

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ПЛАТФОРМА FlexGain

# FlexGain FOM2,5GL2

---

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

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>О ДОКУМЕНТЕ .....</b>	<b>5</b>
<b>1. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ.....</b>	<b>6</b>
1.1. Описание оборудования FG-FOM2,5GL2.....	6
1.1.1. Конструкция оборудования FG-FOM2,5GL2 .....	7
1.1.2. Структурная схема оборудования .....	8
1.1.3. Базовый блок мультимплексора .....	8
1.1.4. Возможности кросс-коммутации .....	9
1.1.5. Синхронизация .....	9
1.1.6. Управление мультимплексором FG-FOM2,5GL2 .....	10
1.1.7. Защита трафика .....	10
1.1.8. Интерфейс аварийной сигнализации .....	10
1.1.9. Служебная линия .....	10
1.1.10. Пользовательский канал .....	11
1.2. Возможности SDH .....	11
1.3. Услуги передачи данных .....	12
1.3.1. Виртуальные локальные сети (VLAN) .....	12
1.3.2. Ограничение скорости входной информации .....	12
1.3.3. Класс услуг .....	12
1.3.4. GFP инкапсуляция данных .....	13
1.3.5. Защита на основе RSTP .....	13
1.3.6. Функция адресной рассылки второго уровня.....	13
1.3.7. Функция Ethernet .....	14
<b>2. АРХИТЕКТУРА АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ.....</b>	<b>16</b>
2.1. Описание шасси.....	16
2.2. Кросс-коммутация .....	17
2.3. Интерфейсы управления и аварийной сигнализации.....	18
2.4. Функция синхронизации и обработки SSm байта.....	18
2.5. Агрегатные оптические интерфейсы.....	19
2.5.1. Плата оптического интерфейса STM-16 (1×STM-16) .....	19
2.5.2. Плата оптического интерфейса STM-4 (4×STM-4) .....	19
2.5.3. Плата оптического интерфейса STM-1 (2×STM-1) .....	20
2.6. Трибутарные интерфейсы .....	20
2.6.1. Плата электрического 2 Мбит/с интерфейса (63×E1 W/P, 63×E1 EC 75/120 Ом) .....	20
2.6.2. Плата интерфейса Fast Ethernet (6×FE/L2).....	21
2.7. Обработка заголовка кадров SDH .....	23

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Оборудование FG-FOM2,5GL2, 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-FOM2,5GL2 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-FOM2,5GL2. В документе представлено описание мультиплексора FG-FOM2,5GL2, возможности его применения и технические спецификации.

## 1. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

В данной главе представлено описание мультиплексора FG-FOM2,5GL2, включающее описание архитектуры системы, интерфейсов, функций защиты трафика, синхронизации, управления и мониторинга, аппаратного резервирования модулей, структуры мультиплексирования.

### 1.1. Описание оборудования FG-FOM2,5GL2

Оборудование FG-FOM2,5GL2 может выполнять функции мультиплексора добавления/выделения (ADM), оконечного (терминального) мультиплексора (TMX) или кросс-коммутатора (LXC).

Мультиплексор FG-FOM2,5GL2 поддерживает оптические интерфейсы линейных сигналов STM-1, STM-4, STM-16 (в разработке STM-64) и интерфейсы трибутарных сигналов STM-1, STM-4, 2 Мбит/с (G.703) и Fast Ethernet 10/100BaseT. Перечень используемых интерфейсных модулей с указанием количества портов приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 Интерфейсы оборудования FG-FOM2,5GL2

<i>Тип интерфейса</i>	<i>Скорость</i>	<i>Тип соединения</i>	<i>Количество портов на плате</i>
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	2 (двунаправленный)
PDH	2 Мбит/с	Электрическое	63 (двунаправленный)
Ethernet	10/100BaseTх	Электрическое	6 (полнодуплексный)

В зависимости от архитектуры сети и требований сетевого оператора оборудование FG-FOM2,5GL2 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-FOM2,5GL2 совместимы с оборудованием SDH других производителей и предыдущими версиями SDH-устройств ЗАО «НТЦ НАТЕКС». Возможно построение новых сетей на базе оборудования FG-FOM2,5GL2 или его интеграция в уже существующие сети, построенные с применением оборудования SDH других производителей.

