

ДК 621.396.029**МОДЕРНИЗАЦИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИИ SDH И ПЕРЕХОДА К NG SDH****Долгачёв С.И., доц., к.т.н. Бессараб В.И.**

Донецкий национальный технический университет, Украина

E-mail: brus_gitara@mail.ru

Аннотация

Долгачёв С.И., доц., к.т.н. Бессараб В.И. Модернизация существующих транспортных сетей на базе технологии SDH и перехода к NG SDH. Рассмотрены новые возможности, которые дает технология NG SDH, по сравнению с обычной SDH транспортной сетью. Рассмотрены основные различия и преимущества.

Общая постановка вопроса

Технология SDH является известной и достаточно распространенной технологией транспортных сетей. Она получила широкое распространение при строительстве транспортных сетей у операторов мобильной и фиксированной связи региональных, национальных и международных масштабов. На сегодняшний день наблюдается тенденция перехода на пакетную передачу данных. Это связано с постоянно растущим интересом со стороны абонентов к услугам Triple Play, опирающихся на технологии Ethernet/MPLS. Но построение с нуля абсолютно новой транспортной сети очень дорого, поэтому можно сказать, что ресурсы SDH сетей ещё не использованы до конца. Таким образом, наиболее оптимальным решением является модернизация существующих сетей SDH и превращение ее в сеть SDH следующего поколения -NG SDH. Сети следующего поколения присущи все достоинства традиционной сети SDH, но улучшены качественные показатели.[3]

Основные преимущества технологии NG-SDH состоят в следующем[4]:

- