

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования

Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники

Кафедра систем телекоммуникаций

Н. В. Тарченко, Н. В. Гайдукова

МНОГОКАНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

Лабораторный практикум

для студентов специальности

1-45 01 01 Многоканальные системы телекоммуникаций
дневной и заочной форм обучения

Минск 2008

УДК 621.39 (075.8)

ББК 32.88я73

Т 22

Р е ц е н з е н т

доц. кафедры сетей и устройств телекоммуникаций
канд. техн. наук М. Ю. Хоменок

Тарченко, Н. В.

Т 22 Многоканальные системы передачи : лаб. практикум для студ. спец. 1-45 01 01 «Многоканальные системы телекоммуникаций» днев. и заоч. форм обуч. / Н. В. Тарченко, Н. В. Гайдукова. – Минск : БГУИР, 2008. – 50 с. : ил.

ISBN 978-985-488-310-6

Содержит описание трех лабораторных работ по изучению принципов построения и функционирования оборудования систем передачи синхронной цифровой иерархии SMA1K-CP.

Объем и содержание лабораторных работ соответствуют рабочей программе дисциплины. При подготовке пособия использовались материалы, подготовленные студентом гр. 160801 В. В. Зыковым.

УДК 621.39 (075.8)

ББК 32.88я73

ISBN 978-985-488-310-6

© Тарченко Н. В., Гайдукова Н. В., 2008

© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2008

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

- ADM** – Add-Drop Multiplexer – мультиплексор ввода/вывода
- BBER** – Background Block Error Ratio – коэффициент фоновых блочных ошибок
- BER** – Bit Error Ratio – битовый коэффициент ошибок
- BIP** – код проверки на чётность
- CRC** – Cycling Reducing Check – циклическая проверка по избыточности
- ESR** – Error Seconds Ratio – секунды с ошибками
- HOA** – Higher Order Assembler – модуль сборки структур высокого порядка
- HCS** – Higher Order Connection Supervision – модуль контроля соединения трактов высшего порядка
- HPA** – Higher order path Adaptation – блок адаптации тракта высшего порядка
- HPC** – Higher Order Path Connection – модуль подключения (коммутации) трактов высшего порядка
- HPT** – Higher order Path Termination – блок окончания тракта высшего порядка
- LAN** – Local Area Network – локальная вычислительная сеть
- LCS** – Lower Order Connection Supervision – модуль контроля соединения трактов низшего порядка
- LED** – Light Emitting Diode – светодиод
- LOI** – Lower Order Interface – модуль интерфейса низшего порядка
- LPA** – Lower order Path Adaptation – блок адаптации тракта низшего порядка
- LPC** – Lower Order Path Connection – модуль подключения (коммутации) трактов низшего порядка
- LPT** – Lower order Path Termination – блок окончания тракта низшего порядка
- MSA** – Multiplex Section Adaptation – блок адаптации секции мультиплексирования
- MSP** – Multiplex Section Protection – блок защиты секции мультиплексирования либо процедура линейной защиты мультиплексорной секции
- MST** – Multiplex Section Termination – блок окончания секции мультиплексирования
- NE** – Network Element – сетевой элемент
- NT** – Network Terminal – сетевой терминал
- SDH** – Synchronous Digital Hierarchy – синхронная цифровая иерархия
- PDH** – Plesiochronous Digital Hierarchy – плезиохронная цифровая иерархия
- ATM** – Asynchronous Transfer Mode – асинхронный режим переноса
- LCT** – Local Craft Terminal – локальная рабочая станция
- NCT** – Network Craft Terminal – сетевая рабочая станция
- SET** – Synchronous Equipment Timing – местный источник синхронизации
- SEMF** – Synchronous Equipment Management Function
- SESR** – Severally Errors Seconds Ratio – коэффициент секунд, пораженных ошибками
- SPI** – SDH Physical Interface – блок физического интерфейса SDH
- POH** – Path OverHead – заголовок маршрута

PPI – Plesiochronous Physical Interface – блок плезиохронного физического интерфейса
RST – Regenerator Section Termination – блок окончания секции регенерации
TM – Terminal Multiplexer – терминальный мультиплексор
TTF – Transport Terminal Function – модуль транспортного терминала
TU – Tributary Unit – трибутарный блок
TUG – Tributary Unit Group – группа трибутарных блоков
VCG – Virtual Concatenation Group – группа виртуального соединения
VC – Virtual Container – виртуальный контейнер
WAN – Wide Area Network – глобальная сеть

МСЭ-Т – Международный союз электросвязи – сектор телекоммуникаций
НЦ ВСС – Номинальная цепь взаимоувязанной сети связи
ОВ – оптическое волокно
ОЦК – основной цифровой канал
ПК – персональный компьютер
ПО – программное обеспечение
УЭТ – (цифровой) условный эталонный тракт
ЦСС – цифровые сети связи
ЦВС – цифровая вторичная сеть
ЦПС – цифровая первичная сеть

ВВЕДЕНИЕ

При планировании и построении современных цифровых сетей связи обычно различают три сетевых уровня: уровень первичной сети, уровень вторичных сетей и уровень систем или служб электросвязи. Основой любой реальной сети связи является уровень неспециализированной (универсальной) первичной сети, представляющей собой совокупность узлов и соединяющих их типовых физических цепей, типовых каналов передачи и сетевых трактов. Таким образом, цифровая первичная сеть (ЦПС) – это базовая сеть типовых универсальных цифровых каналов передачи и сетевых трактов, или транспортная сеть, образованная на базе сетевых узлов, сетевых станций коммутации или конечных устройств первичной сети и соединяющих их линий передачи. На основе ЦПС формируют и создают разнообразные цифровые вторичные сети (ЦВС).

Сетевые узлы ЦПС представляют собой комплекс аппаратуры цифровых систем передачи различных сетевых технологий, предназначенный для формирования, перераспределения цифровых каналов передачи и сетевых трактов и подключения ЦВС, служб электросвязи и пользователей сети. В зависимости от вида первичной сети, к которой принадлежат сетевые узлы, они могут быть магистральными, внутризонавыми, местными или по имени корпоративной или ведомственной сети.

Транспортные сети, являясь первичными для сетей связи, удовлетворяют общим для сетей связи концепциям построения:

- единство концептуального развития сетей электросвязи с наиболее высокими технико-экономическими показателями;
- пропорциональное развитие составляющих сети электросвязи страны с учётом поэтапного перехода к сетям связи нового поколения;
- единство номенклатуры каналов и трактов с нормализацией стыков;
- максимальная унификация и стандартизация технических средств электросвязи страны;
- единство систем оперативно-технического обслуживания и управления;
- использование единой системы технической эксплуатации.

Основой построения ЦПС на сегодняшний день является оборудование синхронной цифровой иерархии (SDH), для которого характерны следующие особенности:

- прямой ввод/вывод цифровых потоков без необходимости мультиплексирования/демультиплексирования группового цифрового сигнала, что экономически выгодно, так как требует меньший объем устанавливаемого оборудования;
- гибкая система управления сетью, обусловленная наличием большого числа встроенных каналов управления, иерархической системой управления с возможностью автоматического дистанционного управления сетью из одного

центра, включая динамическую реконфигурацию каналов и сбор статистики о функционировании сети;

- надежность и самовосстанавливаемость сети, обусловленная архитектурой сети и гибкой системой управления сетью, что позволяет использовать разнообразные механизмы защиты;

- прозрачность для передачи любого трафика за счет использования технологии компоновки виртуальных контейнеров, позволяющей передавать трафик PDH, ATM, Ethernet;

- универсальность применения – технология может быть использована как для создания глобальных сетей или глобальной магистрали, так и для компактной кольцевой корпоративной сети, объединяющей десятки локальных сетей;

- простота наращивания мощности – при наличии универсальной стойки для размещения аппаратуры переход на следующую более высокую скорость иерархии можно осуществить при смене группы функциональных блоков.

1 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА МУЛЬТИПЛЕКСОРА SDH

Как уже было сказано выше, основными функциональными элементами сетей SDH являются мультиплексоры различных типов: мультиплексор ввода/вывода (Add/drop Multiplexer – ADM), терминальный мультиплексор (Terminal Multiplexer – TM), сетевой терминал (Network Terminal – NT). Независимо от их назначения, в состав каждого мультиплексора входят типовые функциональные блоки, функции которых определены в рекомендации МСЭ-Т G.783 «Характеристика функциональных блоков оборудования синхронной цифровой иерархии». В качестве примера рассмотрим функциональную схему ADM, представленную на рисунке 1.1.

В состав ADM входят следующие блоки:

- модуль интерфейса низшего порядка (Lower Order Interface – LOI);
- модуль коммутации трактов низшего порядка (Lower Order Path Connection – LPC);
- модуль контроля соединения трактов низшего порядка (Lower Order Connection Supervision – LCS);
- модуль сборки структур высшего порядка (Higher Order Assembler – HOA);
- модуль подключения (коммутации) трактов высшего порядка (Higher Order Path Connection – HPC);
- модуль контроля соединения трактов высшего порядка (Higher Order Connection Supervision – HCS);
- модуль транспортного терминала (Transport Terminal Function – TTF).

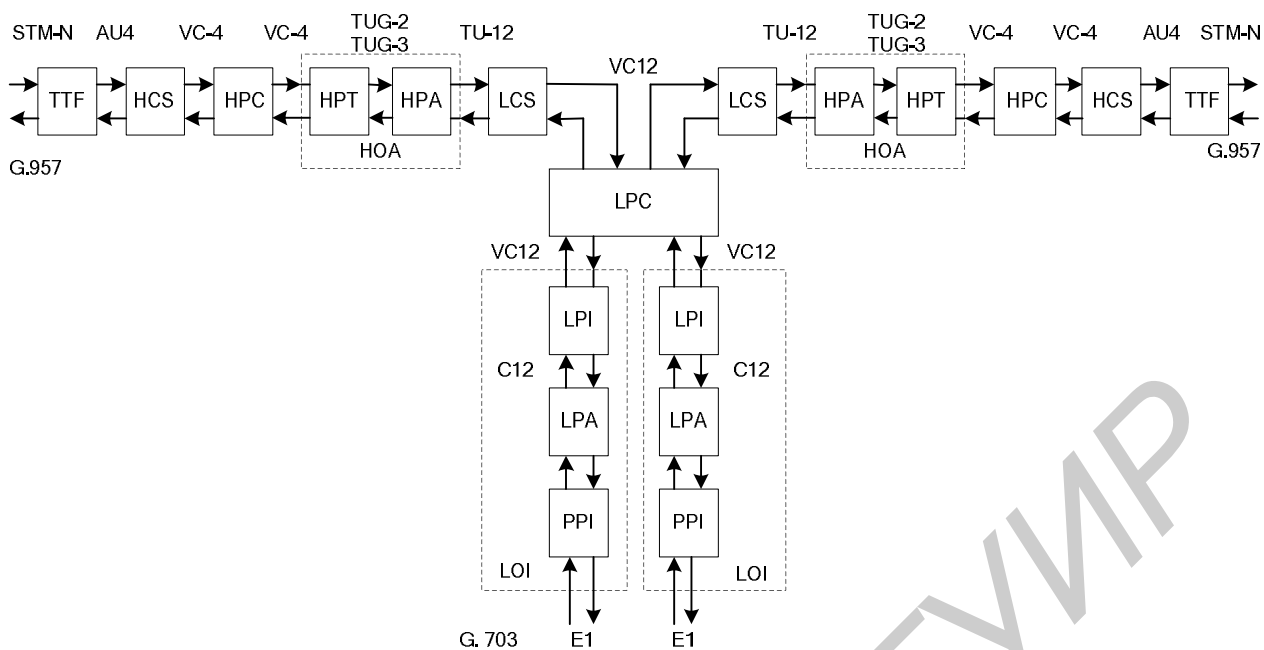


Рисунок 1.1 – Функциональная схема ADM

На рисунке 1.2 приведена схема, отражающая связь между функциональными блоками мультиплексора и основными этапами формирования сигнала STM-N.

Основным звеном в ADM является модуль LPC. Он обеспечивает распределение контейнеров VC12 в тракты высшего порядка. Именно функции модуля LPC определяют тип мультиплексора: терминальный мультиплексор, сетевой терминал или мультиплексор ввода/вывода. Ядром модуля LPC является неблокируемая полностью доступная матрица временного коммутатора. Матрица осуществляет все переключения под управлением встроенного микроконтроллера.

Для преобразования трафика пользователя, передаваемого по линии, в последовательность виртуальных контейнеров служит модуль LOI, состоящий из трех функциональных блоков:

- окончания тракта низшего порядка (Lower order Path Termination – LPT);
- адаптации тракта низшего порядка (Lower order Path Adaptation – LPA);
- плезихронного физического интерфейса (Plesiochronous Physical Interface – PPI).

LPT создает виртуальный контейнер VC12 путем генерирования заголовка маршрута (Path OverHead – POH) и добавления его к контейнеру C12. В другом направлении передачи функциями блока LPT завершается и обрабатывается POH с целью определения состояния атрибутов тракта низшего порядка. В данном блоке происходит генерирование и анализ служебных битов заголовка, контроль за качеством принимаемой информации с помощью кода паритета VIP-2.

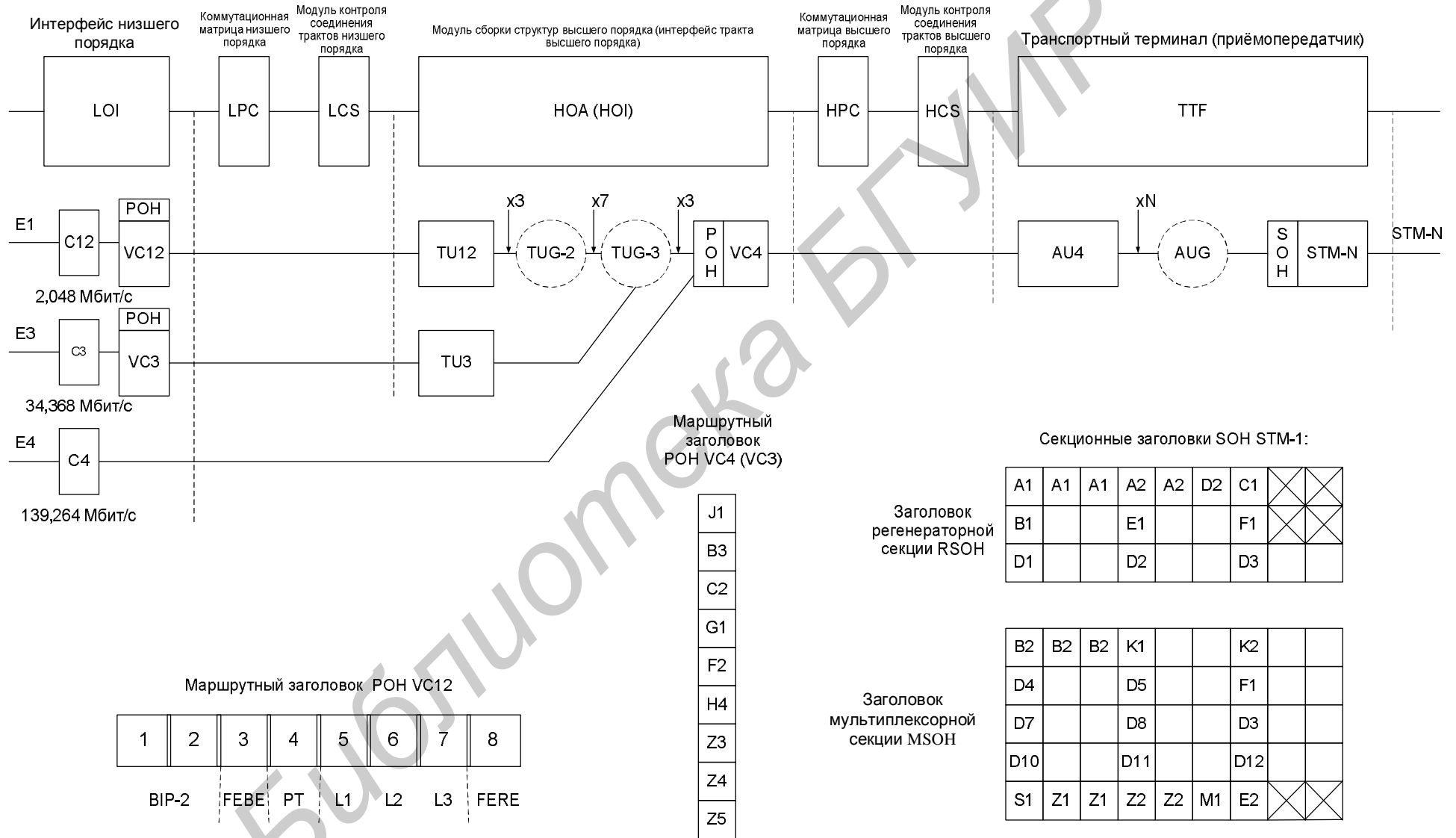


Рисунок 1.2 – Формирование сигнала STM-N в терминальном мультиплексоре SDH

Функции блока LPA действуют в порте доступа к синхронной сети или подсети и обеспечивают адаптацию данных пользователя к транспортировке в синхронной среде. Для асинхронных данных пользователя адаптация тракта низшего порядка включает битовое цифровое выравнивание. Главная задача функций LPA – размещение сигналов, соответствующих Рекомендации МСЭ-Т G.703, в контейнеры C-n. Необходимо отметить, что функции LPA определяются для каждого уровня существующей плезиохронной иерархии. Каждый блок LPA определяет способ размещения сигнала пользователя в одном из синхронных контейнеров C-n соответствующего размера. Для цифровых плезиохронных сигналов, передаваемых со скоростью 2,048 Мбит/с, предусмотрен контейнер C-12, в который данные могут помещаться синхронно по битам, синхронно по байтам, асинхронно или фиксировано. Для сигналов E3 и E4 предусмотрено асинхронное размещение в контейнерах C-3 и C-4 соответственно.

