

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО СВЯЗИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича»**

Учебный военный центр

Утверждаю
Заведующий кафедрой ССС

В. Котов

« ___ » _____ 20 ____ г.

МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА

для проведения занятий

по дисциплине

«Системы многоканальной связи спец. назначения»

Тема № 3

**«Основные электрические параметры цифровых каналов и трактов.
Назначение, тактико-технические данные и возможности оборудования
мультиплексирования полевых аппаратных связи. Основы эксплуатации
базовой аппаратуры цифровых систем передачи»**

**Занятие 5 «Изучение и применение оборудования синхронного мультиплексора
комбинированное синхронной цифровой иерархии»**

Методическая разработка обсуждена
на заседании кафедры ССС.

Протокол № _____

от « ___ » _____ 2018 г.

**Санкт-Петербург
2018**

УЧЕБНЫЕ ЦЕЛИ

ЗНАТЬ: назначение и область применения оборудования синхронного мультиплексора комбинированного синхронной цифровой иерархии – ОСМ-К; технические данные ОСМ-К; устройство, принцип работы, функциональную схему ОСМ-К; интерфейсные блоки.

ВОСПИТАТЕЛЬНЫЕ ЦЕЛИ

Формировать профессиональные качества по работе на современных образцах техники специальной связи.

Прививать студентам навыки, необходимые им при работе в коллективе.

Развивать у студентов творческие способности, воспитывать чувство бережного отношения к технике связи.

Воспитывать чувство долга за высокий уровень своей профессиональной подготовки.

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ ЗАНЯТИЯ

1. Взаимосвязь плезиохронной и синхронной цифровых иерархий.
2. Назначение и область применения синхронных мультиплексоров синхронной цифровой иерархии – ОСМ-К.
3. Технические данные синхронного мультиплексора.
4. Устройство, интерфейсные блоки синхронного мультиплексора
5. Принцип работы, функциональная схема синхронного мультиплексора.

ВРЕМЯ 4 часа

МЕСТО ПРОВЕДЕНИЯ учебная аудитория 506.

ВИД ЗАНЯТИЯ групповое занятие

МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Лабораторная установка: ОСМ-К, рабочая станция, включающая в себя персональный компьютер и программное обеспечение «Супертел- NMS».
2. Персональный компьютер, мультимедийный проектор, интерактивная доска.

ЛИТЕРАТУРА

1. Учебное пособие «Оборудование цифровых систем передачи «Супертел» А. Ревин. – СПб. 2011.
2. Методические указания по лабораторным работам «Средства и комплексы каналообразования» В. Александров. – СПб. 2010.
3. Учебное пособие «Обслуживание и эксплуатация оборудования транспортных сетей» В.Александров. – СПб. 2013.
4. Инфокоммуникационные технологии и системы специальной связи. Обслуживание и эксплуатация оборудования транспортных сетей. Синхронные мультиплексоры: учебное пособие / В. А. Александров, С. В. Мельников, А. А. Муравцов, И. Г. Стахеев, О. П. Жадан. СПбГУТ. СПб. 2013.
5. Оборудование синхронного мультиплексирования комбинированное (ОСМ-К). Руководство по эксплуатации. ОАО «СУПЕРТЕЛ». – СПб. 2014.

I. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЮ ПО ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИЮ ЗАНЯТИЯ

При подготовке к занятию:

1. Изучить учебный материал, рекомендованную литературу и ознакомиться с методическими рекомендациями.

По завершению личной теоретической подготовки необходимо составить план проведения занятия и утвердить его у начальника цикла не позднее шести дней до дня проведения занятия.

2. Накануне проведения занятия (за 1-2 дня) подготовить (проверить) аудиторию и учебно-материальное обеспечение и, при необходимости, поставить задачу начальнику лаборатории на устранение недостатков, делая запись в журнале заявок на подготовку аудитории к занятию.

При проведении вступительной части:

- проверить наличие личного состава, размещение в аудитории, внешний вид обучающихся;

- проверить наличие литературы, наглядных пособий, тетрадей, канцелярских принадлежностей;

- уточнить, кто из обучающихся и по какой причине не готов к занятию;

- преподаватель может провести опрос в ходе проведения занятия.

- указать литературу, для самостоятельной доработки занятия во время СП;

- после вступительной части преподаватель переходит к проведению занятия.

При проведении опроса личного состава необходимо добиваться четкости в докладах, т.е. постоянно добиваться формирования у обучающихся твердых методических навыков.

Во введении преподаватель излагает тему, актуальность (значение), основную идею занятия; показывает связь данного занятия с предыдущими и последующими занятиями, взаимосвязь с техническими дисциплинами; указывает цели и учебные вопросы занятия. Введение должно быть кратким и иметь целью подготовку обучающихся к восприятию учебных вопросов.

В основной части занятия преподаватель излагает последовательно содержание учебных вопросов с применением наиболее целесообразных методических приемов.

Каждый учебный вопрос заканчивается краткими выводами логически подводящими к последующему вопросу занятия.

Выводы должны излагаться четко, ясно.

В заключении преподаватель кратко подводит итог занятия, сделать общие выводы, вытекающие из содержания основной части занятия. Даёт задание на самоподготовку и рекомендации по самостоятельной работе для углубления, расширения и практического применения знаний по данной теме.

При проведении заключительной части:

– подвести общий итог занятия, дать оценку работы на занятии отдельным обучающимся и потока в целом;

– доложить о достижении поставленных учебных и воспитательных целей;

– отметить уровень дисциплины;

– ответить на вопросы обучающихся;

– сделать запись в журнале учебной группы;

– дать команду дежурному об окончании занятия.

II. УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Взаимосвязь плезихронной и синхронной цифровых иерархий.

С переходом от аналоговых к цифровым методам передачи данных в связи стали развиваться новые технологии телекоммуникаций, основанные на мультиплексировании с временным разделением каналов и импульсно-кодовой модуляции (ИКМ).

Системы с ВРК делятся на системы с синхронным статическим мультиплексированием – *Synchronous Time-Division Multiplexing (SyTDM)* и асинхронным статистическим мультиплексированием – *Statistical Time-Division Multiplexing (StTDM)*.

Системы с синхронным статическим мультиплексированием составляют основу всех магистральных, внутризоновых, а также большинства местных сетей связи. *SyTDM* системы разделяются на системы ПЦИ и СЦИ, рисунок 1.

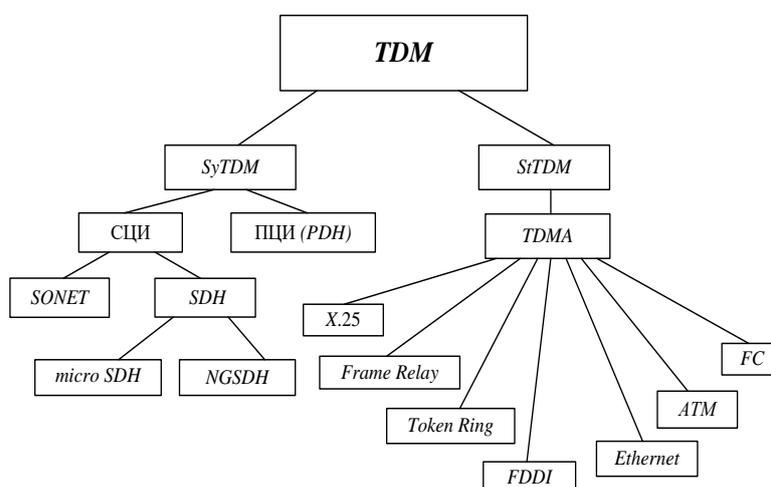


Рисунок 1. Классификация способов мультиплексирования сигналов с ВРК

В качестве входного сигнала мультиплексора системы ПЦИ – *Plesiochronous Digital Hierarchy (PDH)* используется *основной цифровой канал (ОЦК)* со скоростью передачи 64 кбит/с. Последовательное мультиплексирование определенного числа каналов ОЦК образует ряд стандартных групповых скоростей, представленных на рисунке 2.