### 1.1.1. Конструкция оборудования FG-FOM2,5GL2

Мультиплексор FG-FOM2,5GL2 состоит из шасси, в которое устанавливаются служебные и интерфейсные платы. Шасси имеет размеры (ШхВхГ) мм 442×610×299 и предназначено для установки в 19" стивы ETSI.

Все внешние интерфейсы расположены на лицевой стороне шасси.

Внешний вид мультиплексора FG-FOM2,5GL2 представлен на рисунке 1.1.



Рис. 1.1 Внешний вид мультиплексора FG-FOM2,5GL2

### 1.1.2. Структурная схема оборудования

На рисунке 1.2. представлена структурная схема мультиплексора FG-FOM2,5GL2.

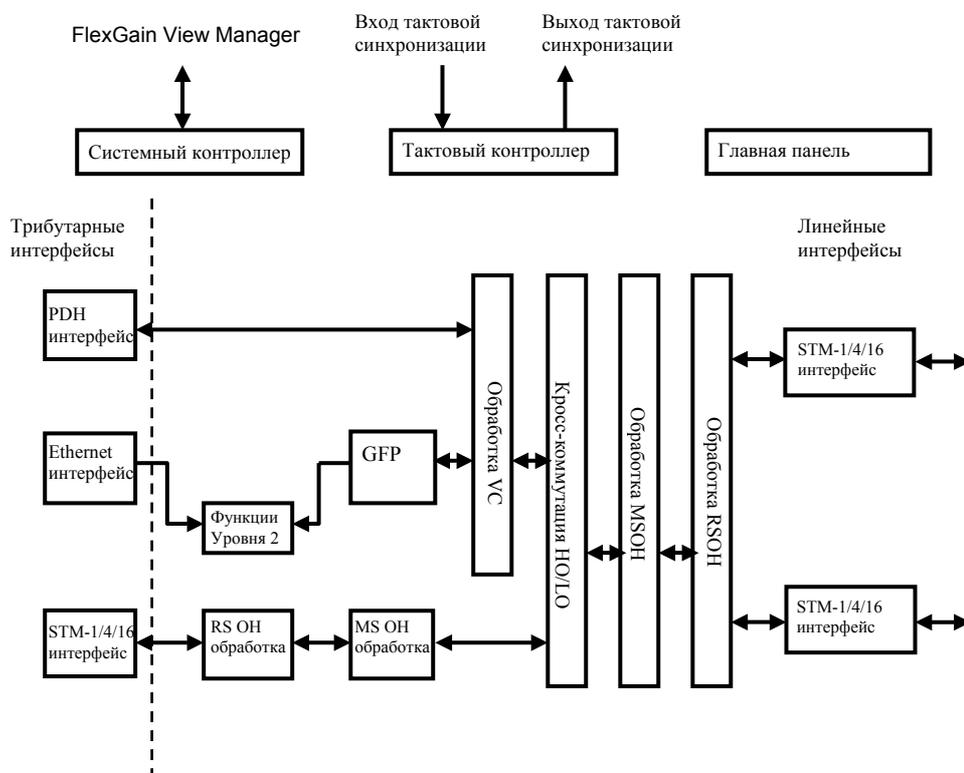


Рис. 1.2. Структурная схема мультиплексора FG-FOM2,5GL2

### 1.1.3. Базовый блок мультиплексора

Оборудование FG-FOM2,5GL2 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-FOM2,5GL2

Название платы	Описание
Power supply	Блок питания (диапазон от -36 ... -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 один модуль системного контроллера, два блока электропитания, два модуля кросс-коммутации и синхронизации, блок вентиляторов, воздушный фильтр и 17 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.

Таблица 1.3. Интерфейсные модули мультиплексора FG-FOM2,5GL2

Название платы	Описание
1×STM-16	Плата оптического интерфейса 1×STM-16
4×STM-4	Плата оптических интерфейсов 4×STM-4
2×STM-1	Плата оптических интерфейсов 2×STM-1
6×FE/L2	Плата электрических интерфейсов 6×FE/L2 с функциями коммутации уровня 2
63×E1 (W/P)	Плата адаптера интерфейсов 63×E1
63×E1 EC (75/120 Ом)	Плата электрических интерфейсов 3×21×E1 (импеданс 120 или 75 Ом)

#### 1.1.4. Возможности кросс-коммутации

Оборудование FG-FOM2,5GL2 поддерживает полную 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 3 2 × 32 VC -4.)