Блок PPI обеспечивает стык между мультиплексором и физической средой, по которой передается компонентный сигнал E1 (2,048 Мбит/с). Стык может иметь любые физические характеристики из числа определенных в рекомендации МСЭ-Т G.703. Функциями, выполняемыми блоком PPI, являются кодирование и адаптация к физической среде передачи.

Модуль LCS действует как источник и канал для маршрутных заголовков низшего порядка (РОН для VC-12). Соединение низшего порядка может сохраняться (поддерживаться) между двумя модулями LCS или между модулем LOI и модулем LCS. Функции модуля LCS могут быть активизированы и не активизированы. В активном состоянии модуля LCS реализуются следующие функции:

- наблюдаются тракты низшего порядка по заголовкам низшего порядка на предмет аварийного состояния и информирования в обратном направлении сегмента тракта;
- окончание незадействованных соединений свободных ресурсов сети;
- генерация заголовка тракта низшего порядка с сигналом «необорудован»;
- наблюдение трактов низшего порядка по заголовкам, сообщениям и неиспользуемым соединениям.

Данные функции модуля LCS позволяют контролировать прямой и обратный тракты низшего порядка и использовать результаты контроля для активизации автоматической защиты трактов в аварийных состояниях. Функциями модуля LCS могут быть охвачены до 100 % трактов.

Модуль НОА состоит из двух функциональных блоков:

- окончания тракта высшего порядка (Higher order Path Termination – НРТ);
- адаптации тракта высшего порядка (Higher order path Adaptation – НРА).

Блок НРТ действует как источник и приемник заголовка тракта высшего порядка (РОН для VC 3/4). В данном блоке происходит генерирование и анализ

служебных битов заголовка, контроль за верностью получаемой информации с помощью кода паритета ВР-8.

В блоке НРА осуществляется обработка указателя транспортного блока TU12 или TU3 (генерирование либо анализ), а также при необходимости происходит подстройка частоты.

Модуль НРС обеспечивает распределение собранных контейнеров VC 3/4 в секции мультиплексирования. Различие в функциях модуля НРС определяет тип мультиплексора: терминальный мультиплексор, концентратор-мультиплексор, мультиплексор ввода/вывода для линейной или кольцевой сети и др. Известны несколько видов мультиплексоров, которые отличаются функциями НРС. Ядром модуля НРС является неблокируемая полнодоступная матрица временного коммутатора. Матрица осуществляет все переключения под управлением встроенного микроконтроллера.

Матрица обеспечивает переключение сигналов уровней TU3 и TU4. При этом возможна организация следующих видов соединений: однонаправленное, двунаправленное, шлейф, вещание. Матрица может быть продублирована или вообще отсутствовать.

Модуль НСS действует как источник и канал для трактовых заголовков высшего порядка (VC3/4). Соединение высшего порядка может сохраняться (поддерживаться) между двумя модулями НСS или между модулем НОА и модулем НСS. Функции модуля НСS могут быть активизированы и не активизированы. В активном состоянии модуля НСS реализуются следующие функции:

- наблюдение за трактами высшего порядка по заголовкам высшего порядка на предмет аварийного состояния и информирования в обратном направлении сегмента тракта;
- окончание незадействованных соединений свободных ресурсов сети, генерация заголовка тракта высшего порядка с сигналом «необорудован»;
- наблюдение за трактами высшего порядка по заголовкам-сообщениям о неиспользуемых соединениях.

Данные функции модуля НСS позволяют контролировать прямой и обратный тракты высшего порядка и использовать результаты для активизации автоматической защиты трактов в аварийных состояниях. Функциями модуля НСS могут быть охвачены до 100 % трактов.

Модуль ТТF состоит из следующих блоков:

- физический интерфейс SDH (SDH Physical Interface – SPI);
- окончание секции регенерации (Regenerator Section Termination – RST);
- окончание секции мультиплексирования (Multiplex Section Termination – MST);
- защита секции мультиплексирования (Multiplex Section Protection – MSP);
- адаптация секции мультиплексирования (Multiplex Section Adaptation – MSA).

Модуль ТТF обеспечивает:

- стык с физической средой передачи;
- регенерацию сигнала, приходящего с линии;
- выделение хронизирующего сигнала для синхронизации аппаратуры;
- генерирование состояния потери сигнала (Loss Of Signal – LOS);
- генерирование, приём и анализ заголовков регенерационной и мультиплексорной секций;
- реализацию защиты секции мультиплексирования по схемам 1+1 и/или 1: n;
- адаптацию трактов высшего порядка в административные блоки АУ;
- мультиплексирование и демультимплексирование с чередованием байтов;
- генерирование указателей, их интерпретацию и обработку на приеме.

2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ SMA1K-CP

Синхронный мультиплексор SMA1K-CP является представителем линейки оборудования TranXpress фирмы Siemens. Он принадлежит к третьему поколению устройств семейства SDH.

На рисунке 2.1 представлена структурная схема синхронного мультиплексора SMA1K-CP:

- функциональный блок OCC представляет собой контроллер и осуществляет управление всеми процессами отдельного блока INTRACHIP;
 - блок V.11 организует канал передачи данных через байт F1 RSON;
 - блок Ww7R обеспечивает работу интерфейса сигнализации об авариях (управляет работой светоизлучающих диодов, находящихся на передней панели мультиплексора);
 - блок SCB является блоком системного контроля. Он осуществляет управление процессом размещения данных при организации связи между LCT и мультиплексором и при организации моста Ethernet. Главная функция, осуществляемая мостом Ethernet, это трансформирование кадров LAN Ethernet в битовый поток WAN HDLC. Данный блок осуществляет общее управление работой мультиплексора, используя данные от 2 контроллеров блоков INTRACHIP;
 - блок HDLC является WAN-интерфейсом моста Ethernet;
 - блок VCDB, SW отвечает за организацию канала DCC;
 - блок MTS является источником синхронизации мультиплексора;
 - блок PSU обеспечивает питание мультиплексора;
 - в блоке INTRACHIP происходит обработка потока данных агрегатного сигнала, поступающего с линии, а также компонентных сигналов нагрузки.
- Блок INTRACHIP состоит из следующих функциональных групп и блоков:
- три блока TTF-1 (1 на передачу, 2 на приём);
 - два блока НРС VC4 (основной и резервный);

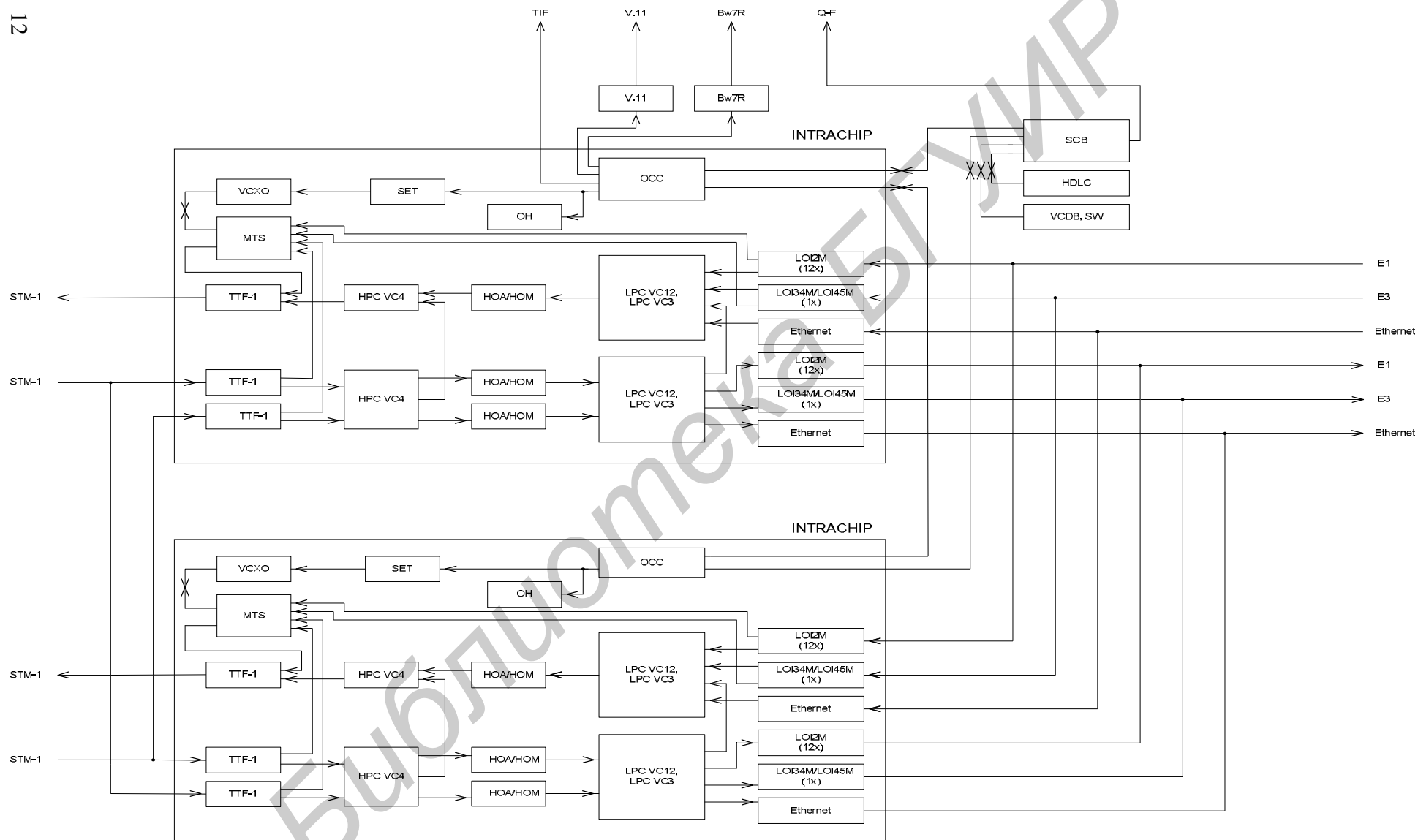


Рисунок 2.1 – Структурная схема синхронного мультиплексора SMA1K-CP

- три блока НОА/НОМ;
- два блока LPC VC12 и LPC VC3;
- функциональная группа LOI 2M (12x) состоит из 12 двунаправленных интерфейсов 2 Мбит/с, осуществляет функции размещения информации на уровне виртуальных контейнеров VC-12 и соответствующие функции извлечения информации, уничтожение виртуальных контейнеров VC-12, выделение сигнала синхронизации из сигнала 2 Мбит/с для синхронизации мультиплексорного источника синхронизации MTS;
- функциональная группа LOI34M/LOI45M состоит из одного двунаправленного 34/45 Мбит/с интерфейса, осуществляет функции размещения информации на уровне виртуальных контейнеров VC-3 и соответствующие функции извлечения информации, мониторинг входящих 34 Мбит/с сигналов в режиме PDH, уничтожение заголовка VC-3, инициирование создания указателя TU-3;
- функциональная группа Ethernet состоит из двух двунаправленных 10 BaseT/100 BaseT интерфейсов, является LAN-интерфейсом моста Ethernet;
- функциональный блок SET – блок мониторинга и выбора сигналов синхронизации;
- функциональный блок ОН – блок мониторинга заголовков.

Оборудование SMA1K-CP имеет следующие технические характеристики.

1 Оптический интерфейс (согласно рекомендации МСЭ-Т G.957).

Оборудование реализует класс приложения типа L (Long Haul): L-1.1 для дистанций до 40 км при длине волны около 1310 нм или L-1.2/L-1.3 для дистанций до 60 км при длине волны около 1550 нм. Параметры оптических интерфейсов STM-1 отражены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Параметры оптического интерфейса STM-1

Класс приложений (согласно рекомендации МСЭ-Т G.957)	L-1.1
Номинальная длина волны, нм	1310
Битовая скорость, Мбит/с	155,520
Тип волокна	Одномодовое
Параметры передатчика в точке S	
Тип лазера	Многомодовый
Диапазон длин волн, нм	1280...1360
Ширина спектра излучения, нм	4
Мощность излучения, дБм	-3...0
Параметры оптоволоконной линии между точками S и R	
Допустимая хроматическая дисперсия	-
Допустимое оптическое затухание, дБ	0...30
Параметры приёмника в точке R	
Тип фотодиода	InGaAs-PIN
Минимальная входная чувствительность, дБм	-34
Максимальная входная мощность, дБм	0
Потери, вносимые шумами передатчика и дисперсией, дБ	<1

2 Электрические интерфейсы (согласно рекомендации МСЭ-Т G.703).

2.1 Компонентный интерфейс, 2 Мбит/с:

- максимальное количество входящих/исходящих каналов – 12;
- битовая скорость – 2048 Кбит/с;
- стыковой код – HDB-3.

2.2 Компонентный интерфейс, 34 Мбит/с:

- максимальное количество входящих/исходящих каналов – 1;
- битовая скорость – 34 368 Кбит/с;
- стыковой код – HDB-3;
- параметры фазовых дрожаний – согласно рекомендации МСЭ-Т G.823.

3 В качестве Q-F интерфейса (интерфейс LCT) используется интерфейс RS-232 (V.24) с битовой скоростью 9,6 Кбит/с.

4 Для организации служебной связи используется интерфейс V.11 с параметрами:

- количество интерфейсов – 1;
- битовая скорость – 64 Кбит/с;
- входные сигналы имеют противонаправленный стык;
- выходные сигналы имеют сонаправленный стык;
- внутренний импеданс приемника – $150 \text{ Ом} \pm 10 \%$;
- соединительная линия (симметричная, экранированная) – 150 Ом.

5 Интерфейсы отсчёта времени и синхронизации (G.703).

5.1 Интерфейс 2048 кГц.

Входные интерфейсы T3 и T4:

- входная частота – 2048 кГц;
- импедансы – 75 или 120 Ом.

5.2 Интерфейсы T3/T4 2048 Кбит/с:

- битовая скорость – $2048 \text{ Кбит/с} \pm 12 \cdot 10^{-6}$ (плезиохронная);
- номинальные величины пиковых значений импульсов
 - симметричные коннекторы – $3 \text{ В} \pm 10 \%$;
 - коаксиальные коннекторы – $2,37 \text{ В} \pm 10 \%$;
- затухание не более 6 дБ при 1024 кГц;
- импеданс – 90 Ом.

6 Продолжительность внутренних процессов.

6.1 Время переключения при изменениях в кросс-соединениях:

- установление соединения $\leq 5 \text{ с}$;
- разрыв соединения $\leq 5 \text{ с}$.

6.2 Продолжительность защитных переключений:

- переключение линейной защиты $\leq 50 \text{ мс}$;
- переключение защиты соединения с мониторингом пути SNCP $\leq 50 \text{ мс}$.

6.3 Продолжительность индикации ошибок:

- время индикации одиночной ошибки $\leq 5 \text{ с}$.

7 Параметры питания.

7.1 Вход постоянного напряжения:

- количество интерфейсов – 1, защита от обратной полярности;
- номинальные величины питания с постоянным напряжением 48 или 60 В;
- уровень входного напряжения – минус 40,5...минус 70 В

7.2 Потребляемая мощность:

- потребляемая мощность при максимальных настройках не более 30 Вт;
- средняя величина – 21 Вт.

3 ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ОПТИЧЕСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ

Параметры электрических сигналов стыка со скоростями 2,048 и 34,368 Мбит/с должны удовлетворять рекомендации МСЭ-Т G.703. В таблице 3.1 приведены основные величины и допуски параметров электрических интерфейсов первичного и третичного групповых трактов. На рисунке 3.1 отражен шаблон формы импульсов стыковых сигналов первичного и третичного групповых трактов. На данном рисунке по оси ординат отложено отношение напряжения к максимальному напряжению идеального импульса (U_m). Соотношения временных параметров шаблона приведены в таблице 3.2.

Наряду с электрическими параметрами импульсов для сетевых стыков нормируются параметры дрожания фазы. Размах фазового дрожания на выходе оборудования временного группообразования соответствующего уровня иерархии, измеренный полосовым фильтром ПФ1 с граничными частотами f_1 и f_3 и спадом 20 дБ/дек и полосовым фильтром ПФ2 с граничными частотами f_2 и f_3 и спадом 20 дБ/дек, не должен превышать величин A_1 и A_2 (в единичных тактовых интервалах). Граничные частоты измерительных фильтров и предельные значения фазовых дрожаний для первого и третьего уровней иерархии приведены в таблице 3.3.

Оборудование временного группообразования должно обеспечивать безошибочный прием сигнала, модулированного фазовым дрожанием по синусоидальному закону $(A/2) \cdot \sin(2\pi ft)$. Размах максимально допустимого входного дрожания и дрейфа фазы A должен быть не меньше величины, определяемой шаблоном, который приведен на рисунке 3.2. Параметры допусков на дрожание и дрейф фазы на входе тракта, указанные на рисунке 3.2, приведены в таблице 3.4 для сигналов E1 и E3 цифровой иерархии.

Параметры оптических сигналов, формируемых на оптических выходах ADM, должны соответствовать рекомендации МСЭ-Т G.957. В таблице 3.5 приведены основные величины и допуски параметров оптических интерфейсов сигнала STM-1.

Синхронный мультиплексор SMA1K-CP комплектуется оптическими приемопередатчиками, реализующими интерфейс L-1. Оптический приемник данного оборудования также может принимать оптический сигнал, соответствующий интерфейсу S-1.