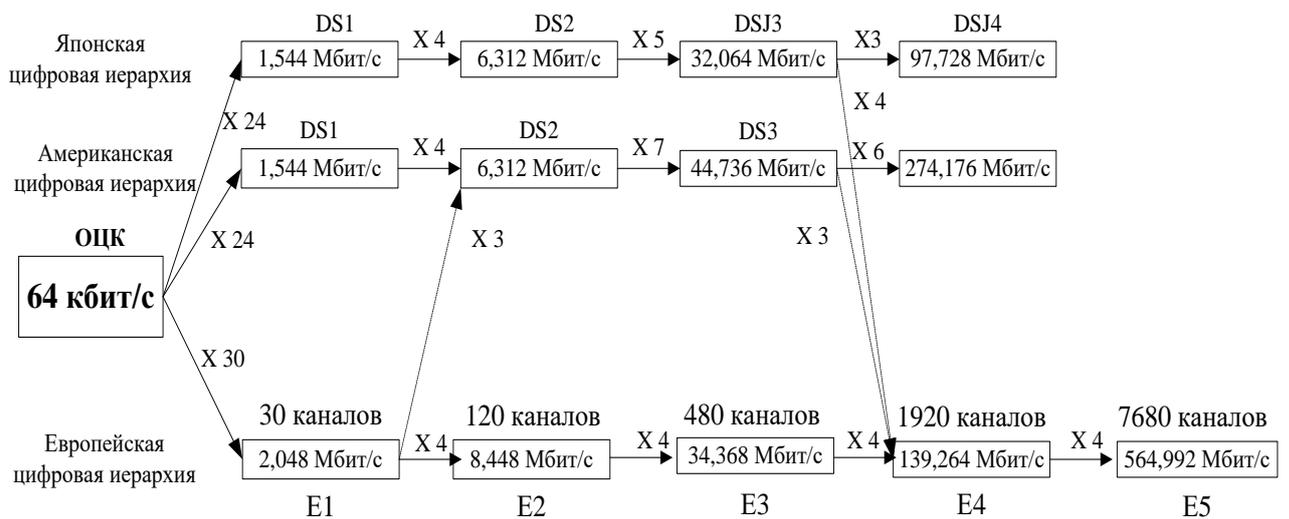


Рисунок 2. Схема мультиплексирования и кросс-мультиплексирования в американской, японской и европейской плезиохронных цифровых иерархиях

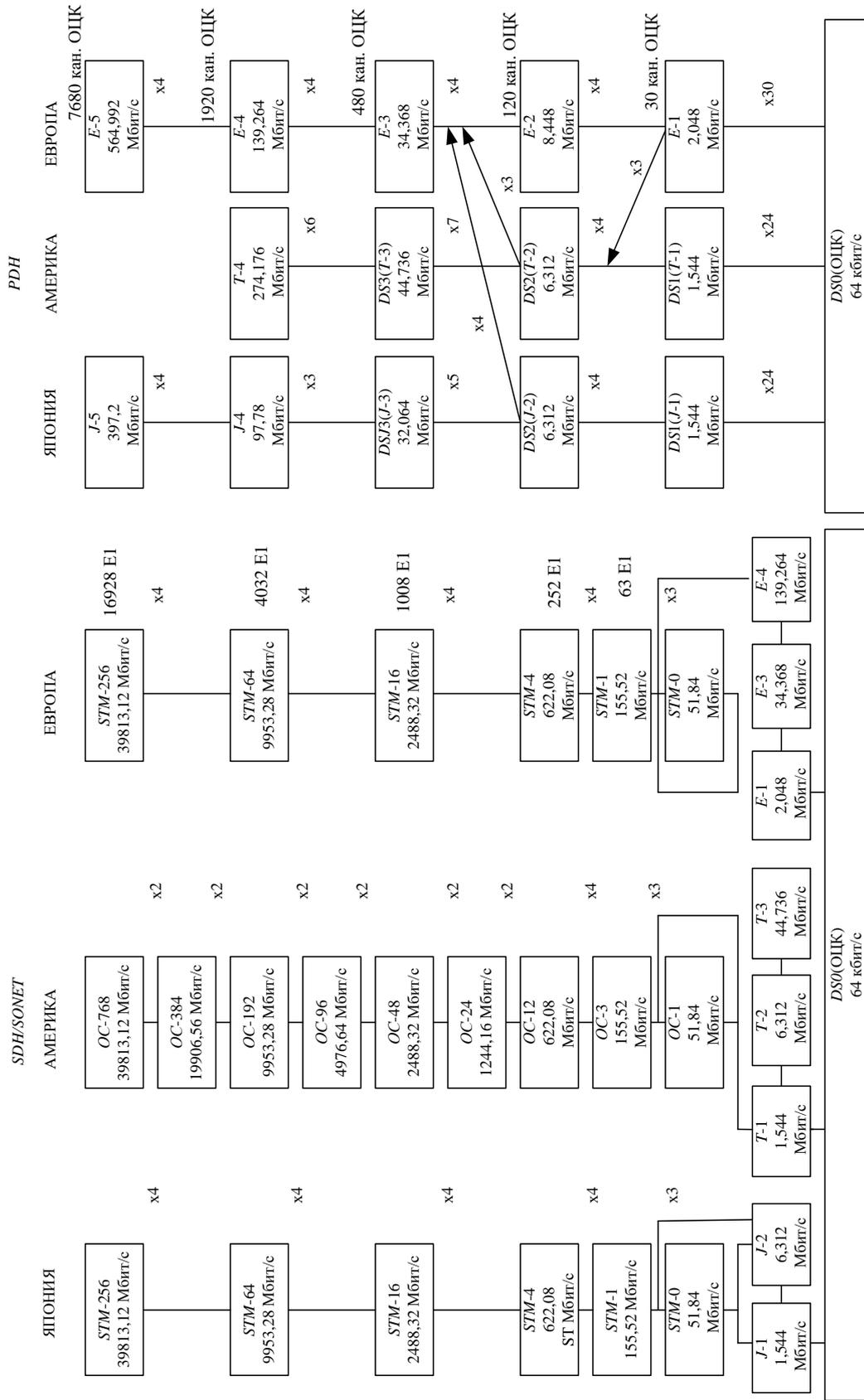
Сразу после своего появления системы ПЦИ стали использоваться в качестве аппаратуры каналообразования и применялись на участках сети от местных до магистральных. Однако с появлением систем СЦИ, системы ПЦИ постепенно начали вытесняться из транспортных сетей и в настоящее время применяются лишь на сетях доступа. При этом основное распространение получили системы, групповые скорости которых совпадали с канальными скоростями систем СЦИ. Для европейской иерархии это E1, E3 и E4.

Системы СЦИ были стандартизованы в конце 80-х годов XX века. Синхронная иерархия разрабатывалась в нескольких вариантах:

1. в североамериканском варианте - *Synchronous Optical Network (SONET)*,
2. в европейском варианте – *Synchronous Digital Hierarchy (SDH)*.

Стандартный ряд скоростей систем *SONET/SDH* представлен на рисунке 3.

Основным недостатком систем ПЦИ - сложность выделения отдельных каналов в промежуточных пунктах сети, что затрудняло построение сетей со сложной топологической структурой. В настоящее время этот недостаток частично преодолен путем использования в таких системах матриц внутренней кроссконнекции, позволяющих выделять в промежуточных пунктах любое количество каналов ОЦК. Это позволяет не только строить достаточно сложные сетевые структуры, но и предоставлять пользователям каналы с различной пропускной способностью, кратной ОЦК ($n \times 64$).