#### 1.1.5. Синхронизация

Синхронизация оборудования FG-FOM2,5GL2 может осуществляться от любого из следующих источников:

- от внешнего 2 МГц порта (Т3).
- от любого из входящих линейных сигналов STM-1/4/16 (Т1).
- от внутреннего тактового генератора Stratum 3 (Т0, ITU-T G.813).

Оборудование поддерживает основные и резервные источники синхронизации. Любому из источников синхронизации может быть присвоен определенный приоритет, на основании которого осуществляется выбор резервного источника при аварии основного.

Мультиплексор также имеет выходной порт (Т4) тактовой сетевой синхронизации для передачи синхросигнала станционному оборудованию, например ведомому задающему генератору (ВЗГ).

### 1.1.6. Управление мультимплексором FG-FOM2,5GL2

Управление мультимплексором может осуществляться на трех уровнях:

1. Локальное управление через пользовательский терминал, обеспечивается путем подключения COM-порта консоли к терминальному порту мультимплексора. 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).

### 1.1.7. Защита трафика

Оборудование FG-FOM2,5GL2 поддерживает следующие функции защиты SDH -трафика:

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

### 1.1.8. 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-FOM2,5GL2 принимает два типа аварийных сигналов:

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

### 1.1.9. Служебная линия

Оборудование FG-FOM2,5GL2 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-FOM2,5GL2 на основе технологии VoIP, позволяет осуществлять индивидуальные и групповые звонки и обеспечивает широкополосную связь.

### 1.1.10. Пользовательский канал

Оборудование FG-FOM2,5GL2 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.

### 1.2. Возможности SDH

Оборудование FG-FOM2,5GL2 поддерживает весь спектр стандартных функций SDH на уровне STM-1/4/16 (в разработке STM-64).

Оборудование FG-FOM2,5GL2 поддерживает основные виды защиты трафика MSP, SNCP и MS-SPRING.

Оборудование FG-FOM2,5GL2 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-FOM2,5GL2 поддерживает каналы служебной связи (байты E1, E2) и пользовательские каналы (байт F1).

Оборудование FG-FOM2,5GL2 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-FOM2,5GL2 поддерживает обработку и генерацию SSM сообщений о статусе сигнала синхронизации, передаваемого через сеть SDH.

Оборудование FG-FOM2,5GL2 осуществляет передачу пакетного трафика через сеть SDH и реализует дополнительные услуги помимо традиционных TDM -приложений.

Оборудование FG-FOM2,5GL2 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-FOM2,5GL2 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-FOM2,5GL2 поддерживает функции коммутации Ethernet -пакетов, в соответствии с Рекомендацией 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.

#### 1.3.2. Ограничение скорости входной информации

Мультиплексор FG-FOM2,5GL2 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.

#### 1.3.3. Класс услуг

Мультиплексор FG-FOM2,5GL2 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-FOM2,5GL2 поддерживает функции протокола GFP согласно Рекомендации 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-FOM2,5GL2 поддерживает функцию адресной рассылки второго уровня, включая статическую рассылку и контролируруемую динамическую рассылку.

### 1.3.7. Функция Ethernet

Мультиплексор FG-FOM2,5GL2 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 SDH-сетях на большей скорости. Статистическое мультиплексирование многочисленного Ethernet-трафика позволяет более эффективно использовать полосу пропускания.

- Режим ESR (Ethernet Shared Ring):

Режим ESR 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.

На рисунке 1.3 представлены возможные варианты передачи трафика Ethernet мультиплексорами FG-FOM2,5GL2.