Таблица 3.1 – Основные величины и допуски параметров электрических интерфейсов первичного и третичного групповых трактов

Цифровой тракт	E1	E3
Количество ОЦК	30	480
Номинальная скорость передачи, Мбит/с	$2,048 \times (1 \pm 50 \cdot 10^{-6})$	$34,368 \times (1 \pm 20 \cdot 10^{-6})$
Код стыка	HDB-3*	HDB-3*
Номинальная длительность импульса, нс	244	14,55
Тип кабеля	Симметричный/ коаксиальный	Коаксиальный
Входное и выходное сопротивление, Ом	120/75	75
Номинальное пиковое напряжение импульса, В	± 3	± 1
Пиковое напряжение при отсутствии импульса, В	$0 \pm 0,3$	$0 \pm 0,1$
Затухание стыковой цепи на полутактовой частоте, дБ	0...6	0...12

* Используется код HDB-3 с 50 %-м заполнением тактового интервала

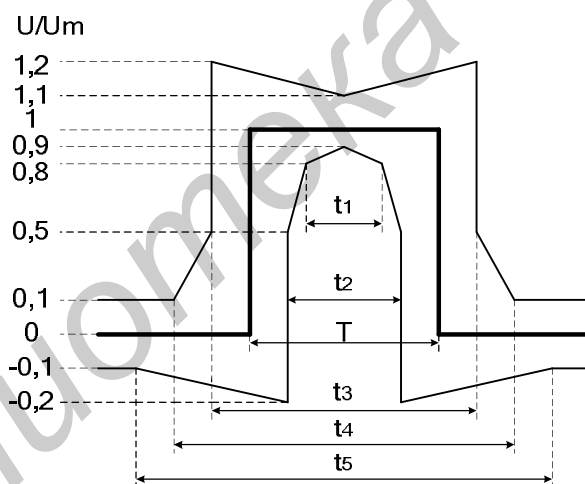


Рисунок 3.1 – Шаблон для стыковых сигналов первичного и третичного групповых трактов

Таблица 3.2 – Соотношения временных параметров шаблона

Временные характеристики	Цифровой тракт	
	E1	E3
T, мс	244	14,55
t_1/T	0,8	0,6
t_2/T	0,9	0,84
t_3/T	1,1	1,17
t_4/T	2,0	1,7
t_5/T	2,0	2,0

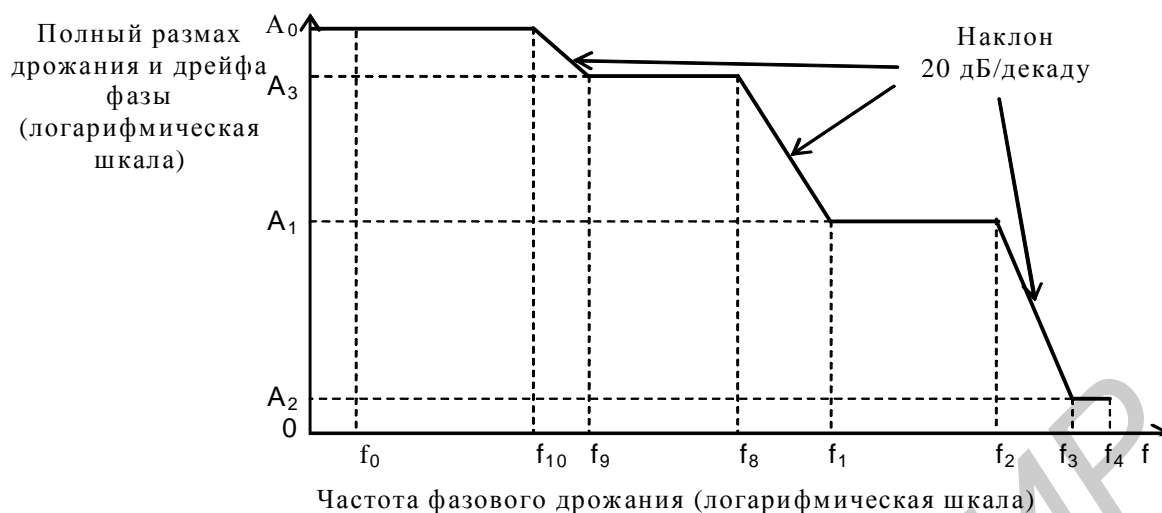


Рисунок 3.2 – Параметры допусков на дрожание и дрейф фазы на входе тракта

Таблица 3.3 – Граничные частоты измерительных фильтров и предельные значения фазовых дрожаний для различных уровней иерархии

Цифровой тракт	f_1	f_2	f_3	A_1	A_2
E1	20 Гц	18 кГц	100 кГц	1,5	0,2
E3	100 Гц	10 кГц	800 кГц	1,5	0,15

Таблица 3.4 – Параметры допусков на дрожание и дрейф фазы на входе тракта

Цифровой тракт	Полный размах в единичных интервалах				Частота							
	A_0	A_1	A_2	A_3	f_0 , мкГц	f_{10} , мГц	f_9 , Гц	f_8 , Гц	f_1 , Гц	f_2 , кГц	f_3 , кГц	f_4 , кГц
E1	36,9	1,5	0,2	18	12	4,88	0,01	1,667	20	2,4	18	100
E3	618,6	1,5	0,15	н/о*	н/о	н/о	н/о	н/о	100	1	10	800

*н/о – значение не определено

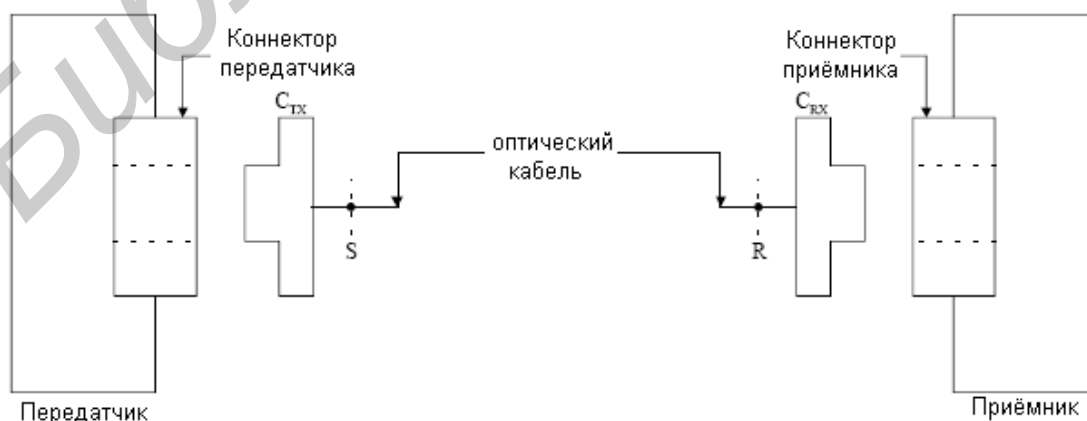


Рисунок 3.3 – Представление оптического интерфейса

4 ПОДГОТОВКА УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА К РАБОТЕ

4.1 Описание лабораторного стенда

В состав лабораторного стенда входят:

- два мультиплексора ввода/вывода ADM1 и ADM2 уровня STM-1 SMA1K-CP, соединённых между собой оптическим кабелем;
- персональный компьютер (ПК), на котором установлено программное обеспечение системы управления Siemens линейкой оборудования SMA NE-UniGATE V6.0 NCT;
- интерфейсный кабель, с помощью которого происходит передача служебной информации от мультиплексора ADM к COM-порту ПК;
- генератор-анализатор сигнала Е1 ИКО-2-5;
- осциллограф С1-65.

В общем случае на вход ADM подаются электрические сигналы со скоростями 2,048 и 34,368 Мбит/с и трафик Ethernet стандартов 10/100BaseT.

Внешний вид лабораторного стенда представлен на рисунке 4.1.

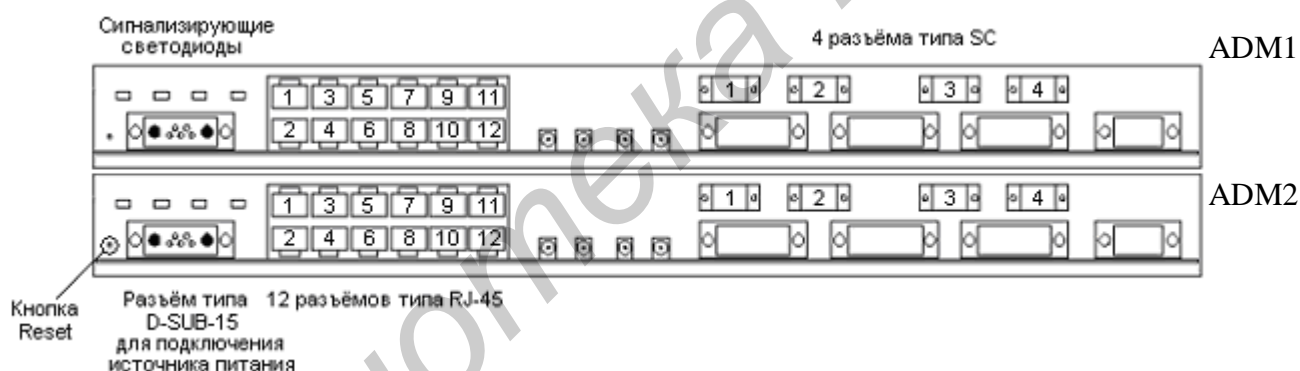


Рисунок 4.1 – Внешний вид лабораторного стенда

На передней панели каждого ADM находятся:

- 1) светодиоды (Light Emitting Diode – LED) «Power», «Battery», «Fault Indication», «Service Status» (слева направо):
 - горящий зелёный LED «Power» свидетельствует о включенном питании;
 - горящий красный LED «Battery» свидетельствует о разряженном аккумуляторе либо о существовании аккумулятора, нагружающего текущий;
 - горящий красный LED «Fault Indication» свидетельствует о некорректной работе карты;
 - горящий зелёный LED «Service Status» совместно с LED «Fault Indication» отображает текущее рабочее состояние;

Таблица 3.5 – Параметры оптических интерфейсов STM-1

Параметры												
Цифровой сигнал, номинальная скорость, Кбит/с	STM-1 в соответствии с Рек. G.707 и G.958, 155 520											
Коды применения	I-1		S-1.1		S-1.2		L-1.1		L-1.2		L-1.3	
Рабочая длина волны, нм	1260 -1360		1261-1360		1430-1576		1430-1580	1280-1335		1480-1580	1534-1566 1523-1577	1480-1580
Передатчик в точке S												
Тип излучателя	MLM	LED	MLM	MLM	SLM	MLM	SLM	SLM	MLM	SLM		
– максимальная среднеквадратичная ширина, нм	40	80	7,7	2,5	-	4	-	-	3/2.5	-		
– максимальная полоса на уровне минус 20 дБ, нм	-	-	-	-	1	-	1	1	-	1		
– минимальное подавление боковых мод, дБ	-	-	-	-	30	-	30	30	-	30		
Средняя излучаемая мощность												
– максимальная, дБм	-8		-8		-8		0		0		0	
– минимальная, дБм	-15		-15		-15		-5		-5		-5	
Минимальное значение коэффициента гашения, дБ	8,2		8,2		8,2		10		10		10	
Оптический тракт между S и R												
Затухание, дБ	0-7		0-12		0-12		10-28		10-28		10-28	
Параметры												
Максимальная дисперсия, пс/нм	18	25	96	296	н/о	185	н/о	н/о	246/296	н/о		
Минимальные оптические потери в кабеле в точке S, включая разъемы, дБ	н/о		н/о		н/о		н/о		-20		н/о	
Максимальная дискретная отражаемость между S и R, дБ	н/о		н/о		н/о		н/о		-25		н/о	
Приемник в точке R												
Минимальная чувствительность, дБм	-23		-28		-28		-34		-34		-34	
Минимальная перегрузка, дБм	-8		-8		-8		-10		-10		-10	
Максимальные добавочные потери оптического тракта, дБ	1		1		1		1		1		1	

2) кнопка «Reset» предназначена для перезагрузки мультиплексора. Нажатие на неё приводит к перезагрузке программного обеспечения (ПО) (осуществления так называемого «тёплого старта»);

3) 12 разъемов типа RJ-45 (RJ45-1 – RJ45-12) для подключения сигналов нагрузки (10 потоков E1 (2,048 Мбит/с) и 2 потока Ethernet (10/100 Мбит/с));

4) 4 разъёма оптических приёмопередатчиков типа SC (SC-1–SC-4) для подключения оптических волокон (ОВ).

4.2 Включение лабораторного стенда и запуск программного обеспечения

1 Перед началом работы необходимо проверить наличие или осуществить следующие подключения оборудования в соответствии со схемой, представленной на рисунке 4.2.

ПК с помощью интерфейсного кабеля подключается к разъему COM-порта мультиплексора ADM1. Характерной особенностью оборудования SMA1K-CP является возможность управления конфигурацией мультиплексора только при непосредственном подключении к нему.

2 С помощью преподавателя или инженера лаборатории включить питание учебно-лабораторного стенда.

После подачи питания на мультиплексорах должны загореться все светодиоды. Нужно подождать некоторое время (5...10 с) для установки мультиплексора в рабочий режим. В установившемся режиме должны гореть светодиоды «Power» и «Service Status».

3 Включить ПК, на котором установлена программа NE-UniGATE V6.0 NCT, работающая под управлением операционной системы Windows 2000 и позволяющая осуществлять мониторинг и управление мультиплексором.

4 Запустить на ПК программу NE-UniGATE V6.0 NCT.

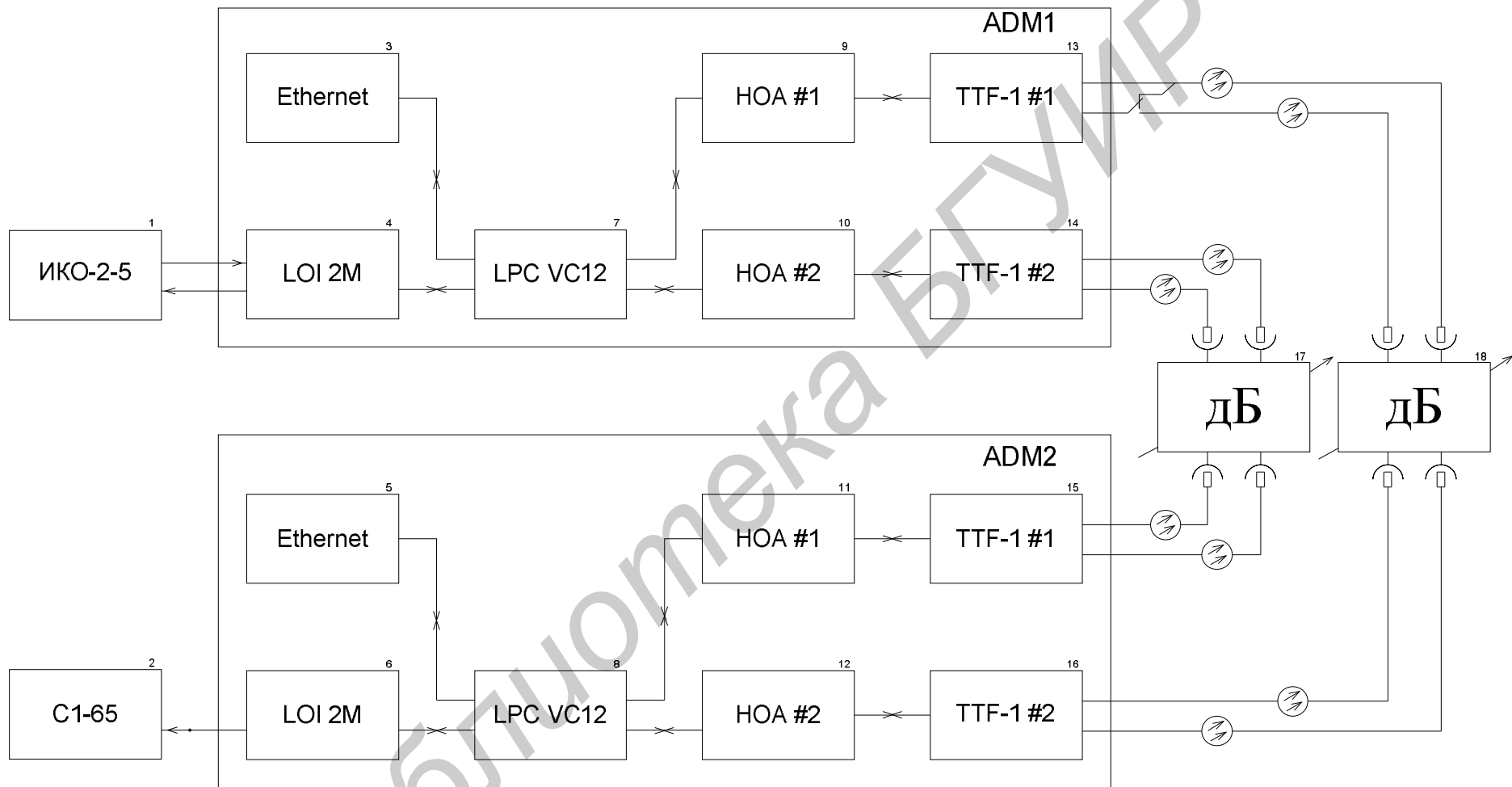
После запуска NE-UniGATE V6.0 NCT появится окно Siemens NE-Unigate Login. Вход в программу осуществляется под именем ADMIN и паролем «siemens-00». Сетевые элементы подключаются в автоматическом режиме. В случае сбоя автоматического подключения следует выбрать в меню **Configuration** команду *Use Serial Line Interface*, а в меню **Network** – команду *Connect* (подробнее функции каждого меню будут описаны ниже).

После входа в программу появится её главное окно, которое имеет вид, представленный на рисунке 4.3.

