сил. – Минск : МО РБ, 2003.

*Учебное издание*

**Дюжов** Геннадий Юрьевич  
**Субботин** Сергей Геннадьевич

**МНОГОКАНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ  
КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ  
ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

Редактор *Е. С. Чайковская*  
Корректор *Е. Н. Батурчик*  
Компьютерная правка и оригинал-макет *А. А. Луцикова*

Подписано в печать 12.11.2014. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».  
Отпечатано на ризографе. Усл. печ. л. 12,44. Уч.-изд. л. 12,7. Тираж 100 экз. Заказ 466.

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.  
ЛП №02330/264 от 14.04.2014.  
220013, Минск, П. Бровки, 6

Библиотека БГУИР

Библиотека БГУИР