УРОВНИ ДОСТУПА

Рисунок 3. Цифровые иерархии скоростей

Системы СЦИ прочно заняли место на оптических сетях связи всех уровней. Однако данные системы также имеют недостатки.

К основным недостаткам СЦИ следует отнести:

- необходимость построения сложной системы тактовой сетевой синхронизации;
- определенная избыточность сетевых ресурсов, закладываемая в типовое оборудование;
- ориентация на технологию коммутации каналов.

Первый из указанных недостатков является неотъемлемой частью технологии СЦИ и не может быть преодолен. Это ограничивает область применения ОСП СЦИ. Такие системы рассчитаны на стационарные сети связи и очень ограниченно могут использоваться на сетях связи оперативного развертывания.

Второй недостаток делает стандартные ОСП СЦИ экономически невыгодными для применения на большинстве локальных сетей, где редко требуется мультиплексирование всех 63-х потоков *E1*, предусмотренных типовым оборудованием *STM-1*. Для преодоления этого недостатка на телекоммуникационном рынке появилось оборудование класса *microSDH*, рассчитанное на 21 поток *E1*, что делает экономически выгодным применение технологии СЦИ не только на магистральных транспортных сетях, но и на сетях доступа местных сетей связи.

Третий недостаток, являющийся наиболее серьезным, решен в системах СЦИ нового поколения – *New Generation SDH (NGSDH)*. В таких системах предусматривается автоматическое определение ресурсов сети и применение схемы регулировки пропускной способности линии. *NGSDH* позволяют эффективно организовывать передачу данных по сетям СЦИ. Кроме того, на основе систем *NGSDH* может быть построена автоматически коммутируемая транспортная сеть – *Automatic Switched Transport/Optical Network (ASTN/ASON)*. Таким образом, оборудование *NGSDH* позволяет преодолеть недостатки технологии коммутации каналов и открывает большие перспективы применения ОСП СЦИ на телекоммуникационных сетях связи.

Системы с асинхронным статистическим мультиплексированием разрабатывались прежде всего для использования в ЛВС, поэтому они ориентированы для передачи данных и используют технологию множественного доступа с разделением по времени *TDMA (Time division multiple access)*. Среди наиболее распространенных технологий, которые используют системы со статистическим мультиплексированием, следует назвать технологии *X.25*, *Frame Relay*, *Token Ring*, *FDDI (Fiber Distributed Data Interface)*, *Ethernet*, *ATM (Asynchronous Transfer Mode)*, *FC (Fiber Channel)*.

На рисунке 4 представлена схема взаимодействия АСП и ЦСП, включая разные технологии телекоммуникаций, а именно ПЦИ и СЦИ.

Аналоговый сигнал от телефонного аппарата ТА-57 в ЭППЧ канала ТЧ (0,3-3,4 кГц) по медному кабелю П-274 поступает в блок аналоговых абонентских интерфейсов (АИ) оборудования ПЦИ (первичного мультиплексора).

В блоке аналоговых абонентских интерфейсов осуществляют не только ввод/вывод сигналов ТЧ, но и ИКМ преобразование сигналов ТЧ в цифровые сигналы ОЦК (64 кбит/с).

Из блока АИ через внутреннюю шину информационный сигнал поступает в базовый *каналообразующий блок* (МК-8, МП-2, МП-АД или МП-1), где осуществляется формирование цифровых групповых сигналов в поток Е1 (2,048 Мбит/с).

Далее поток Е1 поступает в сеть СЦИ (SDH) и на вход в оборудования СЦИ - *синхронный мультиплексор комбинированного* – ОСМ-К.

Мультиплексор ОСМ-К обеспечивает ввод/вывод компонентных сигналов Е1 в оптические линейные сигналы STM-N (STM-1/4/16).

На рисунках 5 и 6 представлены типовые схемы подключения МП и ОСМ-К.

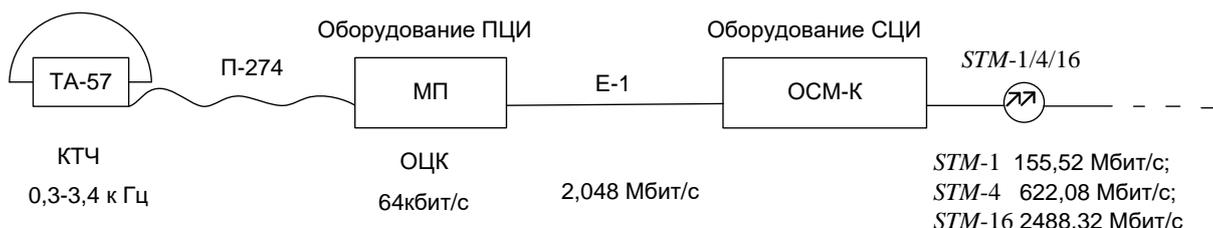


Рисунок 4. Схема взаимодействия АСП и ЦСП

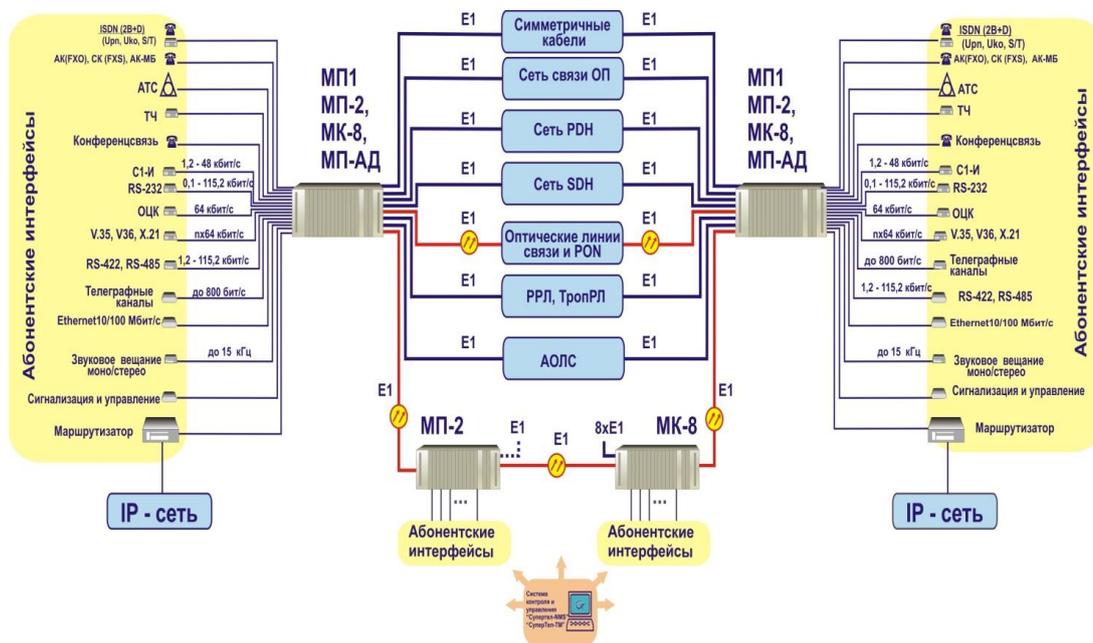


Рисунок 5. Типовая схема подключения оборудования мультиплексора первичного ПЦИ

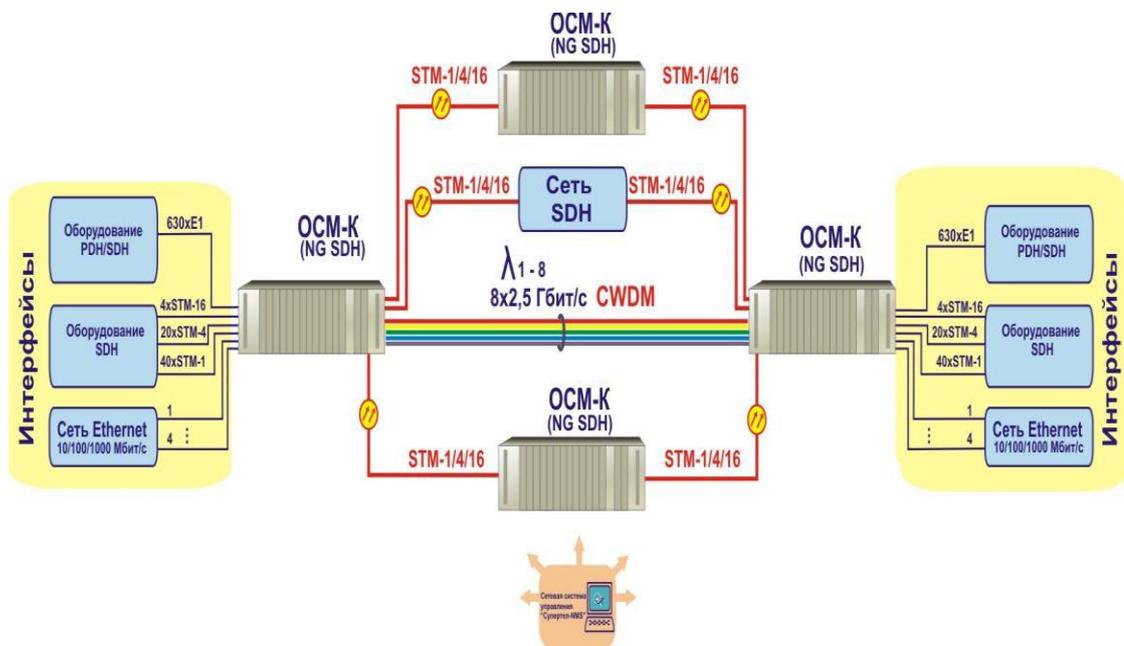


Рисунок 6. Типовая схема подключения оборудования ОСМК-К СЦИ

2. Назначение и область применения синхронных мультиплексоров синхронной цифровой иерархии – ОСМК-К.

Оборудование синхронного мультиплексирования комбинированное (ОСМК-К) предназначено для использования на сетях связи синхронной цифровой иерархии (SDH) в качестве мультиплексора ввода/вывода, терминального мультиплексора, кросс-коммутатора, линейного регенератора.

ОСМК-К может быть использован для работы на пункте линейного тракта цифровой синхронной системы передачи информации с топологией в качестве следующего оборудования:

1. терминального мультиплексора с вводом/выводом в линейные потоки STM-N компонентных сигналов на сетях с топологией «точка-точка» с резервированием линейных выходов STM-N по схеме 1+1 (Рисунок 7) и с топологией «однаправленное кольцо» без резервирования линейных выходов STM-N (Рисунок 8);

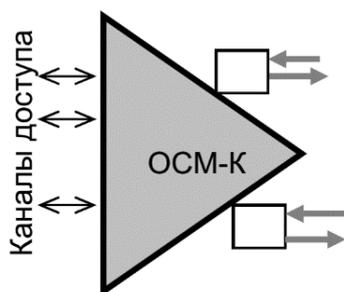


Рисунок 7. С топологией «точка-точка» с резервированием линейных выходов STM-N по схеме 1+1

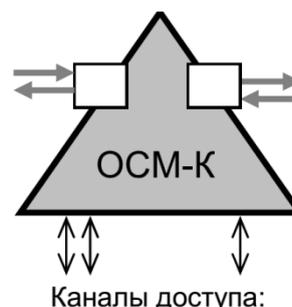


Рисунок 8. С топологией «однаправленное кольцо» без резервирования линейных выходов STM-N

2. мультиплексора ввода/вывода в линейные потоки STM-N направлений A и B компонентных сигналов на сетях с топологией «линейная цепь» и «кольцо» без резервирования линейных выходов STM-N;

3. мультиплексора ввода/вывода в линейные потоки STM-N компонентных сигналов, а также с топологией «ячеистая сеть» (Рисунок 9) и «двухволоконное кольцо» (Рисунок 10).

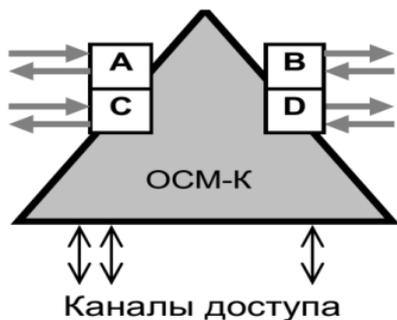


Рисунок 9. С топологией «ячеистая сеть»

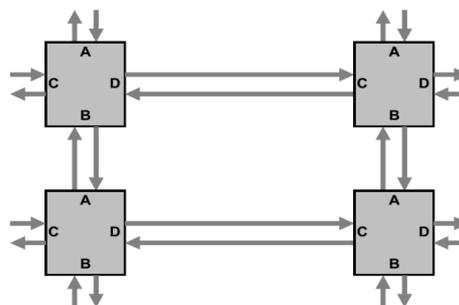


Рисунок 10. С топологией «двухволоконное кольцо»

3. Технические данные синхронного мультиплексора.

Мультиплексор ОСМ-К обеспечивает:

1) для первого уровня SDH – формирование синхронных транспортных модулей STM-1 со скоростью передачи 155,52 Мбит/с. Передачу/прием линейного сигнала по одномодовому волоконно-оптическому кабелю на расстояние;

- до 30 км для интерфейса S-1.1 (1310 нм);
- до 60 км для интерфейса L-1.1 (1310 нм);
- до 100 км для интерфейса L-1.2 (1550 нм);

(предельное расстояние между мультиплексорами определяется характеристиками сменного приемо-передающего SFP-модуля), а также передачу/прием линейного сигнала по электрическому коаксиальному кабелю в соответствии с рекомендацией МСЭ-Т G.703.

2) для четвертого уровня SDH – формирование синхронных транспортных модулей STM-4 со скоростью передачи 622,080 Мбит/с. Передачу/прием линейного сигнала по одномодовому волоконно-оптическому кабелю на расстояние;

- до 20 км для интерфейса S-4.1 (1310 нм);
- до 50 км для интерфейса L-4.1 (1310 нм);
- до 80 км для интерфейса L-4.2 (1550 нм);

(предельное расстояние между мультиплексорами определяется характеристиками сменного приемо-передающего SFP-модуля).

3) для шестнадцатого уровня SDH – формирование синхронных транспортных модулей STM-16 со скоростью передачи 2488,320 Мбит/с. Передачу/прием линейного сигнала по одномодовому волоконно-оптическому кабелю на расстояние;

- до 20 км для интерфейса S-16.1 (1310 нм);
- до 50 км для интерфейса L-16.1 (1310 нм);
- до 80 км для интерфейса L-16.2 (1550 нм);

(предельное расстояние между мультиплексорами определяется характеристиками сменного приемо-передающего SFP-модуля).

