

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА FlexGain

FlexGain FOM10GL2

КРАТКОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

ВЕРСИЯ 1.0

© Научно-технический центр НАТЕКС, 2006

Права на данное описание принадлежат ЗАО «НТЦ НАТЕКС». Копирование любой части содержания запрещено без предварительного письменного согласования с ЗАО «НТЦ НАТЕКС».

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	5
О ДОКУМЕНТЕ	6
1. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ.....	7
1.1. Описание оборудования FG-FOM10GL2.....	7
1.1.1. Оконечный мультиплексор.....	8
1.1.2. Мультиплексор выделения/добавления	8
1.1.3. Локальный кросс коммутатор.....	8
1.1.4. Конструкция оборудования FG-FOM10GL2	8
1.1.5. Структурная схема оборудования	10
1.1.6. Базовый блок мультиплексора	10
1.1.7. Возможности кросс-коммутации	11
1.1.8. Синхронизация	11
1.1.9. Управление мультиплексором FG-FOM10GL2	12
1.1.10. Защита трафика	12
1.1.11. Интерфейс аварийной сигнализации	12
1.1.12. Служебная линия	12
1.1.13. Пользовательский канал	13
1.1.14. Функция аварийного отключения лазера (ALS).....	13
1.2. Возможности SDH.....	13
1.3. Услуги передачи данных	14
1.3.1. Виртуальные локальные сети (VLAN)	14
1.3.2. Ограничение скорости входной информации	14
1.3.3. Класс услуг	14
1.3.4. GFP инкапсуляция данных.....	15
1.3.5. Защита на основе RSTP	15
1.3.6. Функция адресной рассылки второго уровня.....	15
1.3.7. Функция Ethernet	16
2. АРХИТЕКТУРА АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ.....	17
2.1. Описание шасси.....	17
2.2. Кросс-коммутация	18
2.3. Интерфейсы управления и аварийной сигнализации.....	19
2.4. Функция синхронизации и обработки SSm байта.....	19
2.5. Агрегатные оптические интерфейсы.....	20
2.5.1. Плата оптического интерфейса STM-64 (1× STM-64).....	20
2.5.2. Плата оптического интерфейса STM-16 (1× STM-16).....	20
2.5.3. Плата оптического интерфейса STM-4 (4× STM-4).....	21
2.5.4. Плата оптического интерфейса STM-1 (4× STM-1).....	21
2.6. Трибуртарные интерфейсы.....	21
2.6.1. Плата электрического 34/45-Мбит/с интерфейса.....	21

2.6.2.	Плата электрического 2 Мбит/с интерфейса 21xE1	22
2.6.3.	Плата интерфейса Gigabit Ethernet (2× GE/T)	22
2.6.4.	Плата интерфейса Fast Ethernet (2× FE/A, 6× FE/L2, 8× FE/T)....	23
2.6.5.	Плата оптическогосилителя (плата OA).....	25
2.7.	Мониторинг системы.....	26
2.8.	Функция обработки заголовков SDH	27

ПРЕДИСЛОВИЕ

Оборудование FG-FOM10GL2, предназначенное для интегрированной передачи голосового и пакетного трафика по оптоволоконным линиям связи, является универсальным решением при построении мультисервисных транспортных платформ (MSTP). Система представляет собой программно-аппаратный комплекс, который может использоваться на любом сетевом уровне, обеспечивая высокую пропускную способность сетей при минимальных финансовых затратах на строительство транспортных платформ.

Применение самых современных технологий SDH нового поколения (NGSDH) позволяет объединить в системе FG-FOM10GL2 широкий спектр и высокое качество наиболее востребованных пользовательских услуг, сохраняя при этом надежность и структуру современных SDH/PDH-сетей.

О ДОКУМЕНТЕ

Данный документ является кратким техническим описанием оборудования FG-FOM10GL2. В документе представлено описание мультимплексора FG-FOM10GL2, возможности его применения и технические спецификации.

1. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

В данной главе представлено описание мультиплексора FG-FOM10GL2, включающее описание архитектуры системы, интерфейсов, функций защиты трафика, синхронизации, управления и мониторинга, аппаратного резервирования модулей, структуры мультиплексирования.

1.1. Описание оборудования FG-FOM10GL2

Оборудование FG-FOM10GL2 может выполнять функции мультиплексора добавления/выделения (ADM), оконечного (терминального) мультиплексора (TMX) или кросс-коммутатора (LXC).

Мультиплексор FG-FOM10GL2 поддерживает оптические интерфейсы линейных сигналов STM-1, STM-4, STM-16, STM-64 и интерфейсы трибутарных сигналов STM-1, STM-4, STM-16, 34/45 Мбит/с и 2 Мбит/с (G.703), Fast Ethernet 10/100BaseT и Gigabit Ethernet 1000BaseSX/LX. Кроме того, мультиплексор поддерживает возможность установки модулей оптических усилителей. Перечень используемых интерфейсных модулей с указанием количества портов приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Интерфейсы оборудования FG-FOM10GL2

Тип интерфейса	Скорость	Тип соединения	Количество портов на плате
SDH	10 Гбит/с (STM-64)	Оптическое	1 (двунаправленный)
SDH	2.5 Гбит/с (STM-16)	Оптическое	1 (двунаправленный)
SDH	622 Мбит/с (STM-4)	Оптическое	4 (двунаправленный)
SDH	155 Мбит/с (STM-1)	Оптическое	4 (двунаправленный)
PDH	34/45 Мбит/с	Электрическое	3 (двунаправленный)
PDH	2 Мбит/с	Электрическое	21 (двунаправленный)
Ethernet	1000BaseSX/LX	Электрическое	2 (полнодуплексный)
Ethernet	10/100BaseTx	Электрическое	2/6/8 (полнодуплексный)
Оптический усилитель	Зависит от битовой скорости	Оптическое	1 (двунаправленный)

В зависимости от архитектуры сети и требований сетевого оператора оборудование FG-FOM10GL2 может использоваться в линейных («точка-точка», «звезда», последовательная линейная цепь) или кольцевых топологиях (простое, сдвоенное и многоуровневое кольца).

Благодаря строгому соответствию существующим стандартам SDH, мультиплексоры FG-FOM10GL2 совместимы с оборудованием SDH других производителей и предыдущими версиями SDH устройств ЗАО «НТЦ НАТЕКС». Возможно построение новых сетей на базе оборудования FG-FOM10GL2 или его интеграция в уже существующие сети, построенные с применением оборудования SDH других производителей.

1.1.1. Оконечный мультиплексор

Оконечный мультиплексор FG-FOM10GL2 (тип TMX) используется для создания соединений точка-точка или в качестве мультиплексора распределения для объединения трафика различных сетей.

Оконечный мультиплексор обеспечивает кросс коммутацию между всеми доступными линейными и трибутарными интерфейсами, включая интерфейсы Fast Ethernet и Gigabit Ethernet.

Оборудование FG-FOM10GL2 может также образовывать топологии типа «звезда» (star topology).

Терминальный мультиплексор может одновременно поддерживать:

- 4× STM-64 и 4× STM-16 линейных интерфейса;
- 8× STM-16 линейных интерфейсов;
- 4× STM-16 и 16× STM-4 (или 16× STM-1) линейных интерфейсов.

В дополнение к функциям TMX, в оборудовании FG-FOM10GL2 предусмотрена возможность коммутации трибутарных потоков.

1.1.2. Мультиплексор выделения/добавления

Мультиплексор добавления/выделения FG-FOM10GL2 (тип ADM) использует функции добавления/выделения трибутарного трафика в линейные 155 Мбит/с, 622 Мбит/с, 2,5 Гбит/с или 10 Гбит/с потоки.

Мультиплексор добавления/выделения обеспечивает кросс-коммутацию между всеми доступными линейными и трибутарными интерфейсами, а также поддерживает функцию многоуровневого кольца.

1.1.3. Локальный кросс коммутатор

Оборудование FG-FOM10GL2 может использоваться в качестве локального кросс коммутатора (LXC). Локальный кросс коммутатор поддерживает все возможные типы соединений, включая однонаправленные, двунаправленные и широковещательные.

1.1.4. Конструкция оборудования FG-FOM10GL2

Мультиплексор FG-FOM10GL2 состоит из шасси, в которое устанавливаются служебные и интерфейсные платы. Шасси имеет размеры 447 мм (ширина) × 566 мм (высота) × 300 мм (глубина) и предназначено для установки в 19” стative ETSI.

Все внешние интерфейсы расположены на лицевой стороне шасси.

Внешний вид мультиплексора FG-FOM10GL2 представлен на рисунке 1.1.



Рис. 1.1. Внешний вид мультиплексора FG-FOM10GL2

1.1.5. Структурная схема оборудования

На рисунке 1.2. представлена структурная схема мультиплексора FG-FOM10GL2.

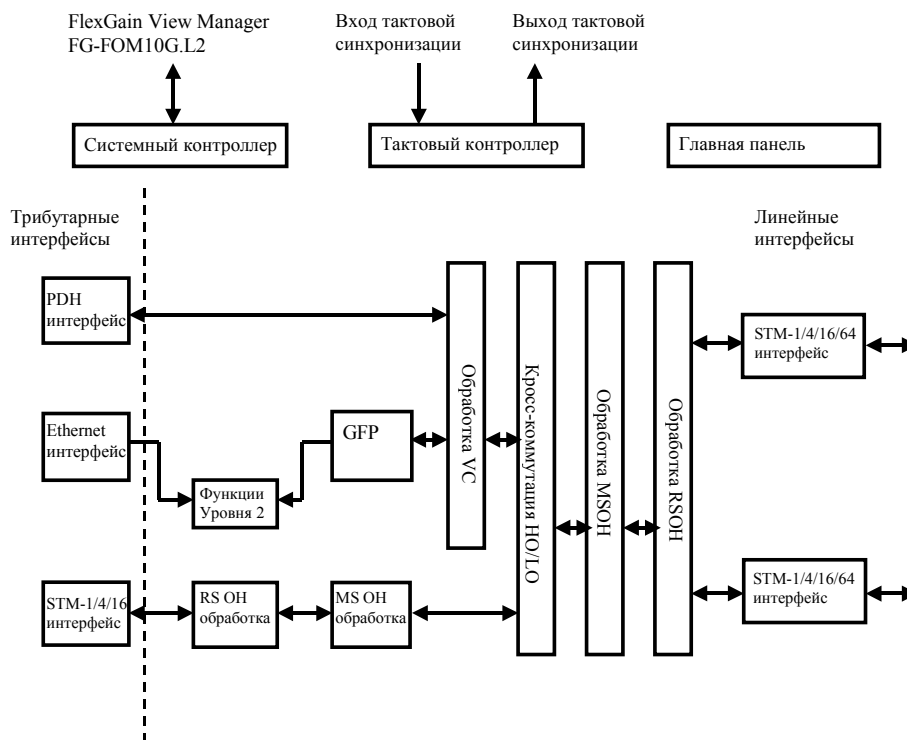


Рис. 1.2. Структурная схема мультиплексора FG-FOM10GL2

1.1.6. Базовый блок мультиплексора

Оборудование FG-FOM10GL2 состоит из базового блока, представляющего собой шасси с установленным набором служебных модулей. Служебные модули обеспечивают работоспособность системы, выполняя функции электропитания, вентиляции, синхронизации, кросс-коммутации, конфигурации и управления. Перечень служебных модулей приведен в таблице 1.2.

Таблица 1.2. Служебные модули мультиплексора FG-FOM10GL2

Название платы	Описание
Power supply	Блок питания (диапазон от -36 до -72 В)
Fan tray	Блок вентиляторов
Air filter	Воздушный фильтр
SC	Плата системного контроллера
CC [70G/5G]	Плата кросс коммутатора и синхронизации

В шасси может устанавливаться два модуля системного контроллера, два блока электропитания, два модуля кросс-коммутации и синхронизации, блок вентиляторов, воздушный фильтр и 16 интерфейсных модулей. Необходимое количество и тип интерфейсных модулей определяется оператором сети в зависимости от требований к сетевой конфигурации. Перечень поддерживаемых интерфейсных модулей приведен в таблице 1.3.

Таблице 1.3. Интерфейсные модули мультиплексора FG-FOM10GL2

Название платы	Описание
1× STM-64	Плата оптического интерфейса 1× STM-64
1× OA	Одноканальный однонаправленный оптический усилитель. Может использоваться для предварительного, последующего или внутреннего усиления сигналов
1× STM-16	Плата оптического интерфейса 1× STM-16
4× STM-4	Плата оптических интерфейсов 4× STM-4
4× STM-1	Плата оптических интерфейсов 4× STM-1
6× FE/L2	Плата электрических интерфейсов 6× FE/L2 с функциями коммутации уровня 2
2× FE/A	Плата электрических интерфейсов 2× FE/A с функциями Уровня 2 и 6 портами WAN
8× FE/T	Плата электрических интерфейсов 8× FE/T (прозрачный режим)
2× GE/T	Плата 2 оптических интерфейсов Gigabit Ethernet (прозрачный режим)
21× E1 (75:120 Ом)	Плата электрических интерфейсов 21× E1 (G.703, импеданс 120 Ом или 75 Ом)
3× E3/DS3	Плата с электрическим интерфейсом 3× E3/DS3б настраиваемая по порту

1.1.7. Возможности кросс-коммутации

Оборудование FG-FOM10GL2 поддерживает полную доступную кросс-коммутацию на уровне VC-4, VC-3 и VC-12. Емкость матрицы кросс-коммутации составляет:

- для соединений высшего уровня HOCC: 70 Гбит/с (448 × 448 VC -4s);
- для соединений низшего уровня LOCC: 5 Гбит/с (2016 × 2016 VC- 12s, или 32 × 32 VC -4).

1.1.8. Синхронизация

Синхронизация оборудования FG-FOM10GL2 может осуществляться от любого из следующих источников:

- от внешнего 2 МГц порта (T3);
- от любого из входящих линейных сигналов STM-N (T1);
- от любого из трибурпарных сигналов E1;
- от внутреннего тактового генератора Stratum 3 (T0, ITU-T G.813).

Оборудование поддерживает до 4 опорных источников синхросигнала. Любому из источников синхронизации может быть присвоен определенный приоритет, на основании которого осуществляется выбор резервного источника при аварии основного. Мультиплексор FG-FOM10GL2 может функционировать в следующих режимах: свободный режим (free running), режим удержания (holdover) и обычный режим (locked).

Мультиплексор также имеет выходной порт (T4) тактовой сетевой синхронизации для передачи синхросигнала станционному оборудованию, например ведомому задающему генератору (ВЗГ).

1.1.9. Управление мультиплексором FG-FOM10GL2

Управление мультиплексором может осуществляться на трех уровнях:

1. Локальное управление через пользовательский терминал, обеспечивается путем подключения COM-порта консоли к терминальному порту мультиплексора. При этом управление осуществляется через интерфейс командной строки (CLI) при помощи любой из терминальных программ, например Windows Hyper Terminal.
2. Локальное и удаленное управление посредством элемент-менеджера оборудования. При этом управление осуществляется через графический интерфейс пользователя (GUI) на основе протоколов TCP/IP/PPP или TCP/IP/HDSL. При этом используется программное обеспечение FlexGain View Manager.
3. Локальное и удаленное управление оборудованием через систему централизованного сетевого управления FlexGain View. Доступ из системы сетевого управления к сетевым элементам осуществляется через SNMP-агент при помощи протоколов TCP/IP (прямой доступ), а также TCP/IP/PPP или TCP/IP/HDSL (через выделенные каналы DCCM или DCCR внутри заголовка кадра SDH).

1.1.10. Защита трафика

Оборудование FG-FOM10GL2 поддерживает следующие функции защиты SDH трафика:

- защита трафика на уровне мультиплексной секции STM-N (MSP 1+1);
- защита соединений подсети на уровне маршрутов VC-12/VC -3/VC -4 /VC -4 -4с/VC- 4- 16с (SNCP);
- 2-х волоконная и многуровневая 2-х волоконная защита кольца на уровне STM- 4/16/64 (MS-SPRING).

1.1.11. Интерфейс аварийной сигнализации

Аварии, возникающие на платах, обрабатываются основным системным контроллером, который пересылает информацию об аварийных сообщениях на интерфейс аварийной сигнализации.

Интерфейс аварийной сигнализации оборудования FG-FOM10GL2 принимает два типа аварийных сигналов:

- срочная авария (активируется при возникновении критической или срочной аварии);
- несрочная авария (активируется при возникновении несрочной аварии).

1.1.12. Служебная линия

Оборудование FG-FOM10GL2 использует технологию VoIP (H.323) для создания канала служебной связи в байтах E1 или E2 заголовка SDH. Кроме того, возможно использование внешней сети передачи данных для организации канала служебной связи. Служебный канал, образованный оборудованием FG-FOM10GL2 на основе технологии VoIP, позволяет осуществлять индивидуальные и групповые звонки и обеспечивает широкополосную связь.

1.1.13. Пользовательский канал

Оборудование FG-FOM10GL2 поддерживает функцию организации пользовательского канала 64 кбит/с, используя байт F1 заголовка SDH электрическому интерфейсу (F1). Пользовательский канал имеет электрический интерфейс (рекомендация G.703).

В системе предусмотрены 4 разъема DB9 для организации четырех каналов служебной связи в байтах E1, E2 и/или пользовательского канала 64 кбит/с в байте F1.

1.1.14. Функция аварийного отключения лазера (ALS)

Для предотвращения возможных травм от лазерного излучения при обрыве волоконно-оптического кабеля оборудование FG-FOM10GL2 поддерживает функцию автоматического отключения лазера в соответствии с рекомендациями ITU-T G.958 и ITU-T G.664. В случае повреждения оптического волокна или при обслуживании оборудования, лазерный передатчик может быть включен вручную приблизительно на две или на 90 секунд для тестирования. Передатчик включается через рабочий терминал.

1.2. Возможности SDH

- Оборудование FG-FOM10GL2 поддерживает весь спектр стандартных функций SDH на уровне STM-1/4/16/64.
- Оборудование FG-FOM10GL2 поддерживает основные виды защиты трафика MSP, SNCP и MS-SPRING.
- Оборудование FG-FOM10GL2 поддерживает функции удаленного управления в DCC каналах регенерационной секции (байты D1-D3) и мультиплексной секции (байты D4-D12). Также поддерживается возможность прозрачной передачи DCC каналов при совместной работе с оборудованием SDH других производителей.
- Оборудование FG-FOM10GL2 поддерживает каналы служебной связи (байты E1, E2) и пользовательские каналы (байт F1).
- Оборудование FG-FOM10GL2 поддерживает различные источники тактовой сетевой синхронизации с возможностью выбора основных и резервных источников на основе приоритетов, установленных оператором. Дополнительно имеется возможность передачи сигнала тактовой синхронизации другим устройствам через интерфейс выходного синхросигнала (T4).
- Оборудование FG-FOM10GL2 поддерживает обработку и генерацию SSM -сообщений о статусе сигнала синхронизации, передаваемого через сеть SDH.
- Оборудование FG-FOM10GL2 осуществляет передачу пакетного трафика через сеть SDH и реализует дополнительные услуги помимо традиционных TDM-приложений.
- Оборудование FG-FOM10GL2 поддерживает технологию GFP инкапсуляции кадров Ethernet для более эффективного отображения пакетного трафика в виртуальные контейнеры SDH (Рек. МСЭ-Т G.7041/Y.1303).
- Оборудование FG-FOM10GL2 поддерживает технологию виртуального сцепления контейнеров VCAT (Рек МСЭ-Т G.707/Y.1322) на уровне VC-12-Xv и алгоритм динамической регулировки полосы пропускания LCAS, что позволяет оптимально использовать пропускную способность сети SDH при передаче пакетного трафика.

1.3. Услуги передачи данных

1.3.1. Виртуальные локальные сети (VLAN)

Мультиплексор FG-FOM10GL2 поддерживает функции коммутации Ethernet-пакетов, в соответствии с Рек. IEEE 802.1Q. На входе каждый порт может быть настроен на прием фреймов с тэгами (tag) VLAN или без них, либо на прием фреймов только с тэгами VLAN в зависимости от предъявляемых требований. На выходе каждый порт имеет возможность удалять тэги VLAN или не удалять их. Возможно использование PVID (Port-based VLAN ID) тэгов, которые вставляются в поступающие на порт фреймы без тэгов VLAN ID. Дополнительно, каждый порт может быть прописан в одной или нескольких виртуальных локальных сетях, внесенных в список виртуальных локальных сетей, что позволяет различным пользователям и различным приложениям использовать один и тот же порт. Все услуги и приложения, действующие в виртуальной локальной сети, могут динамически распределять полосу пропускания порта, обеспечивая защиту путем применения определенной политики безопасности. Фреймы виртуальной локальной сети будут проходить через принадлежащие ей (виртуальной сети) порты; другие фреймы будут отброшены.

Дополнительно, каждый порт может функционировать в прозрачном режиме. Это означает, что коммутация фреймов не используется и в этом случае, возможно объединение одного порта локальной сети и одного порта глобальной сети.

Оборудование FG-FOM10GL2 поддерживает прозрачный режим передачи трафика Gigabit Ethernet. Применение технологии передачи пакетов через SDH (packet-over-SDH) позволяет конвертировать 1 Гбит/с сигналы Ethernet 1000Base SX/LX в 16× STM-1.

1.3.2. Ограничение скорости входной информации

Мультиплексор FG-FOM10GL2 поддерживает функцию ограничения входной скорости по порту или в виртуальной локальной сети.

Функция ограничения скорости позволяет контролировать максимальную полосу пропускания, предоставляемую конечному пользователю в диапазоне от 200 кбит/с до 100 Мбит/с с шагом 1 кбит/с для каждого из портов FE 10/100 BaseT и в диапазоне от 150 Мбит/с до 1 Гбит/с с шагом 150 Мбит/с (VC-4) для каждого порта GE.

1.3.3. Класс услуг

Мультиплексор FG-FOM10GL2 обеспечивает возможность разграничения класса сервиса 802.1p CoS по порту или в виртуальной локальной сети.

Каждый порт, имеет входной буфер, в котором размещаются поступающие пакеты, если порт перегружен. Память буфера совместно используется всеми портами Ethernet. На выходе каждого порта пакеты распределяются в четыре очереди, которые могут иметь различные приоритеты и весовые коэффициенты.

1.3.4. GFP инкапсуляция данных

Мультиплексор FG-FOM10GL2 поддерживает функции протокола GFP согласно Рек. G.7041/Y.1303 для инкапсуляции Ethernet-трафика в сетях SDH. Инкапсулированные данные GFP затем отображаются в контейнерах SDH, используя метод виртуального сцепления согласно Рекомендации МСЭ-Т G.707/Y.1322. Этот метод обеспечивает наиболее эффективное отображение пакетов и самую большую скорость прохождения внутри сети. Для каждого порта FE может быть создана группа, содержащая от 1 до 46 VC-12. Для каждого порта GE может быть создана группа, содержащая от 2 до 7 VC-4.

Отображение GFP может рассматриваться как метод мультисервисной инкапсуляции, поддерживающей набор услуг протоколов клиент-сервер. Преимуществами технологии GFP являются:

- Простая мультисервисная адаптация и совместимость с существующими транспортными сетями.
- Единое отображение пакетов, хранение и разработка будущих услуг для глобальных транспортных протоколов SDH за счет выработки единых стандартов и рекомендаций МСЭ-Т.
- Эффективное использование сетевых ресурсов за счет малой емкости заголовков GFP и совместимости с алгоритмом виртуального сцепления.
- Временное разделение каналов (Time Division Multiplexing), качество услуг (QOS), время ожидания, дрожание фазы, обеспечиваемые прозрачным режимом, минимальные затраты буферной памяти на GFP-X.
- Большая пропускная способность каналов за счет поддержки фреймового режима GFP-F при мультиплексировании на уровне пакетов позволяет структурировать многочисленные клиентские потоки в одном канале с временным разделением.
- Второй уровень, независимый от поддержки протокола RPR и других протоколов канального уровня.
- Совместимость услуг следующего поколения с существующей сетевой инфраструктурой, позволяющая объединять сети и экономить средства.