В данном окне отображены следующие элементы программы:

- главное меню;
- иконки команд;
- графическая интерпретация соединений;
- список ошибок;
- статус текущего сеанса работы программы.

Главное меню состоит из десяти подменю (см. рисунок 4.3).



1 - генератор анализатора по потюк Е1 ИКО-2-5; 2 - осциллограф С1-65; 5, 7 - функциональный блок Ethernet мультимплектора SMA1K-CP; 6, 8 - функциональный блок LOI2M мультимплектора SMA1K-CP; 9, 10 - функциональный блок LPX VC12 мультимплектора SMA1K-CP; 11... 14 - функциональный блок HOA мультимплектора SMA1K-CP; 15... 18 - функциональный блок TTF-1 мультимплектора SMA1K-CP; 19, 20 - антенны

Рисунок 4.2 – Схема подключения оборудования лабораторного стенда

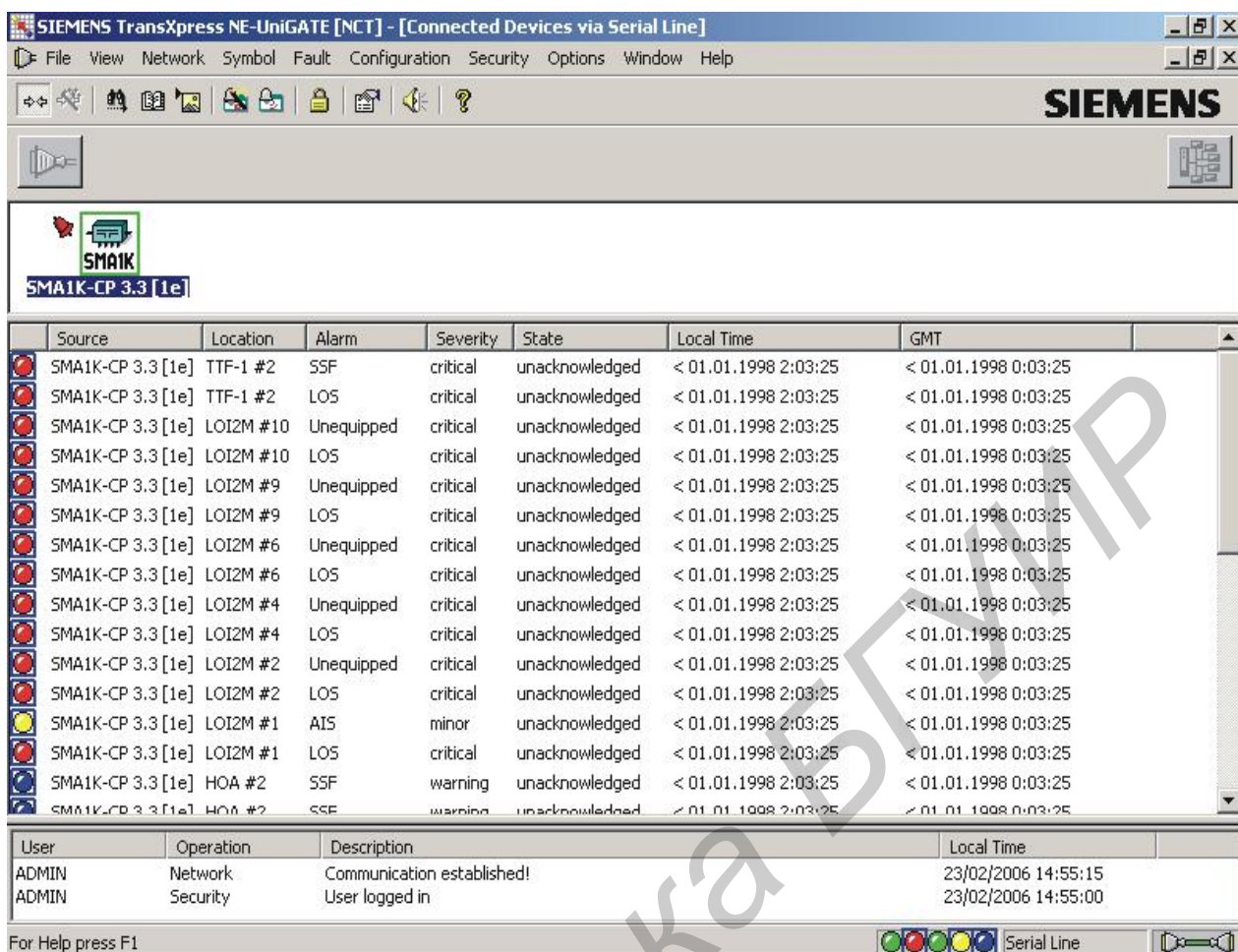


Рисунок 4.3 – Главное окно программы NE-UniGATE V6.0 NCT

В подменю **File** возможно выполнение следующих действий:

- Open Configuration – открыть сохранённую конфигурацию мультиплексора;
- Save Configuration As – сохранить текущую конфигурацию мультиплексора под новым именем;
- Save – сохранить текущую конфигурацию;
- Print – распечатать;
- Print Setup – настройки печати;
- Exit – выход из программы.

Подменю **View** включает следующие команды:

- Arrange Symbols – упорядочить символы;
- Lock Symbols – закрепить текущее положение символов;
- Small Symbols – использовать малые значки для символов;
- Find NE – найти сетевой элемент.

Подменю **Network** включает следующие команды:

- Connect – соединиться;
- Refresh Connections – обновить состояние соединений;
- Disconnect – разорвать соединение;
- Connect to NE – соединиться с определённым сетевым элементом;

– Disconnect from NE – разорвать соединение с определённым сетевым элементом.

Подменю **Symbol** включает следующие команды:

- Start Application – начать выполнение определённого приложения;
- File Transfer – передать файл;
- Connect to NE – соединиться с сетевым элементом;
- Disconnect from NE – разорвать соединение с сетевым элементом;
- Fault – ошибка;
- Link with Object – соединиться с объектом;
- Unlink from Object – разорвать соединение с объектом;
- Lock Properties – зафиксировать свойства;
- Background – фоновый режим;
- Properties – свойства.

Подменю **Fault** включает следующие команды:

- Alarm List (Filter All) – отразить список ошибок (фильтрация отключена);
- Alarm Request – запросить данные об определённом виде ошибок;
- Alarm Reset – обнулить данные об ошибках;
- Acknowledge All – пометить все сообщения об ошибках как просмотренные.

Подменю **Configuration** включает следующие команды:

- Use Network Interface – использовать сетевой интерфейс;
- Use Serial Line Interface – использовать интерфейс линии;
- NE Addresses – настроить сетевые адреса;
- Background – фоновый режим.

Подменю **Security** включает следующие команды:

- Login – войти в систему;
- Logoff – выйти из системы;
- NE-UniGATE User Administration – пользовательское администрирование NE-UniGATE;
- Change NE-UniGATE Password – изменить пароль входа в программу NE-UniGATE;
- Add NE User – добавить пользователя сетевым элементом;
- Delete NE User – удалить пользователя сетевым элементом;
- Change NE Password – изменить пароль сетевого элемента.

Подменю **Options** включает следующие команды:

- Audible Alarm Notification – использовать звуковую систему оповещения об ошибках;
- Repetitive Audible Alarm Notification – использовать звуковую систему оповещения об ошибках с повторением звукового оповещения;
- External Alarm Notification – использовать внешние устройства оповещения об ошибках;
- General Settings – общие настройки;

- Communication Settings – настройки сообщений;
- Alarm Settings – настройки сообщений об ошибках.

Подменю **Window** включает следующие команды:

- Cascaded – расположить окна каскадно;
- Tiled – расположить окна в виде плитки;
- Arrange Minimized – упорядочить окна, не развёрнутые на весь экран;
- Notifications – настройки окон сообщений.

Подменю **Help** включает следующие команды:

- Contents – темы;
- On Window – вывести содержимое базы данных о данном окне;
- How to Use Help – инструкция по пользованию командой Help;
- System Information – сведения о системе;
- About – сведения о программе.

5 Подвести курсор к иконке мультиплексора в окне графической интерпретации соединений, нажать правую кнопку мыши и в появившемся меню выбрать пункт *Start Application*.

Данное меню также содержит следующие команды:

- File Transfer – передача файла;
- Connect to NE – соединиться с сетевым элементом;
- Disconnect – разорвать соединение;
- Alarm Information – информация об ошибках;
- Alarm List (Filter NE) – отразить список ошибок (фильтрация на все ошибки, не относящиеся к сетевому элементу);
- Alarm Request – запросить данные об определённом виде ошибок;
- Alarm Reset – обнулить данные об ошибках;
- Acknowledge Alarms – пометить данные сообщения об ошибках как просмотренные;
- Link with Object – соединиться с объектом;
- Unlink from Object – разорвать соединение с объектом;
- Link Properties – свойства соединения;
- Background – фоновый режим;
- Properties – свойства.

6 После того как был выбран пункт *Start Application*, на экране появится модальное окно **LCT Startup** (рисунок 4.4) с вопросом: «Хотите ли Вы запросить информацию об ошибках?» Следует выбрать *Yes*.

7 Далее в окне программы отобразятся 3 окна (см. рисунок 4.4):

- Alarm List – список ошибок;
- Module View – модульный вид;
- Function View – функциональный вид.

Окно **Alarm List** имеет 2 закладки (рисунок 4.5):

– закладка *Current* (Текущие) отображает ошибки, существующие в процессе функционирования мультиплексора на данный момент (см. рисунок 4.5):

– закладка History (История) отображает все ошибки, зафиксированные при работе данного мультиплексора.

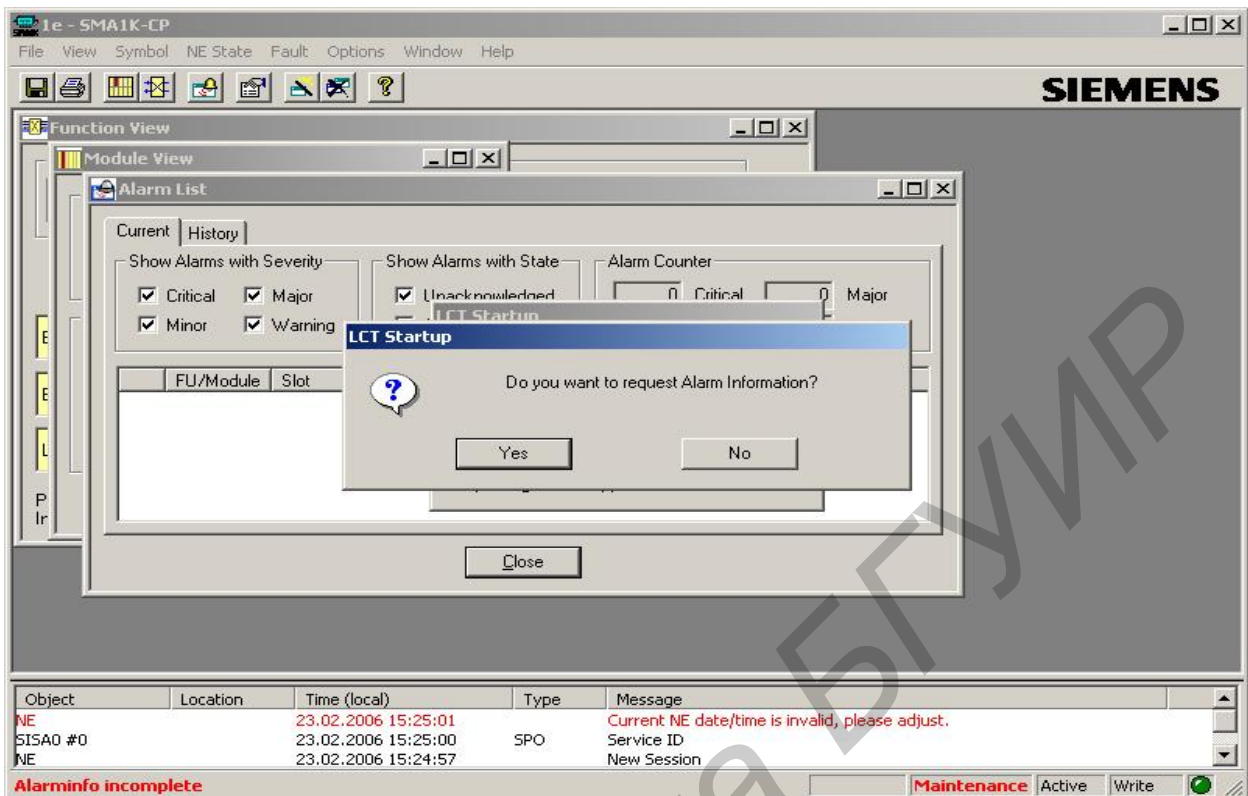


Рисунок 4.4 – Модальное окно LCT Startup

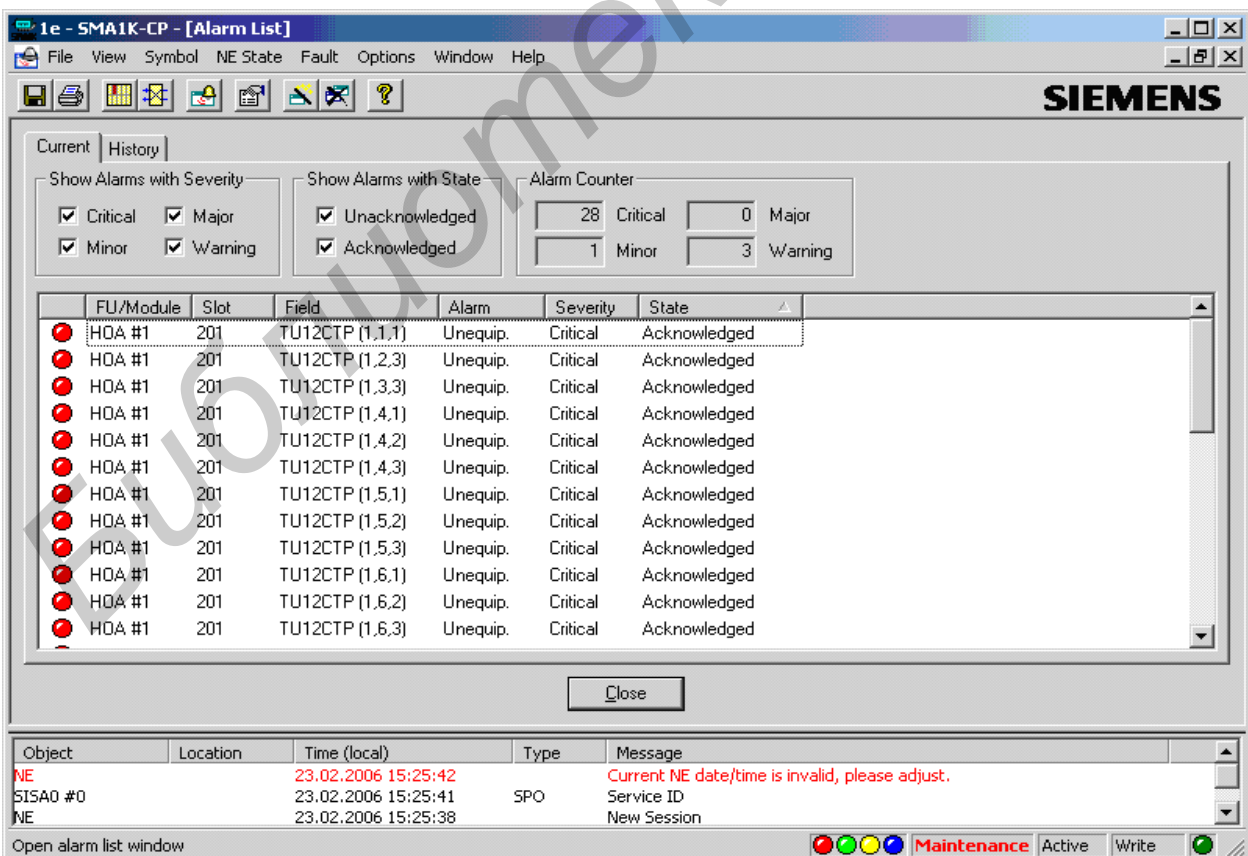


Рисунок 4.5 – Вид окна Alarm List с выбранной закладкой Current

В обоих окнах можно включить фильтрацию отображаемых ошибок по их значимости (поле *Show Alarms with Severity* – отобразить ошибки со значимостью):

- critical – критические;
- major – значимые;
- minor – незначительные;
- warnings – предупреждения.

В обоих окнах можно включить фильтрацию отображаемых ошибок по факту их просмотра (поле *Show Alarms with State* – отобразить ошибки со статусом):

- Unacknowledged – непросмотренные;
- Acknowledged – просмотренные.

Также доступны поля *Alarm Counter*, отображающие количество ошибок той или иной значимости.

Окно **Module View** (рисунок 4.6) отображает текущую конфигурацию сетевого элемента. Сетевой элемент может быть сконфигурирован как:

- Add/Drop Multiplexer – мультиплексор ввода/вывода;
- Terminal Multiplexer – терминальный мультиплексор;
- Network Terminal – сетевой терминал.

В оборудовании SMA1K-CP возможна только конфигурация «мультиплексор ввода/вывода».

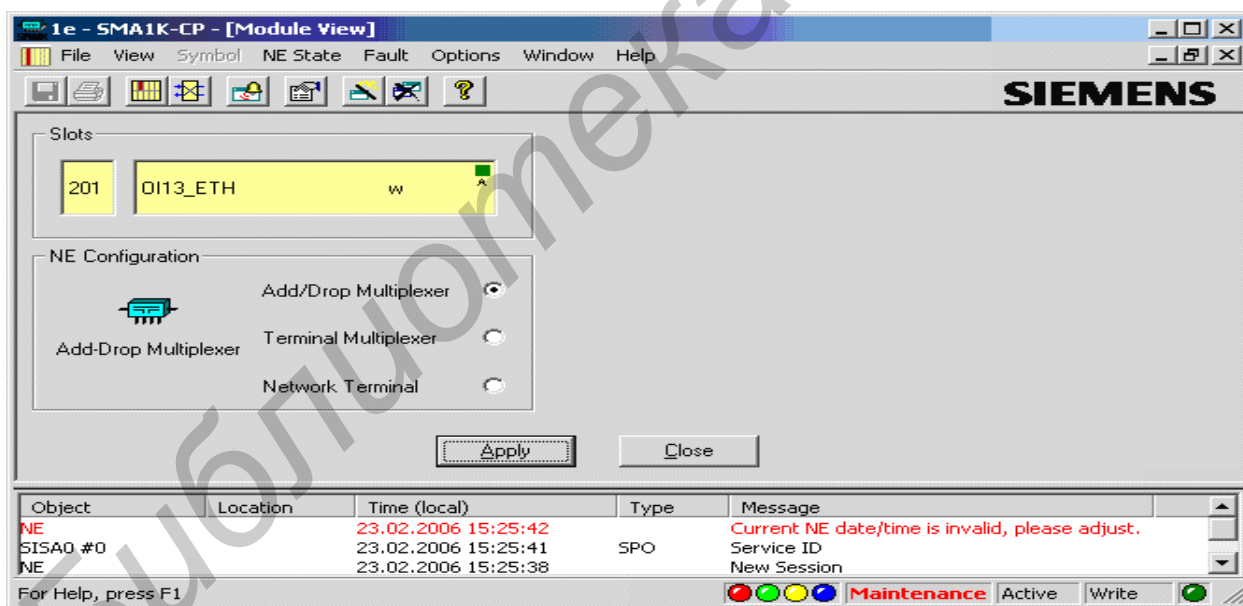


Рисунок 4.6 – Окно Module View

Окно **Function View** отображает функциональные блоки мультиплексора и их взаимосвязи (рисунок 4.7). В этом окне можно просмотреть и провести их конфигурацию.

Как видно из рисунка 4.7, каждый функциональный блок представлен отдельным окошком. Причём в некоторых из них в правом верхнем углу находится квадрат с буквой А. Данный квадрат называется А-индикатором и характе-

ризует полноту мониторинга работы функционального блока, в котором он находится. А-индикатор может быть окрашен в коричневый либо зелёный цвет. Зелёный цвет означает, что при возникновении любой ошибки в данном функциональном блоке программа известит оператора об этом факте. Коричневый цвет означает, что хотя бы одна ошибка в случае своего появления будет игнорироваться.

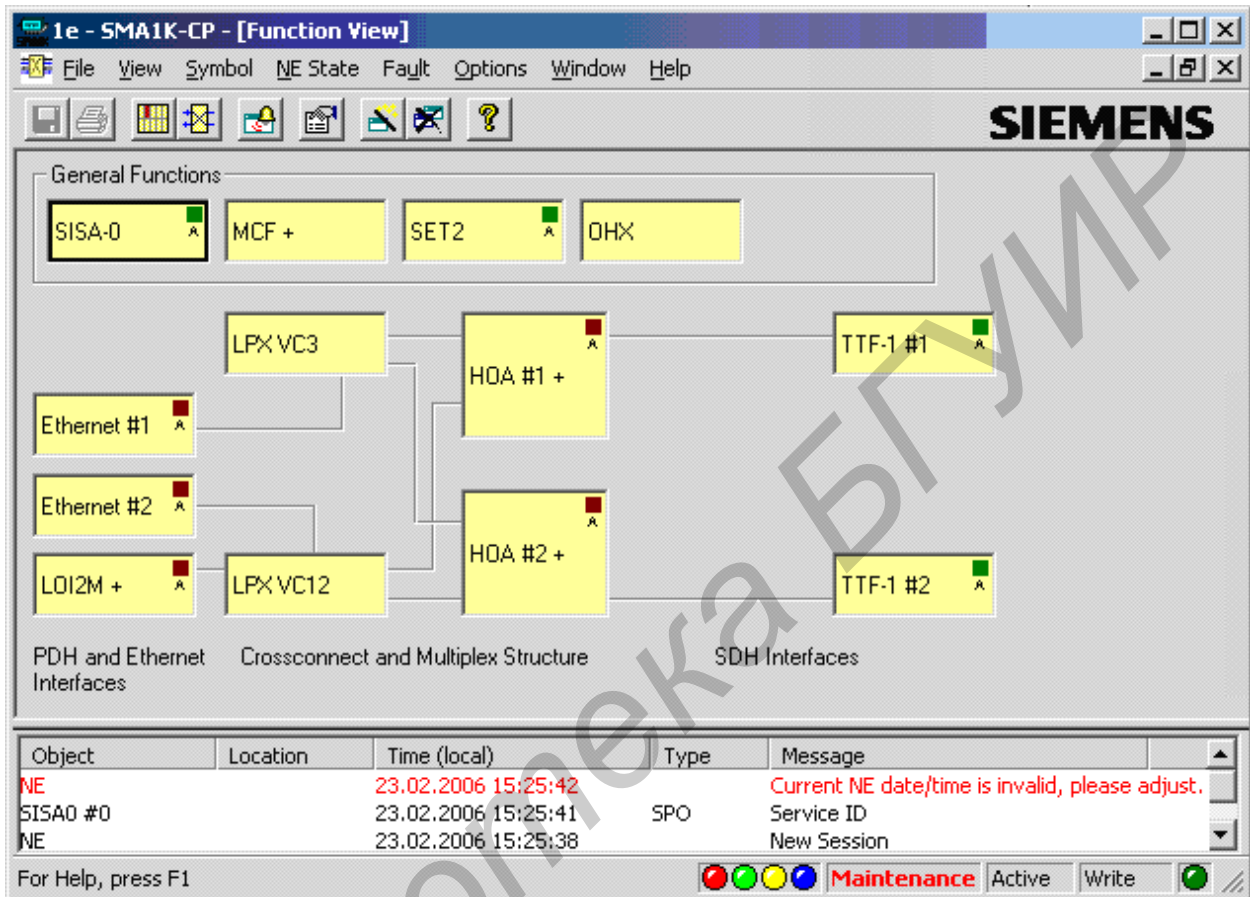


Рисунок 4.7 – Окно Function View

4.3 Конфигурация мультиплексора SMA1K-CP

Конфигурация мультиплексора SMA1K-CP производится в окне **Function View**.

При нажатии правой кнопки мыши по окошку **LOI2M** окна **Function View** появляется следующее выпадающее меню:

1) Subview – внутреннее устройство. Раскрывает внутренне устройства функциональной группы LOI2M (рисунок 4.8). Каждое окошко (#1 ... #10), отображённое в окне LOI2M, раскрывает один из 10 разъёмов типа RJ-45 (RJ45-1–RJ45-10). Данная команда выполняется при двойном нажатии правой кнопкой мыши по окошку LOI2M в окне Function View;

2) Fault – ошибки. Содержит следующие пункты подменю:

– Acknowledge – пометить как просмотренные. Помечает все сообщения об ошибках, касающиеся функциональной группы LOI2M, как просмотренные;

– Alarm Request – запрос ошибок. Запрашивает информацию об ошибках для данной функциональной группы.

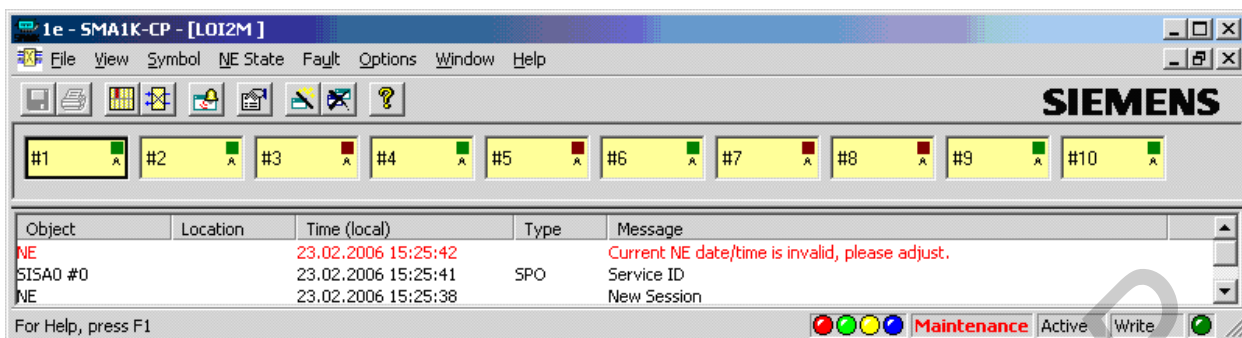


Рисунок 4.8 – Окно LOI2M

При нажатии правой кнопкой мыши по любому из окошек (#1 ... #10) появляется следующее меню:

1) Fault – ошибки. Содержит следующие подменю:

– Alarms – ошибки. Показывает список ошибок, выявленных при работе данного блока;

– Acknowledge – пометить как просмотренные. Помечает все сообщения об ошибках, касающиеся функциональной группы LOI2M, как просмотренные;

– Alarm Request – запрос ошибок. Запрашивает информацию об ошибках для данной функциональной группы;

2) Configuration – конфигурация. Конфигурирует функциональный блок. Содержит следующие подменю:

– Electrical – электрический. Задаёт режим работы порта;

– D1CTP – конфигурирует D1CTP;

– VC12TTP – конфигурирует VC12TTP;

3) Test Loops – тестовые шлейфы. Вызывает окно, в котором можно установить электрические шлейфовые соединения;

4) User Data Connector – коннектор пользовательских данных. Запрашивает и вводит/изменяет строку, содержащую до 40 характеристик «Connector Location» (положение коннектора) сетевого элемента и поставщика;

5) Performance – характеристики. Содержит следующие подменю:

– 15 min. Performance Values – 15-минутные значения характеристик. Запрашивает характеристики 15-минутного интервала наблюдения;

– 24 h Performance Values – 24-часовые значения характеристик. Запрашивает характеристики 24-часового интервала наблюдения;

– Current Performance Counter – счётчик текущих характеристик. Запрашивает текущие характеристики;

– Configuration of Performance Counter – конфигурация счётчика характеристик. Подключает/отключает точку снятия характеристик;

– Performance Thresholds – пороги характеристик. Подключает/отключает установки порогов и запрашивает мониторинг TCN;

6) Reference List – опорный список. Указывает, какой модуль принадлежит к функциональной группе. Данные запрашиваются с сетевого элемента;

7) Data – данные. Содержит подменю:

– Copy – копировать. Копирует данные об ошибках и работе.

При нажатии правой кнопкой мыши по окошку **Ethernet#1** или **Ethernet#2** в окне **Function View** появляется следующее меню:

1) Fault – ошибки. Содержит следующие подменю:

– Alarms – ошибки. Показывает список ошибок, выявленных при работе данного блока;

– Acknowledge – пометить как просмотренные. Помечает все сообщения об ошибках, касающиеся функциональной группы LOI2M, как просмотренные;

– Alarm Request – запрос ошибок. Запрашивает информацию об ошибках для данной функциональной группы;

2) Configuration – конфигурация. Содержит следующие подменю:

– LAN Port – порт LAN. Вызывает окно конфигурации порта LAN моста Ethernet;

– WAN Port – порт WAN. Вызывает окно конфигурации порта WAN моста Ethernet;

3) User Data Connector – коннектор пользовательских данных. Запрашивает и вводит/изменяет строку, содержащую до 40 характеристик «Connector Location» (положение коннектора) сетевого элемента и поставщика;

4) Performance – характеристики. Содержит следующие подменю:

– 5 min. Performance Values – 15-минутные значения характеристик. Запрашивает характеристики 15-минутного интервала наблюдения;

– 24 h Performance Values – 24-часовые значения характеристик. Запрашивает характеристики 24-часового интервала наблюдения;

– Current Performance Counter – счётчик текущих характеристик. Запрашивает текущие характеристики;

– Configuration of Performance Counter – конфигурация счётчика характеристик. Подключает/отключает точку снятия характеристик;

– Performance Thresholds – Пороги характеристик. Подключает/отключает установки порогов и запрашивает мониторинг TCN;

5) Reference List – Опорный список. Указывает, какой модуль принадлежит к функциональной группе. Данные запрашиваются с сетевого элемента.

Окно **Ethernet#1 Configuration LAN Port** (рисунок 4.9) отображает параметры порта LAN моста Ethernet. В данном окне доступны следующие поля:

1) Operation Mode – режим работы. Отражает режимы выбора скорости передачи данных порта LAN;

2) Operation State – состояние работы. Отображает состояние, в котором находится порт LAN:

– Used – порт используется;

– Not Used – порт не используется;

3) Duplex Mode – параметры дуплексного режима:

Auto-negotiation – автосогласование;

4) Duplex State – состояние дуплексного соединения:

- Full Duplex – полнодуплексное соединение;
- Half Duplex – полудуплексное соединение;
- 5) SDH Capacity – нагрузка SDH. Отображает уровень виртуального контейнера, в котором будет размещаться трафик Ethernet;
- 6) Activity – активность. Отображает состояние порта LAN моста Ethernet: активное (Yes) или деактивированное (No);
- 7) Collisions – коллизии. Отображает количество коллизий, возникших при работе порта LAN моста Ethernet;
- 8) Errors – ошибки. Отображает количество ошибок, возникших при работе порта LAN моста Ethernet;
- 9) Integrity – работоспособность. Отображает общую оценку работы порта LAN моста Ethernet.

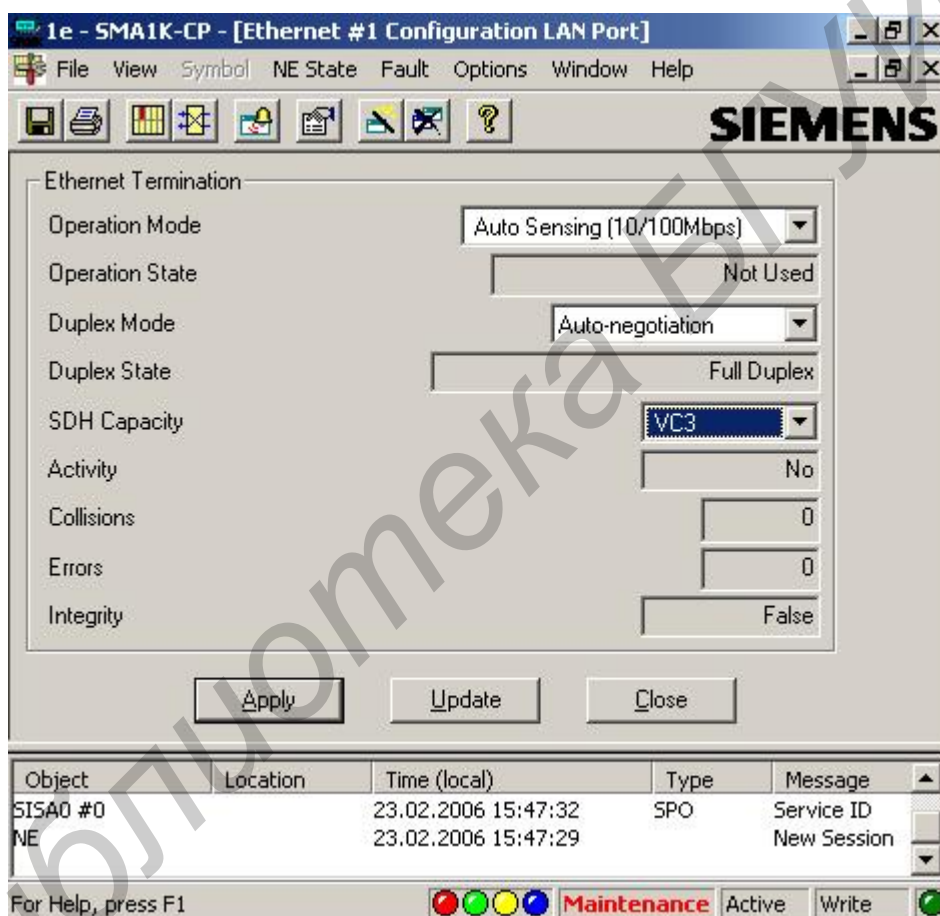


Рисунок 4.9 – Окно Ethernet#1 Configuration LAN Port

С помощью окна **LPX VC12 Configuration** осуществляется мониторинг и настройка работы коммутирующей матрицы уровня VC12.

Окно **LPX VC12 Configuration** с выбранной закладкой *Configure* показано на рисунке 4.10. При выборе данной закладки доступны поля:

1) Direction – направление. Графически отражает параметры соединения; на рисунке 4.10 – Bidirectional, Unprotected – двунаправленное, без защиты;

2) Action – действие. Содержит список возможных команд для управления коммутирующей матрицей. Доступны следующие действия:

- Add Protection – добавить защиту;

- Remove Protection – убрать защиту;
 - Delete – удалить выделенное кроссовое соединение;
- 3) Termination Points – точки окончания. В данном поле можно выбрать точку окончания при выполнении команды Add Protection из меню поля Action;
- 4) Direction – направление. Поле, в котором доступен выбор ближнего (Head End) или дальнего конца (Tail End);
- 5) Cross Connections – кроссовые соединения. Отображает все текущие соединения. В данном окне можно включить фильтрацию путём выбора из списка фильтров *Filter*:
- All Cross Connections – все кроссовые соединения. При выборе данного фильтра отображаются все существующие кроссовые соединения;
 - Bidirectional only – только двунаправленные;
 - Unidirectional only – только однонаправленные;
 - Loopback only – только соединения проверки по шлейфу;
 - Protected only – только соединения с защитой;
 - Unprotected only – только соединения без защиты;
 - CC ID – соединения, которые не отвечают всем вышеперечисленным свойствам.