4) ввод/вывод компонентных сигналов E1 в оптические линейные сигналы STM-N;

5) полностью доступную и не блокируемую коммутацию сигналов STM-N, E1, Ethernet на уровне виртуальных контейнеров VC-12, VC-3, VC-4 (до 112*63 VC-12, или 112*3 VC3, или 112 VC-4) в режимах коммутации: однонаправленной, двунаправленной, вещания;

6) автоматическое резервирование линейного тракта по принципам MSP (защита мультиплексорной секции) и SNCP (защита на уровне VC-12);

7) мониторинг аварийных сообщений и рабочих характеристик и отображение их аппаратными и программными средствами;

8) интерфейс типа F (последовательный COM-порт с интерфейсом V.24/RS.232) для подключения локального терминала доступа оператора для контроля/управления предварительной конфигурацией мультиплексора;

9) интерфейс типа Q (порт LAN локальной сети Ethernet 10/100 Base-T) для связи мультиплексора с элементом менеджера системы управления сетью NMS (Network Management System) по протоколу SNMP v2 с (программное обеспечение «Супертел-NMS v2»).

10) автоматическое переключение источников синхронизации путем применения приоритетных списков синхронизации и механизма сообщений о статусе синхронизации (SSM);

11) организацию служебной связи для обслуживающего персонала по каналу с двухпроводным абонентским окончанием с возможностью индивидуального вызова абонента, вызова группы абонентов и работы в режиме конференц-связи;

12) подключение двух каналов ТЧ в режиме четырехпроводного включения для организации транзитных соединений канала служебной связи;

13) контроль входной мощности оптического линейного сигнала с возможностью выбора аварийного порога;

14) контроль и управление внешними устройствами: четыре входа для контроля датчиков внешних устройств и четыре выхода для управления внешними устройствами (4 группы «сухих» контактов реле).

Конструктивное исполнение мультиплексора обеспечивает установку в 19” несущих конструкциях.

Контроль работоспособности ОСМ-К осуществляется оператором посредством системы технического обслуживания (ТО).

Система технического обслуживания включает в себя:

1. рабочая станция – персональный компьютер (ПК);
2. программное обеспечение сетевой системы управления (ПО):
 - «СуперТел-NMS»
 - «Супертел-NMS v2» или
 - «Супертел-NMS v3».
3. блок управления, контроля и служебной связи (УКС) в составе ОСМ-К.

Мультиплексор предназначен для непрерывной круглосуточной работы в отапливаемом помещении в условиях:

- температура окружающего воздуха от 5 до 40°C;

- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре 25°C;
- атмосферное давление не ниже 60 кПа (450 мм рт.ст.).

4. Устройство, интерфейсные блоки синхронного мультиплексора

Корпус модуля ОСМ-К имеет 15 посадочных мест (ПМ, слотов) для блоков, в т.ч. пять ПМ для базовых и десять ПМ для интерфейсных блоков. Функциональные возможности ОСМ-К определяются типом и количеством интерфейсных блоков ОСМ-К.

Блоки, устанавливаемые в ОСМ-К, подразделяются на базовые и интерфейсные, местоположение базовых блоков в корпусе строго определено.

Базовые блоки:

1. блок ввода питания (ВП), устанавливаются на ПМ 1 и ПМ 2;
2. блок управления, контроля и служебной связи (УКС) устанавливается на ПМ 15;
3. блок коммутации и синхронизации (КС) устанавливаются на ПМ 9 - основной и ПМ 10 - резервный.

Дополнительные блоки заполняются в любой комбинации на ПМ:

1. блок СТМ-1;
2. блок СТМ-4;
3. блок СТМ-16 устанавливается только на ПМ 11 - ПМ 14.
4. блок 63Е1;
5. блок 21Е1;
6. блок Eth10/100;
7. блок Eth1000;
8. блок мульти/демультиплексоров (БМД-8);
9. блок мульти/демультиплексоров (БМД-4S);
10. блок мульти/демультиплексоров (БМД-4С);
11. блок мульти/демультиплексоров (БМД-4L).

4.1 Базовые блоки

Блок ввода питания (ВП) - 2 шт., предназначен для подключения основного и резервного первичного электропитания от 19,2 до 72 В .

Блок управления, контроля и служебной связи (УКС), обеспечивающий:

- полнофункциональное управление и контроль блоков, автономную работу ОСМ-К и работу системы управления в составе распределенной сети под управлением сетевого терминала и программного обеспечения Супертел-NMS.
- организацию служебной связи для обслуживания персонала по каналу с двухпроводным абонентским окончанием с возможностью индивидуального вызова абонента, вызова группы абонентов, работы в режиме конференц-связи;
- подключение двух каналов ТЧ в режиме четырехпроводного включения для организации транзитных соединений между не связанными между собой по каналу *STMN* сетевыми элементами;

– контроль и управление внешними устройствами: четыре входа для контроля датчиков внешних устройств и четыре выхода для управления внешними устройствами (4 группы «сухих» контактов реле).

Блок коммутации и синхронизации (КС) - один или два (второй - для «горячего» резервирования), обеспечивает:

1. *маршрутизацию* между различными каналами пользователей сети путем организации полнодоступной неблокируемой кросс-коммутации между ними. Кросс-коммутация осуществляется на уровне виртуальных контейнеров VC-12, VC-3 и VC-4 в соответствии с заданной конфигурацией сети.

2. *синхронизацию* системы от разных источников:

- от внутреннего генератора 2048 кГц;
- от внешнего сигнала 2048 кГц;
- от внешнего сигнала 2048 кбит/с;
- от любого из передаваемых сигналов *E1*;
- от любого из линейных сигналов *STM-N*;

3. переключение входов синхронизации между опорными сигналами в автоматическом (по приоритетам при пропадании опорного сигнала и по сообщениям о статусе синхронизации - *SSM*) и ручном режиме;

4. при начальном включении свободный режим «*free-run*» (при отсутствии внешних источников синхронизации);

5. переход в режим удержания частоты «*holdover*».

4.2 Интерфейсные блоки

Под интерфейсные блоки рассчитано всего до 10 посадочных мест.

1. Блок 63 E1 (до 10 шт.) обеспечивает ввод/вывод до 63 компонентных сигналов *E1* в оптические линейные сигналы *STM-N*.

Выполняемые функции:

- асинхронной или синхронный режим размещения *E1* в виртуальный контейнер VC-12;
- поддержка режима «*retiming*»;
- выделение частоты синхронизации для блока КС.

2. Блок 21 E1 (до 10 шт.) обеспечивает ввод/вывод до 21 компонентных сигналов *E1* в оптические линейные сигналы *STM-N*.

Выполняемые функции:

- асинхронной или синхронный режим размещения *E1* в виртуальный контейнер VC-12;
- поддержка режима «*retiming*»;
- выделение частоты синхронизации для блока КС.

3. Блок STM-1 (до 10 шт.) обеспечивает четыре (направления *A*, *B*, *C* и *D*) линейных интерфейса *STM-1*: оптический (*G.957 – L-1.1, L-1.2, S-1.1*) или электрический (*G.703.12*).

Выполняемые функции:

- прием и передача оптического или электрического сигнала первого уровня *SDH*;
- выделение частоты синхронизации для блока КС;
- формирование синхронного транспортного модуля *STM-1*;
- доступ к байтам заголовка секции *SOH*;
- обработка данных, передаваемых по служебному каналу передачи данных (*DCC*);
- обработка данных, передаваемых по служебному каналу голосовой связи (*E1*);
- выравнивание полезной нагрузки по циклу *SDH* кадра;
- мониторинг качества маршрутов верхнего уровня;
- *MSP* - резервирование участка сети по схеме 1+1 или 1:n.

4. Блок СТМ-4 (до 10 шт.) обеспечивает два (направления *A*, *B*) линейных оптических интерфейса *STM-4* (*G.957 – L-4.1, L-4.2, S-4.1*).