1.3.5. Защита на основе RSTP

Скоростной протокол связующего дерева (Rapid Spanning Tree Protocol) согласно Рекомендации IEEE 802.1w обеспечивает защиту кадров второго уровня от образования шлейфов в сетях Ethernet с резервными линиями для предотвращения «широковещательных штормов».

1.3.6. Функция адресной рассылки второго уровня

Мультиплексор FG-FOM10GL2 поддерживает функцию адресной рассылки второго уровня, включая статическую рассылку и контролируруемую динамическую рассылку.

1.3.7. Функция Ethernet

Мультиплексор FG-FOM10GL2 поддерживает три режима передачи трафика Ethernet:

- Прозрачный режим («точка-точка»):
 - В данном режиме выделенная полоса пропускания приписывается трафику, передаваемому от одного оконечного узла другому. Этот режим удовлетворяет высоким требованиям безопасности и хорошо подходит для трафика, чувствительного к задержкам, поскольку используется выделенный канал передачи.
- Режим объединения (агрегирования) второго уровня:
 - В данном режиме Ethernet коммутация и объединение (агрегирование) происходит на уровне сетевых элементов и позволяет передавать объединенный пользовательский трафик в SDN сетях на большей скорости. Статистическое мультиплексирование многочисленного Ethernet трафика позволяет более эффективно использовать полосу пропускания.
- Режим ESR (Ethernet Shared Ring):
 - Предназначен для построения многоузловых колец, используемых для коммутации пакетов различной длины. Трафик в этом случае использует одну и ту же полосу пропускания кольца. Коммутация осуществляется на основе MAC и VLAN. Обозначение класса услуг в заголовке позволяет поддерживать приоритеты трафика в кольце. Протокол связующего дерева (Рекомендации IEEE 802.1w и IEEE802.1s) обеспечивает защиту второго уровня в кольце. В режиме ESR можно эффективно добавлять/выделять или дублировать данные, передаваемые по кольцу. Этот режим значительно повышает эффективность в сравнении с традиционными технологиями точка-точка, которые могут послужить причиной возврата трафика или его неэффективной рассылки.

2. АРХИТЕКТУРА АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ

В данной главе описывается архитектура аппаратных средств мультиплексора FG-FOM10GL2, дизайн шасси и конструктивов.

2.1. Описание шасси

Мультиплексор состоит из шасси, имеющего габаритные размеры 447 мм (ширина) × 566 мм (высота) × 300 мм (глубина). Шасси устанавливается в стандартные 19” шкафы ETSI (высота 2200 мм или 2600 мм) или в 19”статив EIA 310. Расстояние между двумя шасси при установке в 19” шкаф должно составлять не менее 5U (5 × 44.5 мм).

В шасси устанавливаются следующие модули:

- блок вентиляторов;
- воздушный фильтр;
- модуль электропитания;
- модуль системного контроллера;
- модуль синхронизации и кросс-коммутации;
- 16 различных интерфейсных модулей.

Для организации аппаратного резервирования возможна установка двух модулей системного контроллера, двух модулей электропитания и двух модулей синхронизации и кросс-коммутации.

На рисунке 2.1 приведена схема расположения модулей в шасси.

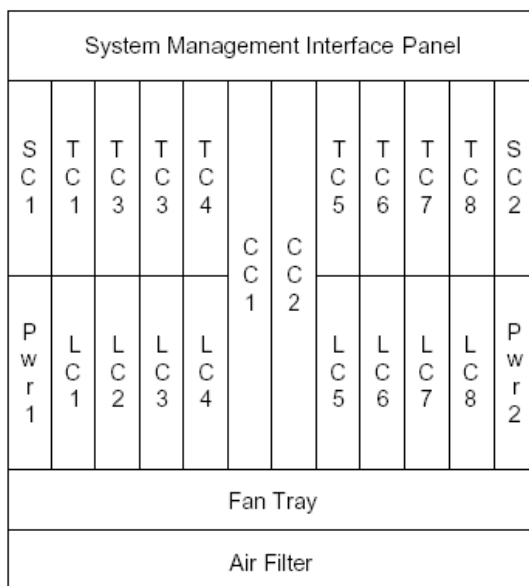


Рис. 2.1. Расположение модулей в шасси FG-FOM10GL2

Общее описание модулей приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Описание модулей в шасси FG-FOM10GL2

Название слота	Описание платы
SC 1, SC 2	Модуль системного контроллера
PWR 1, PWR 2	Модуль электропитания (-36 ... 72 В DC)
CC1, CC2	Модуль кросс коммутации и синхронизации
TC 1 – TC 8	Интерфейсные модули FE и PDH: 2× FE/A, 6× FE/L2, 8× FE/T, 21× E1 (75:120), 3× E3/DS3, Модуль оптического усилителя OA
LC 1, LC 2, LC 7, LC 8	Интерфейсные платы GE и SDH: 2× GE/T, 4× STM-4/1, 1× STM-16, модуль оптического усилителя OA
LC 3, LC 4, LC 5, LC 6	Интерфейсные платы GE и SDH: 2× GE/T, 4× STM-4/1, 1× STM-16, 1× STM-64, Модуль оптического усилителя OA

2.2. Кросс-коммутация

Матрица кросс-коммутации поддерживает следующие виды соединений:

- однонаправленные соединения;
- однонаправленные по схеме «точка-многоточка» (включая 1+1 SNC);
- двунаправленные соединения;
- широковещательные;
- выделение и транзит (1 → 2 + защита SNCP);
- избирательные 2→ 1 (для SNCP защиты 1+1).

2.3. Интерфейсы управления и аварийной сигнализации

В таблице 2.2. перечислены интерфейсы и кнопки управления, расположенные на панели управления системой.