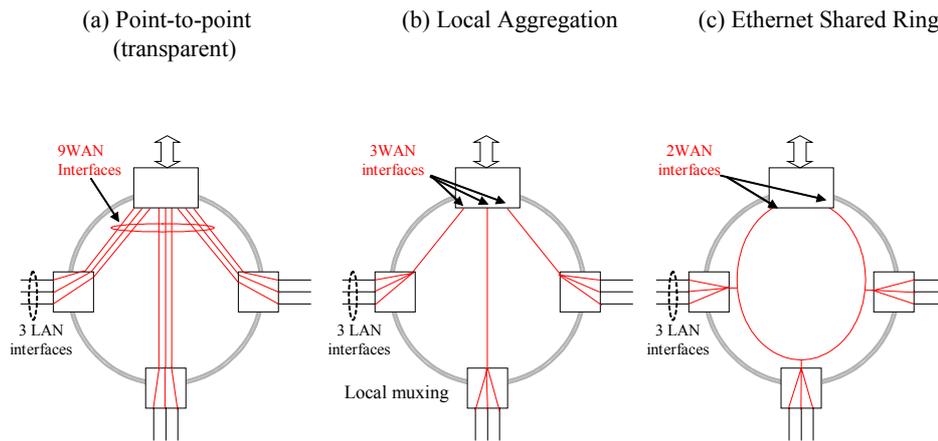


Рис. 1.3. Три режима передачи трафика Ethernet мультиплексорами FG-FOM2,5GL2

(а) «точка-точка» (прозрачный); (б) местное объединение (агрегирование) (в) режим ESR

## 2. АРХИТЕКТУРА АППАРАТНЫХ СРЕДСТВ

В данной главе описывается архитектура аппаратных средств мультиплексора FG-FOM2,5GL2, дизайн шасси и конструктивов.

### 2.1. Описание шасси

Мультиплексор состоит из шасси, имеющего габаритные размеры (ШхВхГ) 442×610×299 мм. Шасси устанавливается в стандартные 19” шкафы ETSI (высота 2200 мм или 2600 мм) или в 19” стив 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;
- 17 различных интерфейсных модулей.

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

На рисунке 2.1 приведена схема расположения модулей в шасси.

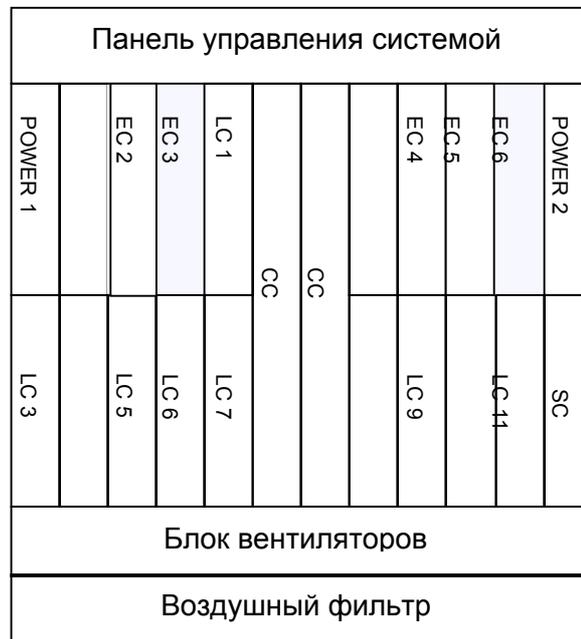


Рис. 2.1. Расположение модулей в шасси FG-FOM2,5GL2

Общее описание модулей приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Описание модулей в шасси FG-FOM2,5GL2

Название карты	Описание
SC	Системный контроллер
Power 1, Power 2	Модуль электропитания
CC 1, CC 2	Модуль кросс-коммутации
EC 1 – EC 6	В каждый слот E могут вставляться модули 63× E1 (WP) или 63× E1 EC
LC 1, LC 2, LC 3	1xSTM-16, 4xSTM-4, 2xSTM-1, 6xFE/L2
LC 4, LC 5, LC 6	Интерфейсные платы (короткие): 1× STM-16, 4× STM-4, 2× STM-1, 6× FE/L2 Интерфейсные платы (длинные): 63× E1 EC (вместе с модулем, установленным в соответствующем слоте EC):
LC 7, LC 8	1xSTM-16, 4xSTM-4, 2xSTM-1, 6xFE/L2
LC 9, LC 10	Интерфейсные платы (короткие): 2× STM-1, 6× FE/L2 Интерфейсные платы (длинные): 63× E1 EC (вместе с модулем, установленным в соответствующем слоте EC):
LC 11	Интерфейсные платы (короткие): 1× STM-16, 4× STM-4, 2× STM-1 Интерфейсные платы (длинные): 63× E1 EC (вместе с модулем, установленным в соответствующем слоте EC):