Выполняемые функции:

- прием и передача оптического сигнала четвертого уровня *SDH*;
- выделение частоты синхронизации для блока КС;
- формирование синхронного транспортного модуля *STM-4*;
- доступ к байтам заголовка секции *SOH*;
- обработка данных передаваемых по служебному каналу передачи данных (*DCC*);
- обработка данных передаваемых по служебному каналу голосовой связи (*E1*);
- выравнивание полезной нагрузки по циклу *SDH* кадра;
- мониторинг качества маршрутов верхнего уровня.

5. Блок СТМ-16 (до 4 шт.) обеспечивает одно направление (*A*), линейный оптический интерфейс *STM-16* (*G.957 – L-16.1, L-16.2, S-16.1*).

Выполняемые функции:

- прием и передача оптического сигнала шестнадцатого уровня *SDH*;
- выделение частоты синхронизации для блока КС;
- формирование синхронного транспортного модуля *STM-16*;
- доступ к байтам заголовка секции *SOH*;
- обработка данных передаваемых по служебному каналу передачи данных (*DCC*);
- обработка данных передаваемых по служебному каналу голосовой связи (*E1*);
- выравнивание полезной нагрузки по циклу *SDH* кадра;
- мониторинг качества маршрутов верхнего уровня.

6. Блок *Eth 10/100* (до 10 шт.) обеспечивает четыре интерфейса *WAN*, каждый из которых поддерживает прием/передачу данных по интерфейсу 100 *Base-X* и/или интерфейсу 100 *Base-T*, гибкое назначение полосы пропускания для каждого интерфейса *Ethernet*.

Выполняемые функции:

- прием и передача сигнала *Ethernet 10/100* Мбит/с;
- «упаковку» *Ethernet* в $N*VC-12$ (используя протоколы *GFP* и *VCAT*);
- количество оптических интерфейсов *Ethernet 100 BASE-LX/100 BASE-BX10* - 4шт;
- количество электрических интерфейсов *Ethernet 100 BASE-TX* - 4шт.

7. Блок *Eth 1000* (до 10 шт.) обеспечивает прием/передачу данных по одному интерфейсу 1000 *Base-X* или одному интерфейсу 1000 *Base-T*, гибкое назначение полосы пропускания для каждого интерфейса *Ethernet*.

Выполняемые функции:

- прием и передача линейного *Ethernet* сигнала 1000 Мбит/с;
- «упаковку» *Ethernet* в $N*VC-4$ (используя протоколы *GFP* и *VCAT*);
- количество интерфейсов *Ethernet 1000*: один оптический 1000 *BASE-LX/1000 BASE-ZX* или один электрический 1000 *BASE-T*.

8. Блоки БМД (спектрального уплотнения, до 10-шт.)

Блоки мульти/демультиплексоров (БМД) имеют следующих модификаций:

- БМД-8;
- БМД-4S;
- БМД-4C;
- БМД-4L.

Блоки БМД предназначены для увеличения пропускной способности линейных оптических систем с использованием технологии *CWDM**. Блоки БМД обеспечивают формирование линейного *CWDM*-сигнала посредством мультиплексирования входных сигналов с соответствующим набором генерируемых длин волн, а также разделение принимаемого *CWDM*-сигнала на составляющие оптические сигналы посредством демультиплексирования по длинам волн.

Кроме того, БМД обеспечивают ввод/вывод в групповой оптический тракт дополнительного оптического канала, в том числе для передачи сигналов телеметрии, в диапазоне длин волн 1270 ... 1450 нм.

Модификации блока БМД-4S, БМД-4C и БМД-4L обеспечивают подключение до четырех оптических каналов и отличаются между собой наборами длин волн принимаемых оптических сигналов. Модификация БМД-8 обеспечивают подключение до восьми оптических каналов, и имеет полный набор длин волн принимаемых оптических сигналов от 1470 до 1611 нм с шагом 20 нм.

Интерфейсные блоки являются самостоятельными изделиями и могут поставляться в составе изделия по условиям договора на поставку оборудования или отдельно от изделия по отдельной спецификации или по отдельному заказу при изменении конфигурации изделия.

Оборудование позволяет производить доукомплектацию и изменять конфигурацию в любое время (гибкое конфигурирование).

5. Принцип работы, функциональная схема синхронного мультиплексора.

Принцип работы мультиплексора основан на технологии синхронной цифровой иерархии – *SDH*, в которой в качестве основного формата синхронного сигнала принят синхронный транспортный модуль *STM-N*. Операции мультиплексирования и ввода-вывода компонентных сигналов выполняются с использованием кросс-коммутации виртуальных контейнеров *VC-12*, *VC-3* *VC-4*.

Структура формирования сигнала *STM-N* приведена на рисунке 11. В приведенных схемах мультиплексирования используются следующие основополагающие обозначения:

C-12 – контейнер, подлежащий отправлению по некоторому маршруту и несущий информационную (полезную) нагрузку из канала доступа с компонентным сигналом *E1*;

GFP – протокол формирования кадра;

VCAT – процедура виртуальной конкатенации;

VC-12 – виртуальный контейнер уровня 1, структура которого складывается из маршрутного заголовка (*POH*), несущего информацию контроля, и полезной нагрузки (*PL*):

$$VC-12=POH+PL.$$

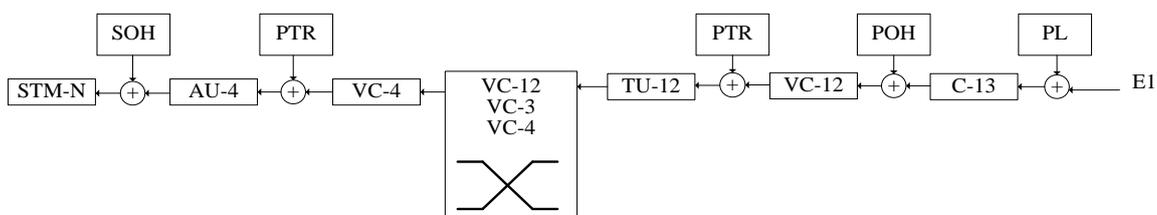
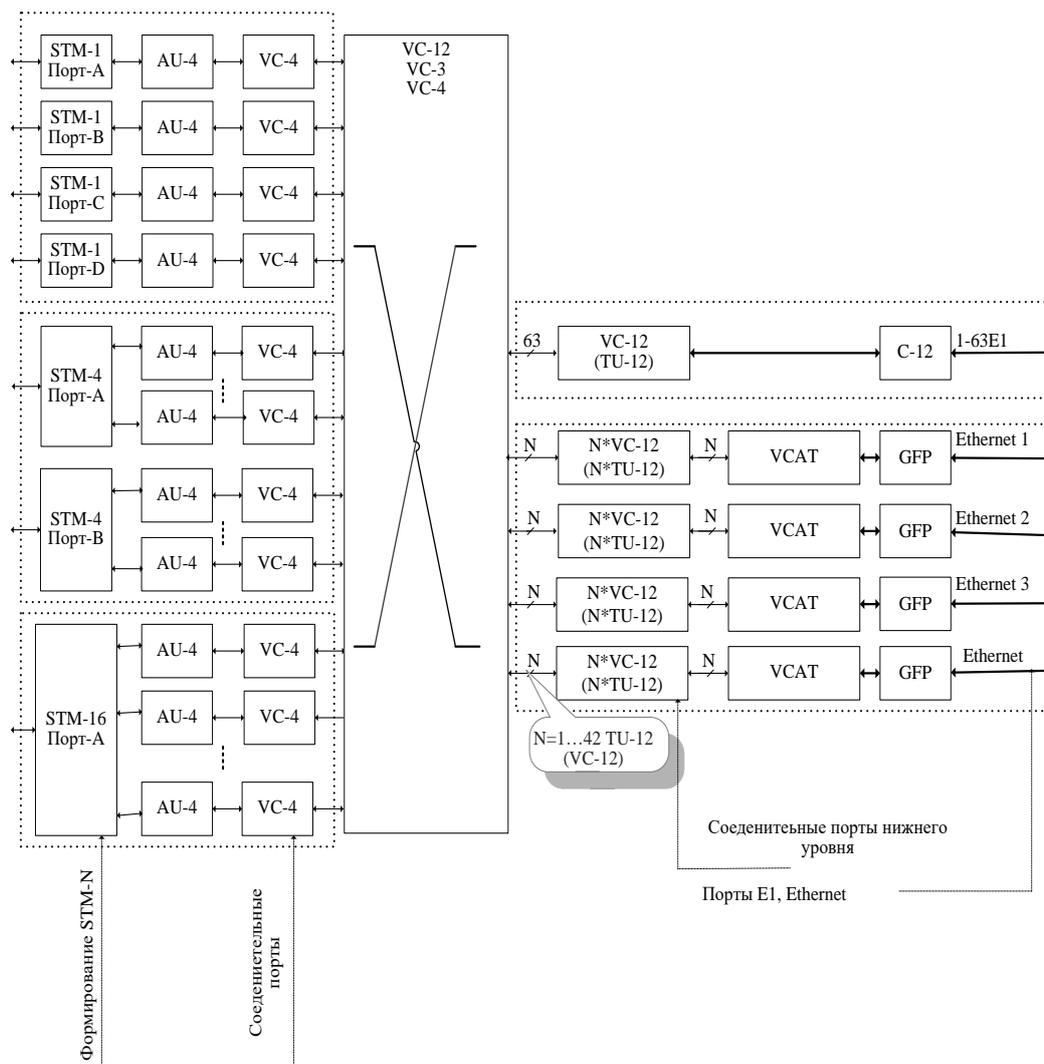


Рисунок 11. Структура формирования сигнала STM-N

Маршрутный заголовок в VC-12 содержит следующую информацию:

- бит контроля ошибок по четности – *BIP-2*;
- бит состояния тракта, сообщающий об ошибках в блоке на дальнем конце по *BIP-2 – REI*;
- бит состояния тракта, сообщающий об аварии на дальнем конце тракта – *RFI*; биты индикации сборки VC-12 – *Signal Label*;
- бит статуса тракта, индицирующий неисправность приема на дальнем конце (прием сигнала индикации аварийного состояния СИАС и нарушения в приемном сигнале) – *RDI*.

TU-12 – компонентный блок, формат которого состоит из указателя блока (PTR), относящегося к соответствующему виртуальному контейнеру, и самого контейнера VC-12:

$$TU-12 = PTR + VC-12$$

VC-4 – виртуальный контейнер уровня 4, формат которого складывается из указателя и полезной нагрузки каждого контейнера:

$$VC-4 = PTR + PL$$

AU-4 – административный блок уровня 4, формат которого складывается из указателя административного блока, определяющего адрес начала поля полезной нагрузки, и полезной нагрузки, формируемой как $1 \times VC-4$:

$$AU-4 = PTR + PL (1 \times VC-4).$$

STM-N – синхронный транспортный модуль – основной элемент структуры мультимплексирования SDH; формат STM-1(4,16) состоит из секционного заголовка (SOH) и полезной нагрузки AU-4:

$$STM-1 = SOH + PL (1 \times AU-4)$$

$$STM-4 = SOH + PL (4 \times AU-4).$$

$$STM-16 = SOH + PL (16 \times AU-4).$$

SOH содержит информацию о структуре модуля STM-N, о контроле качества передачи, о служебной связи, об обслуживании и о режиме работы.

Функциональная схема мультимплексора OCM-K

На рисунке 12 представлена функциональная схема мультимплексора OCM-K.

Порты 63 (21) E1 обеспечивают ввод/вывод и размещение компонентных сигналов E1 в виртуальных контейнерах VC-12.

Агрегатные порты STM-N обеспечивают формирование синхронного транспортного модуля STM-N и линейного оптического интерфейса, привязку линейного сигнала к сетке частот, вырабатываемой блоком КС.

КС обеспечивает синхронизацию оборудования от различных источников или от внутреннего генератора по умолчанию. КС обеспечивает полную доступную коммутацию до 112 потоков VC-4 на уровне VC-4, VC-3, VC-12.

Блок управления, контроля и служебной связи (УКС) со встроенным процессором обеспечивает полнофункциональный контроль и управление блоками локально (нижний уровень) и в составе распределенной сети связи (верхний уровень) под управлением сетевого терминала (NMS), действующего по протоколу SNMP v2c. На нижнем уровне производится контроль и управление мультимплексором. Это сбор и анализ сообщений, поступающих от аварийных датчиков; светодиодная и звуковая сигнализация при возникновении неисправностей; установка режимов работы; поддержка интерфейсов RS232 и LAN.

На верхнем уровне – работа системы управления в составе распределенной сети. Связь между узлами мультимплексора осуществляется по внутренним шинам:

- шина управления и контроля (GET/SET);
- шина синхронизации;
- шины передачи полезной нагрузки;
- шина SOH.

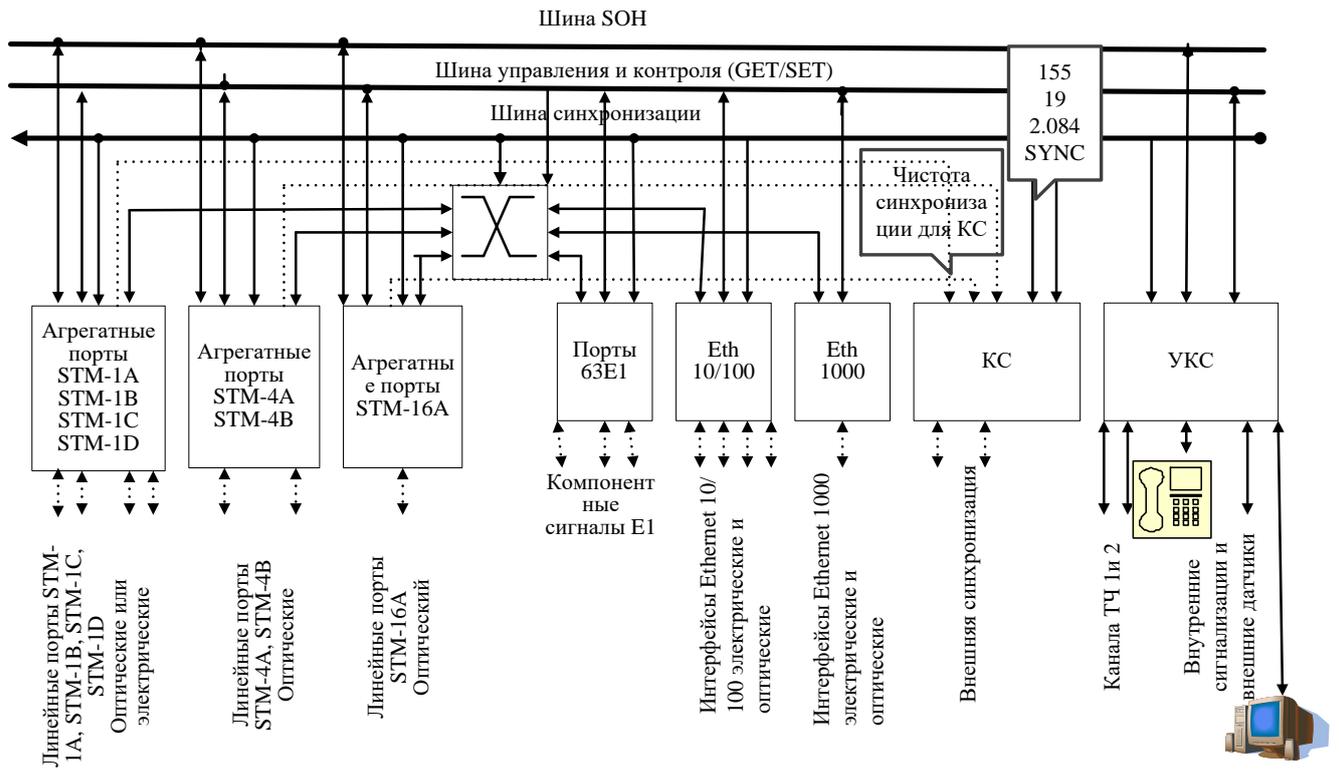


Рисунок 12. Функциональная схема мультиплексора OSM-K

Типовая схема подключения оборудования и поддерживаемые интерфейсы приведены на рисунке 13.