Таблица 2.2. Интерфейсы и кнопки управления системой

Название интерфейса	Описание
MGMT	Разъем RJ-45, интерфейс управления 1× 10/100MBaseT
EOW 1/2	Разъем RJ-45 для организации двух служебных каналов. Предоставляется возможность выбора слота, порта и байтов E1/E2/F1 для организации служебных каналов
EOW 3/4	Разъем RJ-45 для организации двух служебных каналов Предоставляется возможность выбора слота, порта и байтов E1/E2/F1 для организации служебных каналов
MDI	Разъем RJ-45 для организации четырех портов MDI MDI используется для считывания статуса аварийных сигналов на станции и генерирования сообщений об аварийных ситуациях.
MDO	Разъем RJ-45 для организации четырех портов MDO MDO используется для управления внешними устройствами. MDO может быть активирована или деактивирована оператором через систему управления
ALM	Интерфейс вывода аварийной сигнализации RJ-45, обеспечивающий контроль за одним аудио или визуальным аварийным сигналом
Кнопка LED TEST	Кнопка самотестирования светодиодов
Кнопка ACO	Кнопка отключения аварийной сигнализации
Кнопка Suppress	Кнопка используется для отключения звуковой аварийной сигнализации. При этом световая индикация сохраняется. Повторное нажатие кнопки активирует звуковую сигнализацию.

2.4. Функция синхронизации и обработки SSm байта

Мультиплексор FG-FOM10GL2 может синхронизироваться от любого из следующих доступных источников:

- линейных сигналов STM-N (T1);
- внешних источников опорных синхросигналов, подключенных к входному интерфейсу синхронизации.

При пропадании опорного синхросигнала, система переключается в режим удержания (функция holdover).

Мультиплексор FG-FOM10GL2 поддерживает функцию обработки сообщений SSM о статусе тактовой сетевой синхронизации. Сообщение о статусе синхронизации (SSM) может использоваться для передачи уровня качества сигнала по сети. Сообщения SSM гарантируют, что все сетевые элементы будут всегда синхронизированы опорными синхросигналами высокого качества.

В мультиплексоре FG-FOM10GL2 поддерживается алгоритм обработки SSM на агрегатных интерфейсах STM-N и трибутарных интерфейсах E1 (2 Мбит/с).

Функция SSM может быть активирована или деактивирована. Когда функция SSM отключена на сетевом элементе, все интерфейсы STM-N и 2 Мбит/с посылают сигнал DNU (do not use for sync – не использовать для синхронизации).

Существует четыре возможных уровня качества определенных в SSM для опорных источников синхронизации: PRC, SSU-A, SSU-B и SEC. Дополнительно, DNU определено в SSM. Качество каждого опорного источника синхронизации может определяться во входящих SSM или в сообщениях системы управления сетью.

Мультиплексор FG-FOM10GL2 поддерживает алгоритм переключения источника синхронизации, основанный на SSM согласно Рек. МСЭ-Т G.781. Время восстановления для опорного источника синхронизации лежит в интервале от 0 до 12 мин и может настраиваться через систему управления сетью с шагом в одну минуту. Значение по умолчанию – 5 минут.

2.5. Агрегатные оптические интерфейсы

Мультиплексор FG-FOM10GL2 поддерживает оптические интерфейсы STM-64/16/4/1, а также оптический усилитель OA. Все оптические интерфейсы полностью соответствуют рекомендациям ITU-T G.707 и G.957 и используют приемопередатчики SFP (small form-factor pluggable) для осуществления передачи на разные расстояния. Все оптические интерфейсы поддерживают функцию аварийного отключения лазера и функцию мониторинга за входной и выходной мощностью лазерного излучения.

2.5.1. Плата оптического интерфейса STM-64 (1× STM-64)

Модуль может устанавливаться в любой слот LC3 – LC6. Основные параметры оптического интерфейса STM-64 приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Основные параметры интерфейса STM-64

Интерфейс	Описание
STM-64 оптический интерфейс	LC разъем Модули оптических интерфейсов STM-64: <ul style="list-style-type: none"> – STM-64 (L-64.2 до 80 км) – STM-64 (S-64.2 до 40 км) – STM-64 (SR-1 до 12 км)

2.5.2. Плата оптического интерфейса STM-16 (1× STM-16)

Модуль может устанавливаться в любой слот LC1 -- LC8. Основные параметры оптического интерфейса STM-16 приведены в таблице 2.4.

Таблица 2.4. Основные параметры интерфейса STM-16

Интерфейс	Описание
STM-16 оптический интерфейс	LC разъем Модули оптических интерфейсов STM-16: <ul style="list-style-type: none"> – STM-16 (L-16.2 до 80 км) – STM-16 (L-16.1 до 40 км) – STM-16 (SR-16.1 до 15 км)

2.5.3. Плата оптического интерфейса STM-4 (4× STM-4)

Модуль может устанавливаться в любой слот от LC1 до LC8. Основные параметры оптического интерфейса STM-4 приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5. Основные параметры интерфейса STM-4

Интерфейс	Описание
STM-4 оптический интерфейс	LC разъем Модули оптических интерфейсов STM-4: <ul style="list-style-type: none"> – -STM-4 (L-4.2 до 80 км) – -STM-4 (L-4.1 до 40 км) – -STM-4 (S-4.1 до 15 км)

2.5.4. Плата оптического интерфейса STM-1 (4× STM-1)

Модуль может устанавливаться в любой слот от LC1 до LC8. Основные параметры оптического интерфейса STM-1 приведены в таблице 2.6.

Таблица 2.6. Основные параметры интерфейса STM-1

Интерфейс	Описание
STM-1 оптический интерфейс	LC разъем Модули оптических интерфейсов STM-1: <ul style="list-style-type: none"> – -STM-1 (L-1.2 до 80 км) – -STM-1 (L-1.1 до 40 км) – -STM-1 (S-1.1 до 15 км)

2.6. Трибутарные интерфейсы

2.6.1. Плата электрического 34/45-Мбит/с интерфейса

Плата E3/DS3 имеет три PDH-порта 34/45 Мбит/с (E3/DS3). Порты могут переключаться независимо друг от друга в режим 34 Мбит/с или 45 Мбит/с.

Каждый сигнал E3/DS3 конвертируется в VC-3 низшего уровня и отсылается на линейный интерфейс для передачи.

Модуль может устанавливаться в слоты TC1 – TC8.

В таблице 2.7. приведены основные характеристики интерфейсов E3/DS3.

Таблица 2.7. Характеристики интерфейсов E3/DS3

Интерфейс	Описание
E3/DS3 электрический интерфейс	CC4 разъем Максимальная дальность передачи: 100 метров или 400 метров. Устанавливается программно.