Окно **LPX VC12 Configuration** с выбранной закладкой *Connect* показано на рисунке 4.11. С помощью данного окна можно осуществить следующие соединения конечных точек: TP A и TP B и () TP A и TP B' при построении защищённого кросс-соединения. Установить точки можно в соответствующих меню поля *Termination Points* (например: TP A – LOI2M #001 Slot 6, TP B – HOA#001 Slot 21).

В поле *Direction* можно установить параметры направления и защиты соединений.

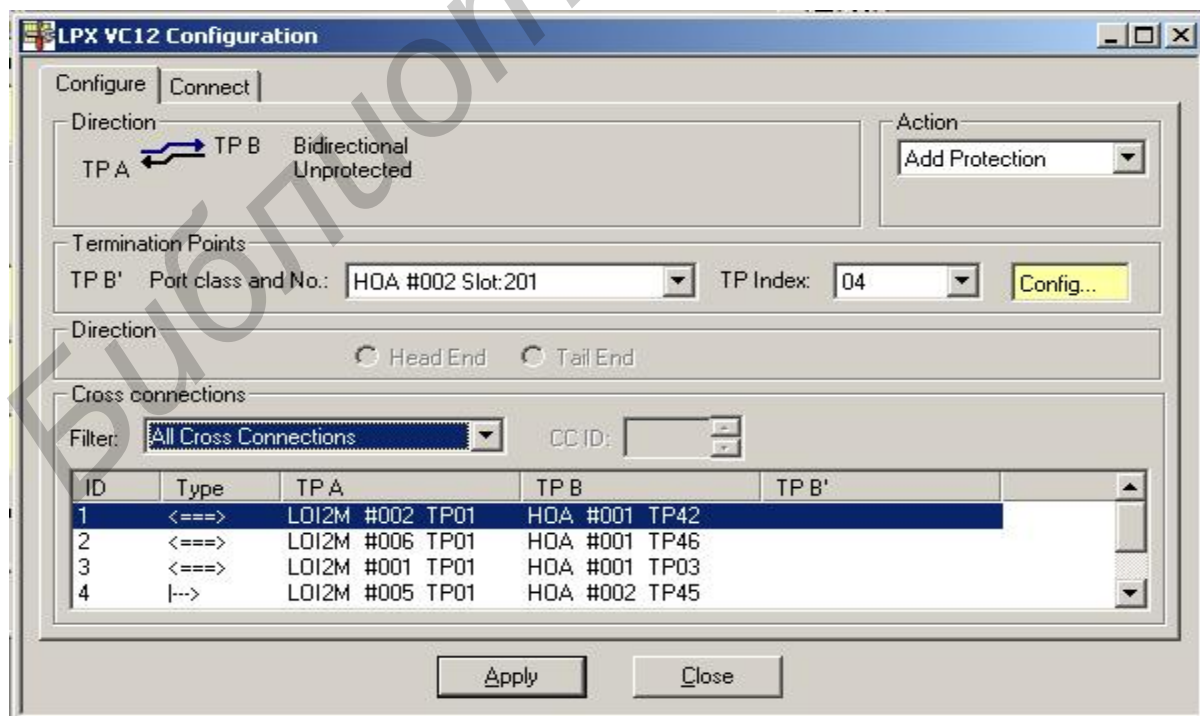


Рисунок 4.10 – Окно LPX VC12 Configuration с выбранной закладкой Configure

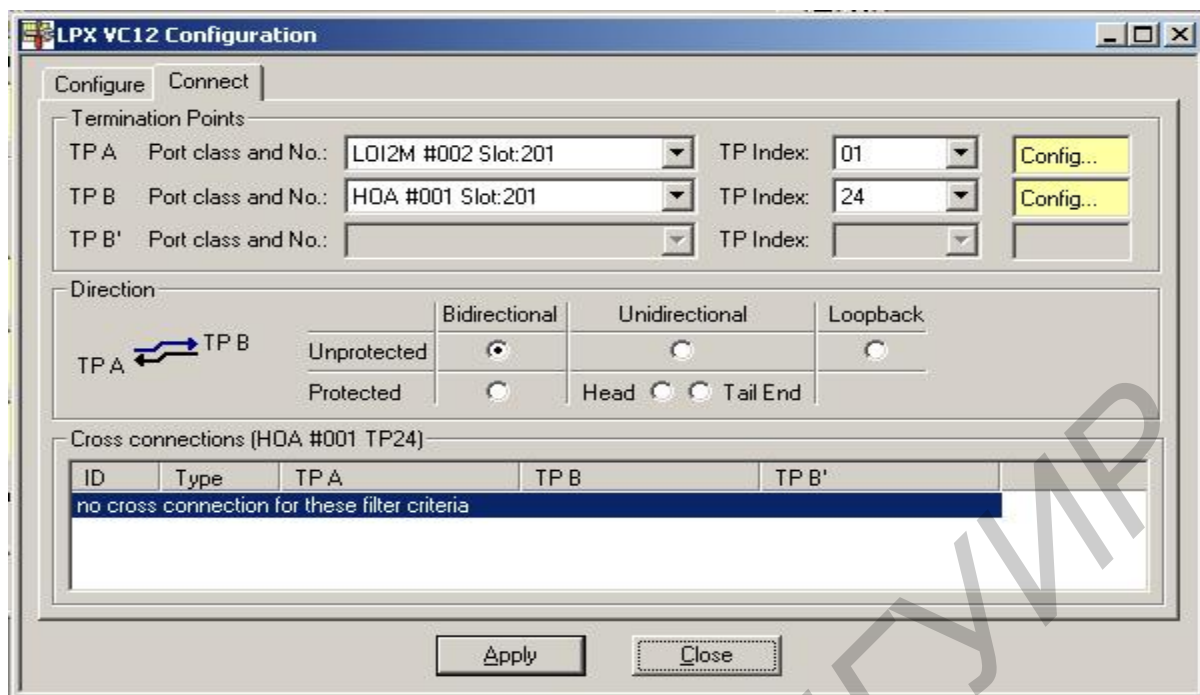


Рисунок 4.11 – Окно LPX VC12 Configuration с выбранной закладкой Connect

С помощью окна **LPX VC3 Configuration** осуществляется мониторинг и настройка работы коммутирующей матрицы уровня VC3 аналогично LPX VC12.

При нажатии правой кнопкой мыши по окошку **НОА#1** или **НОА#2** в окне **Function View** появляется следующее меню:

1) Subview – внутреннее устройство. Раскрывает внутренне устройства функциональной группы НОА (рисунок 4.12);

2) Fault – ошибки. Содержит следующие подменю:

– Acknowledge – пометить как просмотренные. Помечает все сообщения об ошибках, касающиеся функциональной группы LOI2M, как просмотренные;

– Alarm Request – запрос ошибок. Запрашивает информацию об ошибках для данной функциональной группы;

3) Reference List – опорный список. Указывает, какой модуль принадлежит к функциональной группе. Данные запрашиваются с сетевого элемента.

При нажатии правой кнопкой мыши по окошку VC4 или любому из окошек, раскрывающих TUG3(1), TUG3(2) или TUG3(3), появляется следующее меню:

1) Fault – ошибки. Содержит следующие подменю:

– Alarms – ошибки. Показывает список ошибок, выявленных при работе данного блока;

– Acknowledge – пометить как просмотренные. Помечает все сообщения об ошибках, касающиеся функциональной группы LOI2M, как просмотренные;

– Alarm Request – запрос ошибок. Запрашивает информацию об ошибках для данной функциональной группы;

2) Configuration – конфигурация. Конфигурирует VC;

- 3) Performance – характеристики. Содержит следующие подменю:
- 15 min. Performance Values – 15-минутные значения характеристик. Запрашивает характеристики 15-минутного интервала наблюдения;
 - 24 h Performance Values – 24-часовые значения характеристик. Запрашивает характеристики 24-часового интервала наблюдения;
 - Current Performance Counter – счётчик текущих характеристик. Запрашивает текущие характеристики;
 - Configuration of Performance Counter – конфигурация счётчика характеристик. Подключает/отключает точку снятия характеристик;
 - Performance Thresholds – пороги характеристик. Подключает/отключает установки порогов и запрашивает мониторинг TCN;
- 4) Reference List – опорный список. Указывает, какой модуль принадлежит к функциональной группе. Данные запрашиваются с сетевого элемента;
- 5) Data – данные. Содержит подменю:
- Copy – копировать. Копирует данные об ошибках и работе (только для TUG3).

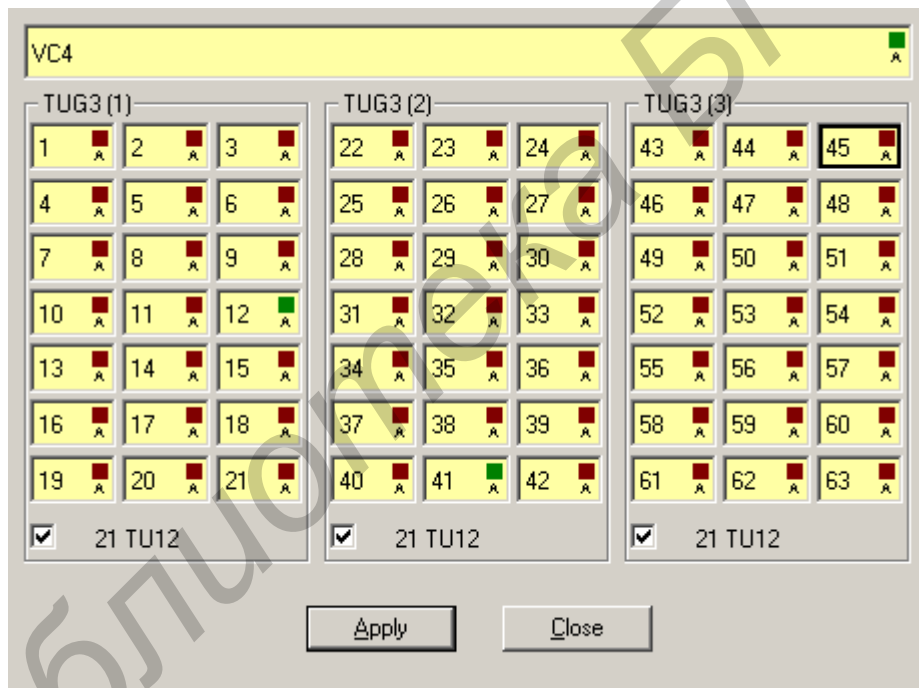


Рисунок 4.12 – Окно НОА#1

При нажатии правой кнопкой мыши по окошку **TTF-1 #1** или **TTF-2 #2** в окне **Function View** появляется следующее меню:

- 1) Fault – ошибки. Содержит следующие подменю:
- Alarms – ошибки. Показывает список ошибок, выявленных при работе данного блока;
 - Acknowledge – пометить как просмотренные. Помечает все сообщения об ошибках, касающиеся функциональной группы LOI2M, как просмотренные;
 - Alarm Request – запрос ошибок. Запрашивает информацию об ошибках для данной функциональной группы;

2) Configuration – конфигурация. Содержит следующие подменю:

– Optical – оптическая. Запрашивает и устанавливает оптические параметры SPI (настройки лазера, режим работы порта, тип оптического волокна);

– Termination – окончание. Запрашивает и устанавливает величины мультиплексорного окончания;

3) User Data Connector – коннектор пользовательских данных. Запрашивает и вводит/изменяет строку, содержащую до 40 характеристик «Connector Location» (Положение коннектора) сетевого элемента и поставщика;

4) Performance – характеристики. Содержит следующие подменю:

– 15 min. Performance Values – 15-минутные значения характеристик. Запрашивает характеристики 15-минутного интервала наблюдения;

– 24 h Performance Values – 24-часовые значения характеристик. Запрашивает характеристики 24-часового интервала наблюдения;

– Current Performance Counter – счётчик текущих характеристик. Запрашивает текущие характеристики;

– Configuration of Performance Counter – конфигурация счётчика характеристик. Подключает/отключает точку снятия характеристик;

– Performance Thresholds – пороги характеристик. Подключает/отключает установки порогов и запрашивает мониторинг TCN;

5) Reference List – опорный список. Указывает, какой модуль принадлежит к функциональной группе. Данные запрашиваются с сетевого элемента.

При выборе пункта меню *Performance* появляется окно **TTF-1#1 Performance Thresholds**. Данное окно с выбранной закладкой *Thresholds* (рисунок 4.13) отображает настройки пороговых значений величин, характеризующих степень корректности работы мультиплексора при наблюдении за оптическими интерфейсами TTF-1#1 и TTF-2#2.

В окне можно установить положение точки наблюдения – меню *Monitoring Point*. Точка наблюдения может быть установлена на ближнем конце регенерационной секции (*Regeneration Section (RS) near end*) либо на ближнем конце мультиплексорной секции (*Multiplex Section (MS) near end*).

С помощью данного окна можно задать минимальные и максимальные значения следующих параметров работы мультиплексора:

– BBE – Background Block Error – количество фоновых блоковых ошибок;

– ES – Errored Seconds – количество секунд с ошибками;

– SES – Severally Errored Seconds – количество односекундных интервалов, в которых величина частоты появления ошибок превышает 10^{-3} .

При выборе пунктов меню *Configuration* → *Optical* появляется окно **TTF-1#1 Configuration Optical** (рисунок 4.14), отражающее параметры оптического интерфейса. В данном окне доступны следующие поля:

– Laser Restart Mode – режим повторного запуска лазера. Режим может быть активирован (*Enabled*) или деактивирован (*Disabled*);

– Forced Laser Shutdown – функция принудительного выключения лазера. Функция может быть активирована (*Enabled*) или деактивирована (*Disabled*);

– Automatic Laser Shutdown – функция автоматического выключения лазера. Функция может быть активирована или деактивирована;

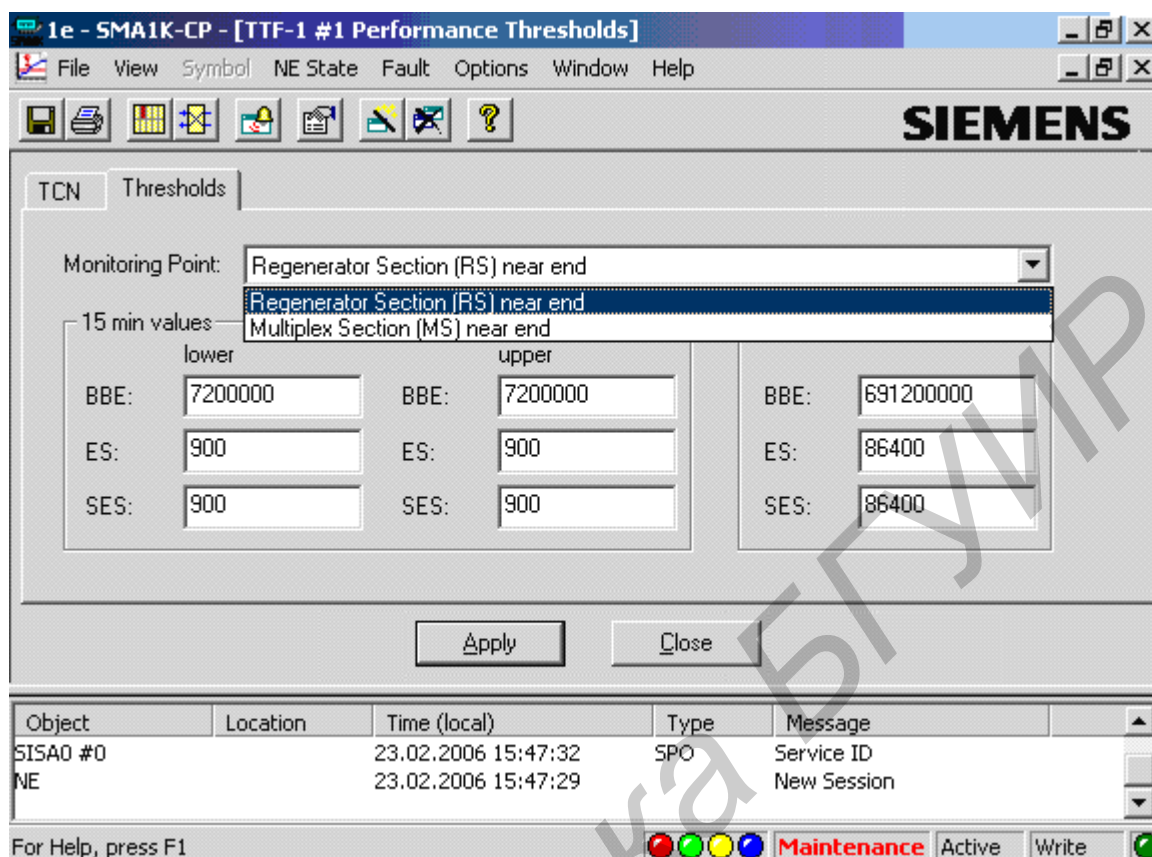


Рисунок 4.13 – Окно TTF-1#1 Performance с выбранной закладкой Thresholds

– Manual Laser Restart: Duration – неавтоматический повторный запуск лазера. Данное поле позволяет устанавливать защитный минимальный временной интервал между двумя повторными запусками лазера, осуществлёнными вручную; может быть равен 2 с (2 sec), 90 с (90 sec) или отсутствовать (None);

– Enable Port Mode (Port is Monitored) – разрешение режима порта (осуществляется мониторинг порта). Функция может быть активирована или деактивирована;

– Fibre Mode – тип волокна. Доступны 3 типа: Dual Fibre, Single Fibre Id0, Dual Fibre Id1;

– Single Fibre Identifier Switch – переключатель идентификатора Single Fibre; Функциональная группа SET2 является группой, отвечающей за синхронизацию сетевого элемента. Источники синхронизации и временного учёта выбираются через SET2. При нажатии правой кнопкой мыши по окошку SET2 в окне **Function View** появляется следующее меню:

1) Fault – ошибки. Содержит следующие подменю:

– Alarms – ошибки. Показывает список ошибок, выявленных при работе данного блока;

– Acknowledge – пометить как просмотренные. Помечает все сообщения об ошибках, касающиеся функциональной группы LOI2M, как просмотренные;

– Alarm Request – запрос ошибок. Запрашивает информацию об ошибках для данной функциональной группы;

2) Configuration – конфигурация. Конфигурирует функциональный блок;

3) Reference List – опорный список. Указывает, какой модуль принадлежит к функциональной группе. Данные запрашиваются с сетевого элемента.