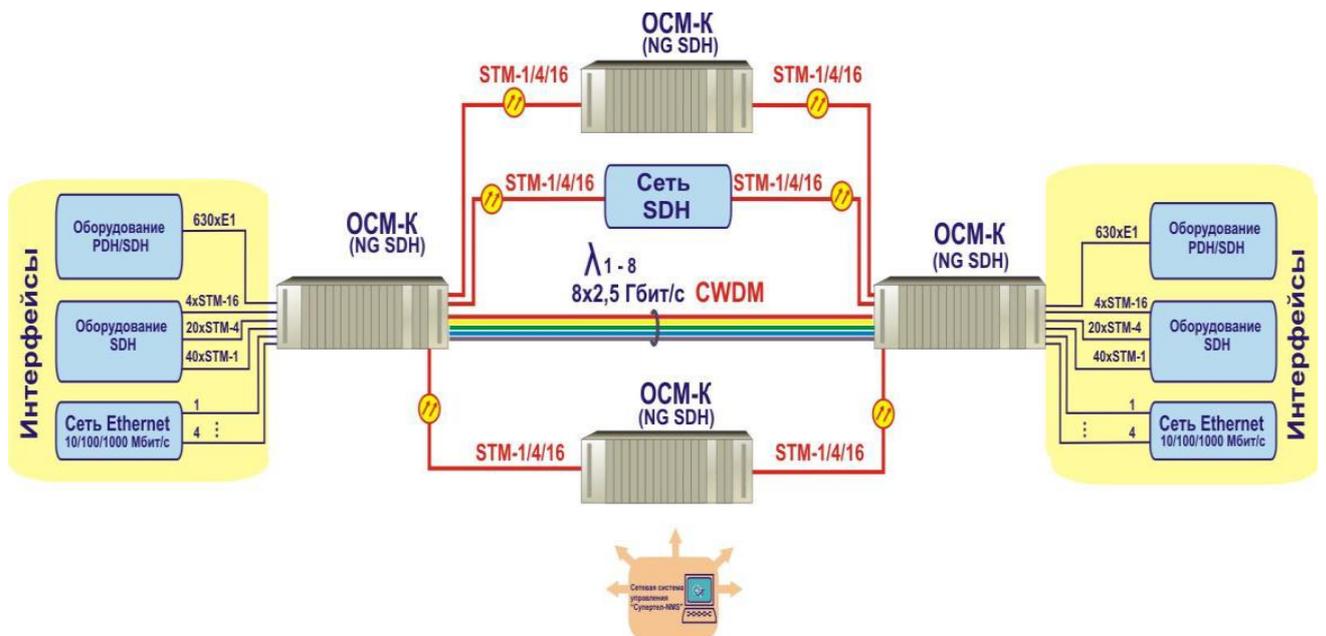


Рисунок 13. Типовая схема подключения оборудования

III. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Плезиохронная и синхронная цифровые иерархии.
2. Назначение и область применения – ОСМ-К.
3. В качестве какого оборудования на сети связи могут использоваться ОСМ-К.
4. Что обеспечивается конфигурацией мультиплексоров ОСМ-К.
5. Как обеспечивается контроль работоспособности ОСМ-К
6. Прием/передачу каких сигналов обеспечивает ОСМ-К.
7. Устройство ОСМ-К (базовые и дополнительные интерфейсные блоки).
8. Состав базовых блоков ОСМ-К.
9. Состав дополнительных блоков ОСМ-К.
10. На чем основан принцип работы ОСМ-К.
11. Функциональная схема МП, принцип работы.

IV. ЗАДАНИЕ НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ

Провести анализ полученных результатов.

Приложение

1. Задание на практическую работу.

Методическую разработку исполнил
Доцент кафедры ССС

О. Титова

« ____ » _____ 20 ____ г.

Рецензент:
Доцент кафедры ССС

К. Лукин

« ____ » _____ 20 ____ г.

V. ЗАМЕЧАНИЯ И ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОДЕРЖАНИЮ ЗАНЯТИЯ

ЗАДАНИЕ НА ГРУППОВОЕ ЗАНЯТИЕ

по дисциплине «Многоканальные системы передачи»

Тема № 3

**«Основные электрические параметры цифровых каналов и трактов.
Назначение, тактико-технические данные и возможности оборудования
мультиплексирования полевых аппаратных связи. Основы эксплуатации
базовой аппаратуры цифровых систем передачи.»**

**Занятие 5 «Изучение и применение оборудования синхронного мультиплексора
комбинированное синхронной цифровой иерархии».**

I. УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Взаимосвязь плезиохронной и синхронной цифровых иерархий.
2. Назначение и область применения синхронных мультиплексоров синхронной цифровой иерархии – ОСМ-К.
3. Технические данные синхронного мультиплексора.
4. Устройство, интерфейсные блоки синхронного мультиплексора
5. Принцип работы, функциональная схема синхронного мультиплексора.

II. ЗАДАНИЕ И УКАЗАНИЯ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ПОДГОТОВКЕ И ВЫПОЛНЕНИЮ ГРУППОВОГО ЗАНЯТИЯ

На самостоятельной работе повторить: (перечислить учебный материал для повторения).

При отработке первого учебного вопроса необходимо (изложить порядок действий обучающихся по отработке первого учебного вопроса).

При отработке второго учебного вопроса необходимо (изложить порядок действий обучающихся по отработке второго учебного вопроса).

При отработке третьего учебного вопроса необходимо (изложить порядок действий обучающихся по отработке третьего учебного вопроса).

При отработке четвертого учебного вопроса необходимо (изложить порядок действий обучающихся по отработке третьего учебного вопроса).

При отработке пятого учебного вопроса необходимо (изложить порядок действий обучающихся по отработке третьего учебного вопроса).

По окончании работы (изложить действия обучающихся по окончании работы).

III. ЛИТЕРАТУРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЗАНЯТИЮ И ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

1. Учебное пособие «Оборудование цифровых систем передачи «Супертел» А. Ревин. – СПб. 2011.

2. Методические указания по лабораторным работам «Средства и комплексы каналообразования» В. Александров. – СПб. 2010.

3. Учебное пособие «Обслуживание и эксплуатация оборудования транспортных сетей» В.Александров. – СПб. 2013.

4. Инфокоммуникационные технологии и системы специальной связи. Обслуживание и эксплуатация оборудования транспортных сетей. Синхронные мультиплексоры: учебное пособие / В. А. Александров, С. В. Мельников, А. А. Муравцов, И. Г. Стахеев, О. П. Жадан. СПбГУТ. СПб. 2013.

5. Оборудование синхронного мультиплексирования комбинированное (ОСМ-К). Руководство по эксплуатации. ОАО «СУПЕРТЕЛ». – СПб. 2014.

Задание разработал

Доцент кафедры ССС

О. Титова

«_____» _____ 20____ г.