2.6.2. Плата электрического 2 Мбит/с интерфейса 21хЕ1

Модуль 21× Е1 обеспечивает асинхронное отображение 2 Мбит/с потоков Е1 в контейнеры VC-12 в соответствии с Рек. МСЭ-Т G.707.

Интерфейс Е1 использует разъем DB-50. Возможна установка двух типов плат с импедансом 120 или 75 Ом. Модуль может устанавливаться в слоты ТС1 – ТС8.

В таблице 2.8. приведены основные характеристики интерфейсов Е1.

Таблица 2.8. Характеристики интерфейсов Е1

Интерфейс	Описание
Е1 (электрический интерфейс) G.703 МСЭ-Т	Три разъема DB50 для 21 порта Е1. Код HDB3. Дальность передачи для интерфейса Е1 составляет 535 метров или 1750 метров.

2.6.3. Плата интерфейса Gigabit Ethernet (2× GE/T)

Модуль имеет два оптических интерфейса Gigabit Ethernet (2× GE/T), обеспечивающих прозрачную передачу трафика Ethernet. Протокол генерирования кадров (GFP-F ITU-T G.7041) используется для преобразования GE в полезную нагрузку SDH. Функция виртуального сцепления обеспечивает для каждого порта полосу пропускания в диапазоне от 2 до 7 VC-4. Плата поддерживает функцию ограничения скорости по порту или по VLAN: Диапазон скоростей для каждого GE порта составляет от 150 Мбит/с до 1 Гбит/с с шагом 150 Мбит/с (VC-4).

В таблице 2.9. приведено описание интерфейсов модуля 2хGE/T.

Таблица 2.9. Описание интерфейсов модуля 2хGE/T

Интерфейс	Описание
Оптический интерфейс GE	GE SFP
	Стандартны 1000 BASE-SX/LX (IEEE 802.3u), 1000 BASE-ZX (1550 нм, 80 км)
	Поддерживаемая скорость передачи данных: 1000 Мбит/с (полудуплексная, полнодуплексная и управление обменом данных)

2.6.4. Плата интерфейса Fast Ethernet (2× FE/A, 6× FE/L2, 8× FE/T)

Интерфейсный модуль Fast Ethernet позволяет конвертировать сигналы Fast Ethernet (10/100BaseTX) в полезную нагрузку SDH VC-12-Xv. Модуль поддерживает такие услуги как выделенный Ethernet канал (EPL) и виртуальный выделенный Ethernet канал (EVPL).

Оборудование FG-FOM10GL2 поддерживает три типа интерфейсных модулей Fast Ethernet:

- 2× FE/A;
- 2× FE/L2;
- 2× FE/T.

Буквы, используемые в названии платы, обозначают:

A = суммарное количество портов WAN на плате больше количества портов LAN, плата поддерживает функцию коммутации уровня 2.

L2 = плата поддерживает уровень 2.

T = плата поддерживает прозрачную передачу трафика FE.

2.6.4.1. Плата 2× FE/A

Плата FE/A имеет два 10/100 Мбит/с BaseT интерфейса (разъем RJ-45) на пользовательской стороне (порты LAN). Со стороны сети поддерживается шесть 100 Мбит/с портов WAN. Объединенная полоса пропускания всех шести портов WAN составляет 63 VC-12s в одном направлении. Модуль предназначен для распределения/объединения трафика Fast Ethernet между различными узлами кольца. В таблице 2.10 приведены основные характеристики модуля FE/A.

Таблица 2.10. Характеристики модуля FE/A

Интерфейс	Описание
FE электрический интерфейс	RJ-45 разъем
	Стандарты: 10BaseT (рекомендация IEEE 802.3) 100BaseTX (рекомендация IEEE 802.3u)
	Поддерживаемые скорости передачи данных: - 10 Мбит/с (полудуплексный, дуплексный, управление потоком) - 100 Мбит/с (полудуплексный, дуплексный, управление потоком)
	Типы кабелей: - 10BaseT: 100 Ом – двужильная экранированная витая пара и двужильная неэкранированная витая пара (Категория 5 UTP). Максимальная длина до 100 метров - 100BaseT: 100 Ом – двужильная экранированная витая пара и двужильная неэкранированная витая пара (Категория 5 UTP). Максимальная длина до 100 метров

2.6.4.2. Плата 6× FE/L2

Плата FE/L2 имеет шесть 10/100 Мбит/с BaseT пользовательских LAN портов Ethernet (рекомендация IEEE 802.3) и обеспечивает объединение трафика для его дальнейшей передачи по 2 соединениям Up-link.

Со стороны сети поддерживается два порта WAN. До шести 10/100 Мбит/с пользовательских потоков данных может быть объединено в 1 или 2 порта WAN и направлено на линейный интерфейс SDH для последующей передачи. Из-за пульсирующей природы трафика, объединение трафика в одну группу виртуально сцепленных контейнеров позволяет более эффективно использовать доступную полосу пропускания. Полоса пропускания каждой группы виртуально сцепленных контейнеров составляет от 1 до 46 VC-12.

В таблице 2.11. приведены основные характеристики модуля FE/L2

Таблица 2.11. Характеристики платы FE/L2

Интерфейс	Описание
FE электрический интерфейс	RJ-45 разъем
	Стандарты: - 10BaseT (рекомендация IEEE 802.3) - 100BaseTX (рекомендация IEEE 802.3u)
	Поддерживаемые скорости передачи данных: - 10 Мбит/с (полудуплексный, дуплексный, управление потоком) - 100 Мбит/с (полудуплексный, дуплексный, управление потоком)
	Типы кабелей: - 10BaseT: 100 Ом – двужильная экранированная витая пара и двужильная неэкранированная витая пара (Категория 5 UTP). Максимальная длина до 100 метров - 100BaseT: 100 Ом – двужильная экранированная витая пара и двужильная неэкранированная витая пара (Категория 5 UTP). Максимальная длина до 100 метров

2.6.4.3. Плата 8×FE/T

Плата FE/T имеет восемь 10/100 Мбит/с BaseT портов Ethernet (рекомендация IEEE 802.3) и обеспечивает прозрачную передачу трафика со скоростью 10/100 Мбит/с.