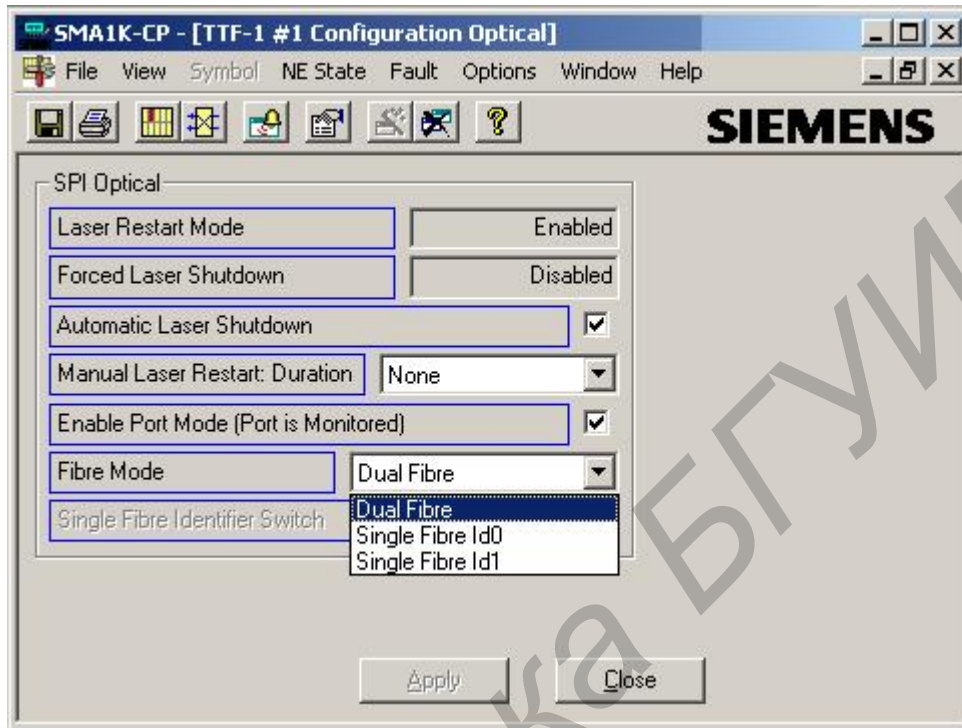


Рисунок 4.14 – Окно TTF-1 #1 Configuration Optical

При выборе пунктов меню *Configuration* появляется окно SET2 Configuration (рисунок 4.15).

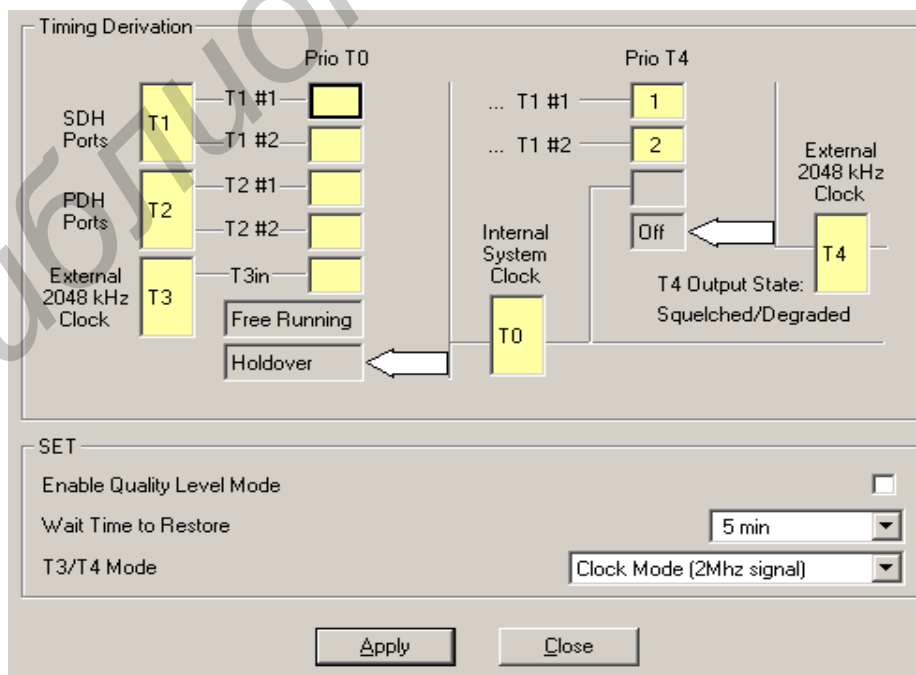


Рисунок 4.15 – Окно SET2 Configuration

Окно **SET2 Configuration T0** (рисунок 4.16) отображает параметры источников синхронизации класса T0.

Данное окно имеет поля:

1) Selected Timing Source – выбранный источник синхронизации. Отображает класс источника синхронизации, являющегося рабочим на данный момент;

2) Requested Timing Source – заявленный источник синхронизации. Данное поле позволяет установить параметры выбора запасного источника синхронизации:

– Auto Mode (Select from T1..T3) – автоматический выбор источника из T1...T3;

– Switch to Forced Freerunning – переключение на внутренний источник синхронизации;

– Switch to Holdover – переход в режим удержания синхронизации.

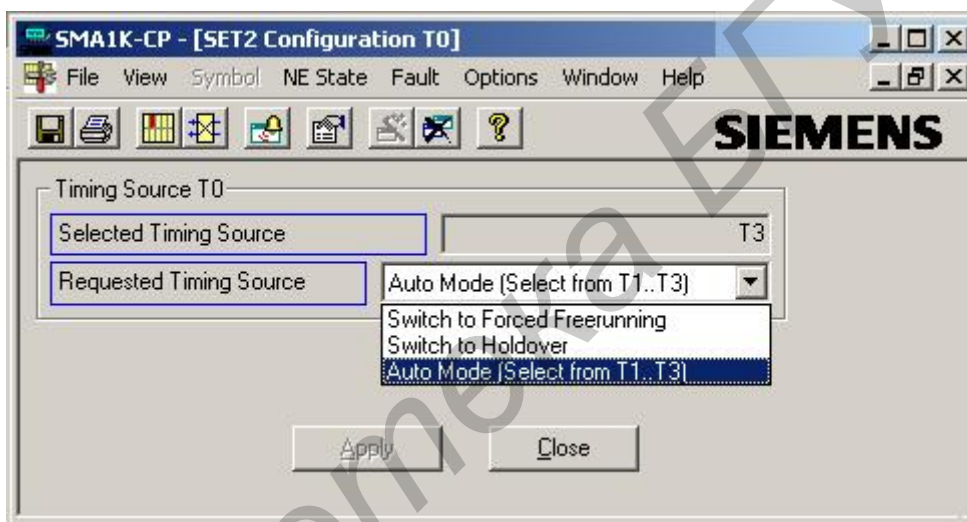


Рисунок 4.16 – Окно SET2 Configuration T0

Окно **SET2 Configuration T1** (рисунок 4.17) отображает параметры источников синхронизации класса T1: Timing Source T1 #1 и Timing Source T1 #2.

В данном окне доступны следующие поля:

1) Class of SDH Port – класс порта SDH;

2) SDH Port – порт SDH;

3) SSM from STM-1 Signal – обработка маркера синхронизации, выделенного из сигнала STM-1. Данная функция может быть включена или отключена;

4) Quality of Clock Source – качество источника синхронизации. Данный параметр можно установить в одно из трёх состояний:

– 1 – высокое качество;

– 2 – низкое качество;

– Don't Use for Sync – качество, при котором данный источник синхронизации нельзя использовать для синхронизации.

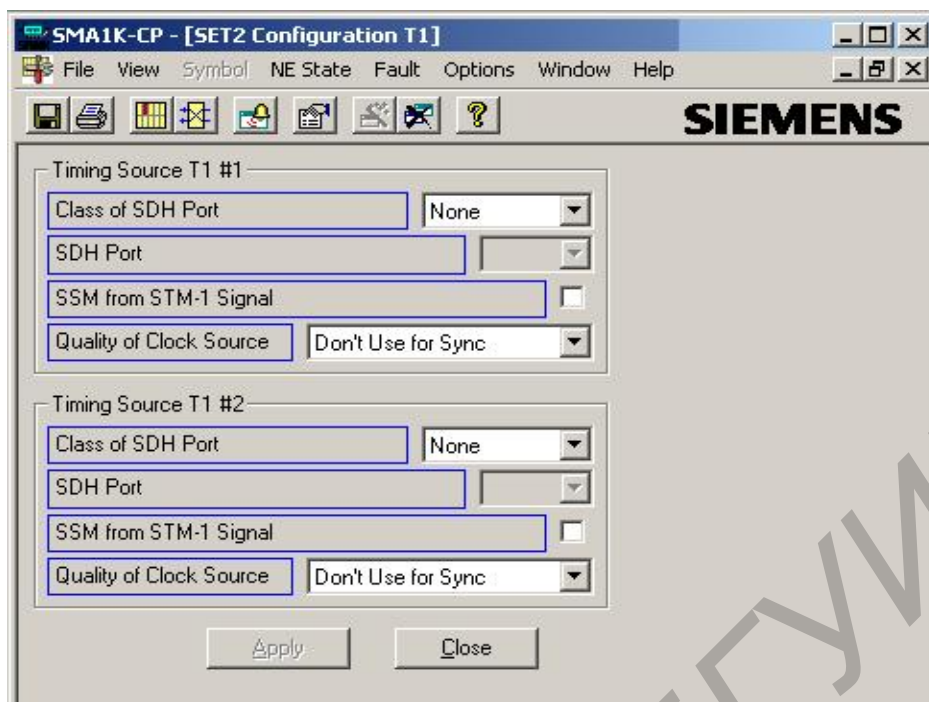


Рисунок 4.17 – Окно SET2 Configuration T1

4.4 Информация об ошибках

При проведении лабораторных работ возможно возникновение различного рода аварийных ситуаций, извещение о которых производится на экране монитора с помощью следующих сообщений.

АСМ-Т0 – Acquisition mode, T0 PLL of the module can not be synchronized – приобретённый режим, T0 PLL модуля не может быть синхронизирован;

AIS – Alarm indication signal – сигнал индикации неисправности;

Alarm #1 to #8 – Alarm reported by external polarity change at contact #1 to #8 of the telemetry interface (TIF), e.g. door open or fire alarm – авария, вызванная внешним изменением полярности на контактах #1 ... #8 интерфейса телеметрии (TIF), например открытая дверь или срабатывание пожарной сигнализации;

AU-AIS – Alarm indication signal at AU4CTP – сигнал индикации ошибки AU4CTP;

AU-LOP – Loss of pointer at AU4CTP, 8 consecutive non-consistent pointers have been received – сигнал потери указателя AU4CTP, инициализируется при ошибочном приёме восьми последовательных указателей;

CONF – Configuration error; required and actual equipping of network element are not consistent – ошибка конфигурации – текущая конфигурация оборудования не отвечает параметрам требуемой конфигурации;

HO-RDI – High order path far end receive failure (remote defect indication) – дальний конец тракта высокого порядка получает сигнал ошибки (индикация удаленного дефекта);

IncAIS – Incoming alarm indication signal – поступающий сигнал индикации ошибки;

INT-B – Internal fault, not urgent – внутренняя несрочная ошибка;

LOF – Loss of frame – потеря цикловой синхронизации;

LO-RDI – Low order path far end receive failure (remote defect indication) – дальний конец тракта низкого порядка получает сигнал ошибки (индикация удаленного дефекта);

LOM – Loss of multiframe – потеря сверхцикловой синхронизации;

LOS – Loss of signal – потеря сигнала;

LT4 – Loss of T4 (T4 squelched) – отсутствие сигнала от T4;

LTC – Loss of tandem connection – отсутствие тандемного соединения;

LTI T0 – Loss of all timing references for T0 – отсутствие всех источников синхронизации для T0;

LTI T4 – Loss of all timing references for T4 – отсутствие всех источников синхронизации для T4;

LTS – Loss of timing source T1#1, T1#2, T2#1, T2#2 or T3 – отсутствие сигнала для синхронизации T1#1, T1#2, T2#1, T2#2 или T3;

Major – Major card failure – выход из строя главной платы;

MS-AIS – Alarm indication signal at multiplex section – сигнал индикации неисправности в мультиплексорной секции;

MS-RDI – Multiplex section far end receive failure (remote defect indication) – дальний конец тракта низкого порядка получает сигнал ошибки (индикация удаленного дефекта);

NCM – No CRC multiframe – потеря сверхцикловой синхронизации CRC;

ODI – Outgoing defect indication – индикация исходящей неисправности;

PS – Failure of the power supply – неисправность источника питания;

RDI – Remote defect indication – индикация удаленной неисправности;

SD – Signal degraded, bit error rate exceeds the specified threshold – деградация сигнала, параметр BER превышает допустимую норму;

PLM – Payload mismatch – несовпадение полезной нагрузки;

SSF – Server signal fail, signal is unavailable – потеря нескольких сигналов, сигнал недоступен;

TIM – Path (trail) trace mismatch, received TTI string does not match expected TTI string – несоответствие путевого идентификатора, полученная строка TTI не соответствует ожидаемой;

Timing – Timing supply failure – синхронизация – неисправность источника синхронизации;

TU-AIS – Alarm indication signal at TUxxCTP – сигнал индикации неисправности в TUxxCTP;

TU-LOP – Loss of pointer at TUxxCTP, 8 consecutive non-consistent pointers have been received – потеря указателя в TUxxCTP, инициализируется при последовательном приёме восьми последовательных указателей;

TxDeg – Laser transmitter disturbed – лазерный излучатель неисправен;

TxFail – Laser transmitter power is out of the normal operation range – величина мощности лазерного излучателя не является нормальной;

Unequip – Unequipped – ненагружен.

4.5 Генератор-анализатор потока Е1 ИКО 2-5

Генератор-анализатор потока Е1 ИКО 2-5 предназначен для генерации детерминированного цифрового сигнала со скоростью 2048 Кбит/с и измерения его параметров качества. Внешний вид лицевой панели прибора представлен на рисунке 4.18.

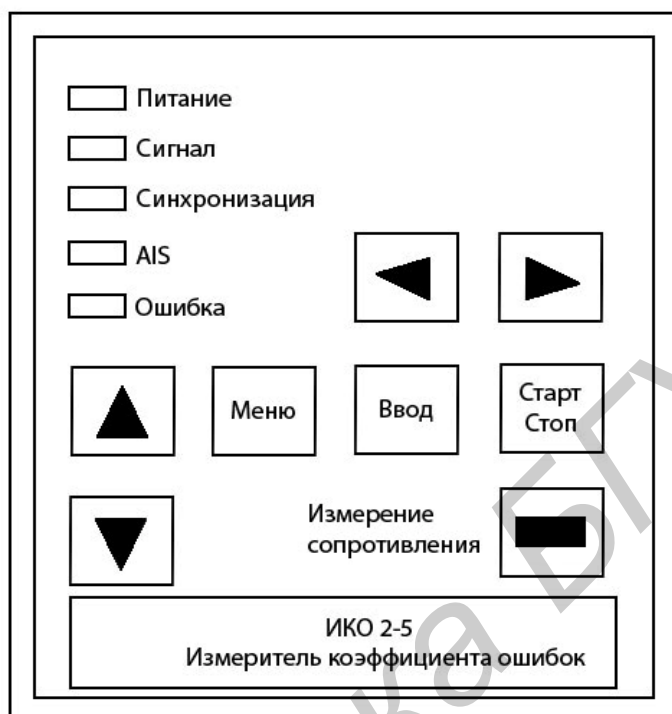


Рисунок 4.18 – Лицевая панель прибора ИКО 2-5

В режиме импульсных измерений прибор позволяет измерять коэффициент битовых и кодовых ошибок. Для измерений используется интерфейсный кабель. Крокодилы с красной маркировкой являются выходами прибора, а крокодилы с зеленой маркировкой – входами.

Для того чтобы перейти в режим импульсных измерений, необходимо перейти из «MAIN MENU» в режим «Unframed» с помощью клавиш «↑» или «↓» и клавиши «Enter». Возврат в главное меню осуществляется клавишей «Menu».

Тестовая последовательность задается в режиме «PRBS Setup». Для входа в режим PRBS Setup необходимо подвести курсор к требуемой позиции и нажать «Enter». Выбор осуществляется клавишами «←» и «→», выход – клавишей «Menu». При задании фиксированной последовательности длиной 8 бит установка битов в «1» или «0» осуществляется клавишами «↑» и «↓» соответственно.

Ввод фиксированной ошибки задается в режиме «Error inject». Выбор осуществляется аналогично режиму «PRBS Setup».

Аналогичным образом выбирается тип кода HDB3 или AMI.

Запуск измерений осуществляется по нажатию клавиши «Start». Повторное нажатие клавиши «Start» останавливает измерения. Выход из режима осуществляется по нажатию клавиши «Menu».