## 2.2. Кросс-коммутация

Матрица кросс-коммутации поддерживает следующие виды соединений:

- однонаправленные соединения;
- однонаправленные по схеме «точка-много точек» (включая 1+1 SNC);
- двунаправленные соединения;
- широковещательные (HOCC: 1:4 и LOCC: 1:63);
- 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 1×10/100M BaseT.
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-FOM2,5GL2 может синхронизироваться от любого из следующих доступных источников:

- линейных сигналов STM-1/4/16 (T1);
- внешних источников опорных синхросигналов, подключенных к входному интерфейсу синхронизации.

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

Мультиплексор FG-FOM2,5GL2 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-FOM2,5GL2 поддерживается алгоритм обработки SSM на агрегатных интерфейсах STM-1 (в разработке STM-4) и трибутарном интерфейсе 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-FOM2,5GL2 поддерживает алгоритм переключения источника синхронизации, основанный на SSM согласно Рекомендации МСЭ-Т G.781. Время восстановления для опорного источника синхронизации лежит в интервале от 0 до 12 минут и может настраиваться через систему управления сетью с шагом в одну минуту. Значение по умолчанию – 5 минут.

## 2.5. Агрегатные оптические интерфейсы

Мультиплексор FG-FOM2,5GL2 поддерживает оптические интерфейсы STM-16/4/1. 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-16 (1×STM-16)

Модуль может устанавливаться в любой слот LC1 -- LC8 и LC11. Основные параметры оптического интерфейса STM-16 приведены в таблице 2.3.

Таблица 2.3. Основные параметры интерфейса STM-16

Интерфейс	Описание
STM-16 оптический интерфейс	LC разъем Модули оптических интерфейсов STM-16: STM-16 (L-16.2 до 80 км) STM-16 (L-16.1 до 40 км) STM-16 (SR-16.1 до 15 км)

### 2.5.2. 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 2.4.

Таблица 2.4. Основные параметры интерфейса STM-4

Интерфейс	Описание
STM-4 оптический интерфейс	LC разъем Модули оптических интерфейсов STM-4: – STM-4 (L-4.2 до 80 км) – STM-4 (L-4.1 до 40 км) – STM-4 (S-4.1 до 15 км)

### 2.5.3. Плата оптического интерфейса STM-1 (2×STM-1)

Модуль может устанавливаться в любой слот от LC1 до LC11 (исключая слоты LC7 и LC8). Основные параметры оптического интерфейса STM-1 приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5. Основные параметры интерфейса STM-1

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

## 2.6. Трибутарные интерфейсы

### 2.6.1. Плата электрического 2 Мбит/с интерфейса (63×E1 W/P, 63×E1 EC 75/120 Ом)

Модуль 63×E1 содержит две платы:

- Функциональная плата 63×E1 W/P, которая позволяет асинхронно отображать 2 Мбит/с потоки E1 в контейнеры VC-12 в соответствии с Рек МСЭ-T G.707.
- Интерфейсная плата 63×E1 EC, которая подключается к 63×E1 W/P при помощи трех разъемов DB100 и организует 63 физических интерфейса E1. Возможна установка двух типов плат с импедансом 120 или 75 Ом.

Платы 63×E1 W/P и 63×E1 EC функционируют совместно, организуя 63 интерфейса E1. Возможны следующие конфигурации:

- Нет защиты: Три 63×E1 W/P и 63×E1 EC пар организуют до 189 портов E1.
- Защита 1:2: Три 63×E1 W/P и 63×E1 EC пар организуют до 126 рабочих портов E1 и 63 защитных порта.

В таблице 2.6. приведены основные характеристики интерфейсов E1

Таблица 2.6. Характеристики интерфейсов E1

Интерфейс	Описание
E1 (электрический интерфейс) G.703 МСЭ-T	Три разъема DB100 для 63 портов E1. Код HDB3. Дальность передачи для интерфейса E1 составляет 535 метров или 1750 метров.