Плата FE/T преобразует до восьми потоков Fast Ethernet (тип 10/100BaseTX) в восемь виртуально сцепленных групп, емкость каждой из которых составляет VC-12-Xv (X = 1...46). Также поддерживается функция LCAS.

Интерфейс (8× STM-1) позволяет прозрачно передавать трафик данных в локальной сети. Функция виртуального сцепления позволяет создавать надежную, выделенную полосу пропускания необходимого размера для передачи Ethernet-трафика.

Плата поддерживает функцию ограничения скорости по порту или по VLAN: Диапазон скоростей для каждого FE порта составляет от 2176 кбит/с (VC-12) до 100 Мбит/с (FE) с шагом 2176 кбит/с (VC-12).

В таблице 2.12. приведены основные характеристики модуля FE/T.

Таблица 2.12. Характеристики платы FE/T

Интерфейс	Описание
FE электрический интерфейс	RJ-45 разъем
	Стандарты: - 10BaseT (рекомендация IEEE 802.3) - 100BaseTX (рекомендация IEEE 802.3u)
	Поддерживаемые скорости передачи данных: - 10 Мбит/с (полудуплексный, дуплексный, управление потоком) - 100 Мбит/с (полудуплексный, дуплексный, управление потоком)
	Типы кабелей: - 10BaseT: 100 Ом – двужильная экранированная витая пара и двужильная неэкранированная витая пара (Категория 5 UTP). Максимальная длина до 100 метров - 100BaseT: 100 Ом – двужильная экранированная витая пара и двужильная неэкранированная витая пара (Категория 5 UTP). Максимальная длина до 100 метров

2.6.5. Плата оптическогосилителя (плата ОА)

Плата ОА обеспечивает функцию однонаправленного оптического усиления для улучшения качества передаваемого сигнала. Плата позволяет компенсировать потери оптической мощности, возникающие в сетях связи.

Возможны следующие конфигурации:

- постусилитель, выходная мощность 13 дБм;
- постусилитель, выходная мощность 15 дБм;
- постусилитель, выходная мощность 18 дБм;
- предусилитель, коэффициент усиления 20 дБ.

Данная плата может устанавливаться в любой слот, начиная с LC1 по LC8 и с TC1 по TC8.

В таблице 2.13. приведены основные характеристики платы ОА.

Таблица 2.13. Основные характеристики платы ОА

Интерфейс	Описание		
Оптический	Тип разъема	Разъем LC	
	Диапазон входной мощности	Предусилитель	-35 ... -10 дБм
		Усилитель	-6 ... +3 дБм

2.7. Мониторинг системы

Кроме сигналов полезной нагрузки, в заголовках кадров STM-N могут передаваться сигналы о контроле и мониторинге, а также специфическая информация оператора.

Для обеспечения высокой степени безопасности, работа оборудования постоянно контролируется системой управления сетью или рабочим терминалом.

Сетевые элементы, к которым не подключен терминал, передают информацию о рабочем состоянии через каналы удаленного управления и встроенные элементы индикации.

Мониторинг и управление системой осуществляется при помощи системного контроллера. Доступ к оборудованию обеспечивается на основе протоколов SNMP/TCP/IP через интерфейсы управления и мониторинга (Ethernet, COM-порт).

- Оборудование FG-FOM10GL2 имеет следующие встроенные функции управления, соответствующие рекомендациям ITU-T и ETS:
 - защита от ошибок и неисправностей (fault management);
 - управление и конфигурация оборудования (configuration management);
 - контроль производительности системы (performance management);
 - управление безопасностью (security management).
- Особенно важными функциями являются:
 - обработка аварий для локализации неисправного оборудования в сетях передачи данных.
 - диагностика ошибок на уровне модулей (для обнаружения неисправной платы).
 - настройка и хранение информации о конфигурации в базах данных (информация может вводиться и запрашиваться системой управления сетью или локальным терминалом).
 - определение параметров качества в соответствии с рекомендациями ITU-T G.826.
 - управление правами доступа к системе при помощи назначения паролей для различных классов пользователей.

2.8. Функция обработки заголовков SDH

Оборудование FG-FOM10GL2 обрабатывает байты заголовка кадров SDH в соответствии с таблицей 2.14.

Таблица 2.14. Обработка SDH-заголовков оборудованием FG-FOM10GL2

Заголовок		Описание	Поддержка оборудованием FG-FOM10GL2
RS-OH	A1, A2	Кадрирующие байты	✓
	J0	Маршрут секции регенератора	✓
	B1	Секция регенератора ВР-8	✓
	E1	Служебный канал секции регенератора	✓
	F1	Пользовательский канал секции регенератора	✓
	D1~D3	Секция канала передачи данных	✓
MS-OH	B2	ВР-Nx24	✓
	K1, K2 (b1~b5)	Автоматическое переключение защиты	✓
	K2 (b6~b8)	Секция мультиплексирования – индикация удаленной неисправности (MS-RDI)	✓
	D4~D12	Секция мультиплексирования канала передачи данных	✓
	S1	Статус синхронизации	✓
	M0, M1	Секция мультиплексирования – индикация удаленной ошибки (MS-REI)	✓
	E2	Линия канала служебной связи	✓
VC-4- Xc/VC- 4/VC-3 POH	J1	Маршрут канала	✓
	B3	Маршрут ВР-8	✓
	C2	Метка сигнала маршрута	✓
	G1	Статус маршрута	✓
	F2	Маршрут пользовательского канала	
	H4	Положение и последовательность индикации	✓
	F3	Маршрут пользовательского канала	
	K3 (b1~b4)	Автоматическое переключение защиты	
	K3 (b5~b6)	Резерв	
	K3 (b7~b8)	Канал передачи данных	

Заголовок		Описание	Поддержка оборудованием FG-FOM10GL2
	N1	Байт оператора сети	
VC- 2/VC-1 РОН	V5 (b1~b2)	BIP-2	✓
	V5 (b3)	LP-REI	✓
	V5 (b4)	LP-RFI	✓
	V5 (b5~b7)	Метка сигнала	✓
	V5 (b8)	LP-RDI	✓
	J2	Маршрут канала	✓
	N2	Байт оператора сети	
	K4 (b1)	Метка расширенного сигнала	✓
	K4 (b2)	VC ID	✓
	K4 (b3-b8)		