Светодиоды на передней панели индицируют следующие ситуации:

–Power (питание) – индикация работы прибора. Если при включении прибора светодиод Power не загорелся, следует выключить и включить прибор снова;

–AIS – индицирует прием сигнала всех единиц;

–Error (ошибка) – световая индикация ошибок;

–Lost sync (синхронизация) – индицирует потерю синхронизации. При загорании данного светодиода количество ошибок, регистрируемое прибором, ошибочно, так как прибор не может восстановить синхронизацию. Такая ситуация возникает, когда коэффициент ошибок превышает $3 \cdot 10^{-2}$.

–Signal (сигнал) – показывает наличие входного сигнала.

При включении прибора по умолчанию установлен английский язык, генерируется псевдослучайная последовательность (ПСП) вида $+2^{15}-1$, ввод ошибок выключен, код передачи – HDB3.

5 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

5.1 Лабораторная работа №1

Организация первичного цифрового тракта

Цели лабораторной работы

1. Изучение структурной схемы и основных принципов функционирования оборудования синхронного мультиплексирования.
2. Изучение основных методов управления оборудованием синхронного мультиплексирования.
3. Организация первичного цифрового тракта и измерение его основных параметров.

Ход выполнения лабораторной работы

1. Изучить теоретическую часть лабораторной работы.
2. Получить у преподавателя вариант задания на выполнение лабораторной работы. Пример задания приведён в таблице 5.1

Таблица 5.1 – Варианты заданий на выполнение лабораторной работы

ADM1		ADM2		Вид тестовой последовательности
№ порта LOI2M	№ TUG в данном НОА	№ порта LOI2M		
2	1/42	6		все «0»
6	61/12	4		все «1»
10	22/55	9		«11110000»

3. Подключить СОМ-порт ПК к соответствующему разъему ADM1. Включить оборудование лабораторного стенда. Включить ПК.

4. Подключить выход генератора-анализатора ИКО-2-5 к осциллографу С1-65. Установить на генераторе-анализаторе ИКО-2-5 вид тестовой последовательности. Зарисовать осциллограмму сигнала с соблюдением масштаба по осям времени и амплитуды. Измерить длительность тактового интервала, длительность и амплитуду импульса.

Проверить соответствие параметров сигнала рекомендации МСЭ-Т G.703.

5. Подключить выход генератора-анализатора ИКО-2-5 к порту RJ45 мультиплексора ADM1, номер которого указан в задании.

6. Провести конфигурацию коммутационной матрицы LPX VC12 мультиплексора ADM1 с учётом номера порта RJ45 мультиплексора ADM1 и позиции сигнала в TUG3, указанных в задании.

Для этого необходимо вызвать окно LPX VC12 Configuration с закладкой Configure и убедиться в отсутствии действующих соединений. Если же соединения существуют, то перед началом работы их следует удалить. Для этого нужно в поле Cross connections выделить удаляемое соединение, затем в меню поля Action выбрать пункт Delete и нажать в окне LPX VC12 Configuration кнопку ОК.

Для осуществления коммутации следует выбрать закладку Connect. В поле Termination Points выбрать точки А и В, соответствующие заданию, в поле Direction – параметры соединения, соответствующего заданию. После осуществления всех операций нажать Apply.

7. Выключить ПК и подключить его к соответствующему разъему ADM2.

8. Включить ПК, запустить программу NE-UniGATE 6.0.

9. Провести конфигурацию коммутационной матрицы LPX VC12 мультиплексора ADM2 с учётом позиции сигнала в TUG3 и номера порта мультиплексора ADM2, указанных в задании.

10. Подключить осциллограф С1-65 к соответствующему порту RJ45 ADM2. Зарисовать осциллограмму сигнала на выходе тракта с соблюдением масштаба по осям времени и амплитуды. Измерить длительность тактового интервала, длительность и амплитуду импульса. Сделать вывод о работоспособности организованного первичного цифрового тракта.

Содержание отчета

1. Функциональная схема терминального мультиплексора SDH.
2. Структурная схема лабораторной установки.
3. Структурная схема организации тракта с учетом варианта задания.
4. Результаты измерений параметров стыковых сигналов на входе и выходе тракта.
5. Выводы по лабораторной работе.

5.2 Лабораторная работа №2

Установка электрического и физического шлейфов в тракте E1

Цели лабораторной работы

1. Изучение структурной схемы и основных принципов функционирования оборудования синхронного мультиплексирования.
2. Изучение основных методов управления оборудованием синхронного мультиплексирования.
3. Изучение методов организации физических и электрических шлейфов цифровых трактов.

Ход выполнения лабораторной работы

1. Получить у преподавателя вариант задания на выполнение лабораторной работы: номер разъёма ADM и вид тестовой последовательности.
2. Подключить выход генератора-анализатора ИКО-2-5 к осциллографу С1-65. Установить на генераторе-анализаторе ИКО-2-5 вид тестовой последовательности. Зарисовать осциллограмму с соблюдением масштаба по оси времени. Проверить соответствие параметров сигнала Рекомендации МСЭ-Т G.703.
3. Установить электрический шлейф для соответствующего варианту задания порта LOI2. Для этого открыть окно Module View, убедиться в отсутствии активных шлейфовых соединений или, при их наличии, переконфигурировать точку установления электрического шлейфа. Для этого в окне Module View кликнуть по окошку №2 поля Slots (рисунок 5.1, окошко обведено жирной линией) правой кнопкой мыши и в появившемся меню выбрать Configuration → Diagnosis Info.

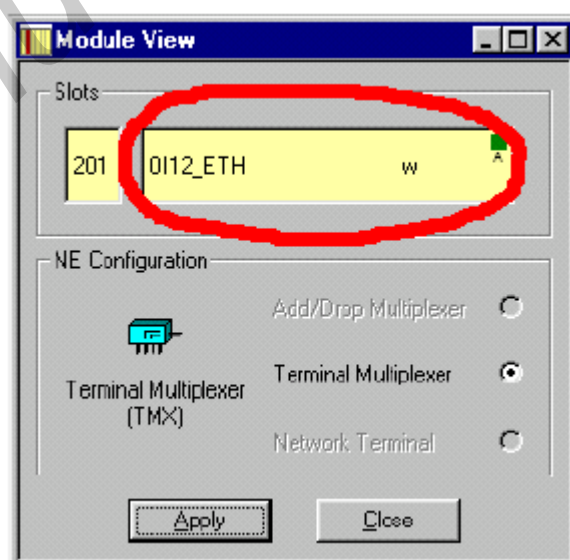


Рисунок 5.1 – Окно Module View

4. В появившемся окне Slot #201 Diagnosis Info в поле Monitor 2Mbit установить в меню Monitored Channel номер порта, соответствующего заданию на выполнение лабораторной работы. Нажать кнопку Apply (рисунок 5.2)

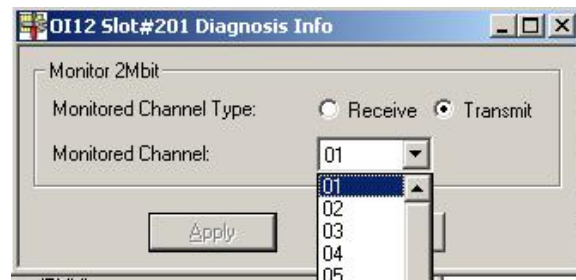


Рисунок 5.2 – Окно Slot #201 Diagnosis Info

5. Открыть окно LOI2M. В нём правой кнопкой мыши кликнуть по иконке порта, соответствующего номеру, указанному в задании на выполнение лабораторной работы. В появившемся меню выбрать пункт Configuration → Test Loops.

В появившемся окне LOI2M #X Configuration Test Loops (X – номер заданного порта) установить галочку напротив пункта Enable External Loop (установить внутренний шлейф).

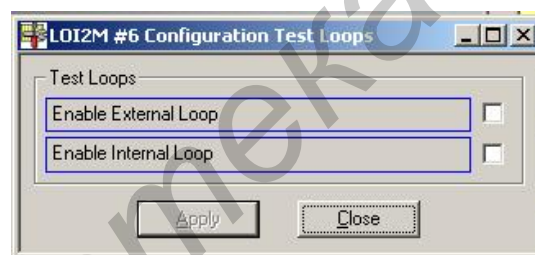


Рисунок 5.3 – Окно LOI2M #X Configuration Test Loops

6. Подключить осциллограф к выходу порта 2 Мбит/с ADM, номер которого указан в задании. Убедиться в том, что шлейф организован и сигнал на выходе присутствует.

7. Отключить электрический шлейф для соответствующего варианту задания порта LOI2 ADM1. Сконфигурировать мультиплексор ADM2 в соответствии с заданием.

8. Аналогичным образом установить электрический шлейф для тракта VC-12 в соответствующем заданию LOI2 ADM2.

9. Подключить осциллограф к выходу порта 2 Мбит/с ADM1, номер которого указан в задании. Убедиться в том, что шлейф организован и сигнал по нему проходит.

10. Установить физический шлейф на уровне оптического сигнала, для чего соединить отрезками ОВ оптический выход ADM1 с оптическим входом ADM2. В коммутационной матрице установить двунаправленное соединение в соответствии с заданием.

11. Подключить осциллограф к 2 Мбит/с разъёму ADM1, номер которого указан в задании. Убедиться в том, что канал организован и сигнал по нему проходит. Зарисовать осциллограммы сигналов на входе и выходе канала.

Содержание отчета

1. Функциональная схема мультиплексора ввода/вывода SDH.
2. Структурная схема лабораторной установки.
3. Структурные схемы организации трактов с помощью шлейфов с учетом варианта задания.
4. Результаты измерений параметров стыковых сигналов на входе и выходе тракта.
5. Выводы по лабораторной работе.

5.3 Лабораторная работа №3

Мониторинг параметров качества трактов E1 и STM-1

Цели лабораторной работы

1. Изучение основных способов мониторинга параметров качества цифровых трактов передачи.
2. Изучение методов расчета параметров качества цифровых трактов.
3. Изучение методов мониторинга параметров качества, реализованных в оборудовании синхронного мультиплексирования.

Ход выполнения лабораторной работы

1. Включить лабораторный стенд.
2. Произвести конфигурацию мультиплексоров в соответствии с вариантом задания.
3. С помощью команд Performance → 15 min. Performance Values и Performance → Current Performance Counter в окнах LOI2M#X, HOA#Y и TTF-1#Z (X, Y, Z – номера задействованных функциональных блоков LOI2M, HOA и TTF-1 соответственно) вызвать окна мониторинга работы мультиплексора с использованием 15-минутных (рисунок 5.4) или текущих параметров (рисунок 5.5).
4. В окне обзора текущих параметров работы мультиплексора наблюдать изменение параметров качества (обновление окна производить путём нажатия кнопки Update, находящейся внизу окна, либо горячей клавиши F5). Объяснить динамику изменения различных параметров.

RNo	Time	TMP	ES	SES	UT	BBE
0	01:15	900	0	0	0	0
1	01:00	900	0	0	0	0
2	00:45	900	0	0	0	0
3	00:30	900	0	0	0	0
4	00:15	884	4	4	0	0
5	02:45	900	0	0	0	0
6	02:30	900	0	0	0	0
7	02:15	900	0	0	0	0
8	02:00	900	4	4	0	0
9	01:45	900	52	52	15	0
10	01:30	900	0	0	0	0
11	01:15	900	0	0	0	0
12	01:00	900	0	0	0	0

Рисунок 5.4 – Окно обзора 15-минутных параметров работы мультиплексора на примере функционального блока ТТФ-1 #1

Monitoring Point: LVCP near end

15 min values

TMP: 382 UT: 0
 ES: 4 BBE: 0
 SES: 4

24 hour values

TMP: 94402 UT: 79104
 ES: 68 BBE: 0
 SES: 68

Рисунок 5.5 – Окно обзора текущих параметров работы мультиплексора на примере порта LOI2M #2

5. Дождаться появления новых данных в окне обзора 15-минутных параметров работы мультиплексора. Зафиксировать их, дать им объяснение.
6. С помощью аттенюатора уменьшать уровень оптического сигнала до появления битовых ошибок. Снять 15-минутные и текущие параметры мониторинга. Объяснить их.
7. Рассчитать допустимые параметры качества для групповых трактов E1 и STM-1 в случае, если данное оборудование используется на внутризонавой

сети (протяженность участка 100 км), на местной сети (протяженность участка 10 км).

Содержание отчета

1. Структурная схема лабораторной установки.
2. Структурные схемы организации электрического и оптического трактов.
3. Результаты измерений параметров качества для группового тракта.
4. Результаты расчета норм на показатели качества в соответствии с п. 7 задания.
5. Пересчет параметров качества в коэффициент битовых ошибок.
6. Выводы по лабораторной работе.

Контрольные вопросы по лабораторным работам

1. Перечислите основные функциональные элементы оборудования SDH, их функции.
2. Приведите функциональную схему синхронного мультиплексора ввода/вывода, поясните назначение основных блоков.
3. Приведите функциональную схему терминального синхронного мультиплексора, поясните назначение основных блоков.
4. Приведите основные параметры качества цифровых каналов и групповых трактов, методы их нормирования.
5. Какие встроенные механизмы мониторинга параметров качества используются в оборудовании SDH?
6. Укажите основные источники синхронизации синхронного мультиплексора. Чем определяются их приоритеты?
7. Сколько и каких сигналов можно подать на вход мультиплексора SMA1K-CP?
8. Перечислите цифровые групповые тракты, организуемые на базе оборудования SDH.
9. В тракте E1 зарегистрировано 8 секунд с ошибками на интервале наблюдения 15 минут. Какому коэффициенту битовых ошибок это соответствует?
10. В тракте E3 зарегистрировано 5 секунд, пораженных ошибками, на интервале наблюдения 15 минут. Какому коэффициенту битовых ошибок это соответствует?

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Телекоммуникационные системы и сети : учеб. пособие / под ред. В. П. Шувалова. – Новосибирск : Наука, 1998. – 300 с.
2. Синхронная цифровая иерархия : учеб. пособие / под ред. Б. И. Крука. – Новосибирск : СибГАТИ, 1998. – 421 с.
3. Слепов, Н. Н. Синхронные цифровые сети SDH / Н. Н. Слепов. – М. : Эко-Трендз, 1997. – 198 с.
4. Слепов, Н. Н. Современные технологии цифровых оптоволоконных сетей связи / Н. Н. Слепов. – М. : Эко-Трендз, 2000. – 207 с.
5. Волоконно-оптические системы передачи : учебник для вузов / под ред. М. М. Бутусова. – М. : Радио и связь, 1999. – 178 с.
6. Шмалько, А. В. Цифровые сети связи: основы планирования и построения / А. В. Шмалько. – М. : Радио и связь, 2000. – 333 с.
7. Руководство по эксплуатации мультиплектора Siemens SMA1K-CP-3.3/ Information and Communication Networks Group, Siemens AG. – Мюнхен, 2001–2002. – 74 с.
8. Ракк, М. А. Измерения в цифровых системах передачи : учеб. пособие для студ. вузов ж.-д. транспорта / М. А. Ракк. – М. : Маршрут, 2004. – 196 с.
9. Рекомендация МСЭ-Т G.703. Физические/электрические интерфейсы для оборудования и систем, относящихся к синхронной цифровой иерархии.
10. Рекомендация МСЭ-Т G.7041/Y.1303. Групповая процедура кадрирования GFP.
11. Рекомендация МСЭ-Т G.783. Характеристики оборудования и функциональных блоков синхронной цифровой иерархии.
12. Рекомендация МСЭ-Т G.821. Параметры ошибок в международном цифровом соединении, являющемся частью цифровой сети с интегрированием услуг.
13. Рекомендация МСЭ-Т G.826. Параметры ошибок и требования для международных цифровых трактов с постоянной скоростью.
14. Рекомендация МСЭ-Т G.957. Оптические интерфейсы для оборудования и систем, относящихся к синхронной цифровой иерархии.
15. Рекомендация МСЭ-Т M.2100. Допустимые величины параметров, требуемых для введения в эксплуатацию и работы на международных трактах PDH, секциях и системах передачи
16. Рекомендация МСЭ-Т M.2101.1. Допустимые величины параметров, требуемых для введения в эксплуатацию и работы на международных трактах SDH и мультиплексорных секциях.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА МУЛЬТИПЛЕКСОРА SDH.....	6
2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ОБОРУДОВАНИЯ SMA1K-CP.....	11
3 ПАРАМЕТРЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ОПТИЧЕСКИХ ИНТЕРФЕЙСОВ.....	15
4 ПОДГОТОВКА УЧЕБНО-ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА К РАБОТЕ.....	18
4.1 Описание лабораторного стенда.....	18
4.2 Включение лабораторного стенда и запуск программного обеспечения	20
4.3 Конфигурация мультимплексора SMA1K-CP.....	27
4.4 Информация об ошибках	38
4.5 Генератор-анализатор потока E1 ИКО 2-5.....	40
5 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ	41
5.1 Лабораторная работа №1. Организация первичного цифрового тракта	41
5.2 Лабораторная работа №2. Установка электрического и физического шлейфов в тракте E1	43
5.3 Лабораторная работа №3. Мониторинг параметров качества трактов E1 и STM-1	45
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	48

Учебное издание

Тарченко Надежда Владимировна
Гайдукова Наталья Викторовна

МНОГОКАНАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ

Лабораторный практикум

для студентов специальности

I-45 01 01 «Многоканальные системы телекоммуникаций»

дневной и заочной форм обучения

Редактор Н. В. Гриневич
Корректор М. В. Тезина

Подписано в печать 08.08.2008.
Гарнитура «Таймс».
Уч.-изд. л. 2,7.

Формат 60×84 1/16.
Печать ризографическая.
Тираж 75 экз.

Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 3,14.
Заказ 183.

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»
ЛИ №02330/0056964 от 01.04.2004. ЛП №02330/0131666 от 30.04.2004.
220013, Минск, П. Бровки, 6