## 2.6.2. Плата интерфейса Fast Ethernet (6×FE/L2)

Плата интерфейсного модуля Fast Ethernet позволяет отображать сигналы Fast Ethernet (тип 10/100 BaseTX) в VC-12-Xv.

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

Со стороны сети поддерживается два порта WAN. До шести 10/100 Мбит/с потоков данных может быть объединено в 1 или 2 порта WAN и перенаправлено 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. Плата может устанавливаться в слоты LC1 – LC8.

Основными функциями этого модуля являются:

- Инкапсуляция GFP (Рекомендация МСЭ-Т G.7041/Y.1303).
- Организация канала 10/100Мбит/с Ethernet VLAN.
- Масштабируемая полоса пропускания с помощью виртуальных сцеплений VC-12-Xv (X=1...46) и алгоритма LCAS.
- Поддержка VLAN.
- Список контролируемого доступа (Access Control List) основанный на MAC-адресах.
- Скоростной протокол связующего дерева RSTP (802.1w), значительно уменьшающий время восстановления.
- Функции многоадресной рассылки второго уровня (включая статическую рассылку и рассылку с функцией IGMP), которые позволяют использовать определенную полосу для таких приложений, как видео.
- Объединение второго уровня.
- Функция ограничения скорости по порту. Скорость каждого порта может регулироваться в диапазоне от 200 кбит/с до 100 Мбит/с с шагом 1 кбит/с.
- Функции протокола 802.1p QoS/CoS на основе порта Ethernet и/или VLAN.
- Каждый входной интерфейс FE имеет буфер для поддержки передачи пульсирующего трафика. Входной буфер интерфейса FE может принимать до 256 фреймов. Каждый интерфейс FE также имеет 4 выходных очереди, каждая из которых имеет буфер, в котором может размещаться до 496 фреймов, предназначенных для последующей передачи.
- При минимальных затратах, модель Ethernet предлагает широкий набор следующих функций для конечных пользователей:
  - масштабированная полоса пропускания без замены интерфейса,
  - прозрачная локальная сеть, позволяющая конечным пользователям избежать сложностей глобальной сети (глобальная сеть, которая очень похожа на локальную сеть),
  - высокая степень доступности локальной сети благодаря SDH защите между конечными пунктами.

В таблице 2.7. приведено описание интерфейсов модуля 6xFE/L2

Таблица 2.7. Описание интерфейсов модуля 6xFE/L2

<i>Интерфейс</i>	<i>Описание</i>
FE электрический интерфейс	RJ-45 разъем
	Стандарты: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10BaseT (рекомендация IEEE 802.3)</li> <li>• 100BaseTX (рекомендация IEEE 802.3u)</li> </ul>
	Поддерживаемые скорости передачи данных: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10 Мбит/с (полудуплексный, дуплексный, управление потоком)</li> <li>• 100 Мбит/с (полудуплексный, дуплексный, управление потоком)</li> </ul>
	Типы кабелей: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 10BaseT: 100 Ом – двужильная экранированная витая пара и двужильная неэкранированная витая пара (Категория 5 UTP). Максимальная длина до 100 метров</li> <li>• 100BaseT: 100 Ом – двужильная экранированная витая пара и двужильная неэкранированная витая пара (Категория 5 UTP). Максимальная длина до 100 метров</li> </ul>

## 2.7. Обработка заголовка кадров SDH

Оборудование FG-FOM2,5GL2 обрабатывает байты заголовка кадров SDH в соответствии с таблицей 2.8.

Таблица 2.8. SDH-заголовки обрабатываемые оборудованием FG-FOM2,5GL2

Заголовок		Описание	Поддержка оборудованием FG-FOM2,5GL2
RS-OH	A1, A2	Кадрирующие байты	✓
	J0	Маршрут секции регенератора	✓
	B1	Секция регенератора ВІР-8	✓
	E1	Служебный канал секции регенератора	✓
	F1	Пользовательский канал секции регенератора	✓
	D1~D3	Секция канала передачи данных	✓
MS-OH	B2	ВІР-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 ВІР-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	
	N1	Байт оператора сети	
VC-2/VC-1 POH	V5 (b1~b2)	ВІР-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-b7)	Зарезервировано	
	R4 (b8)	Соединение	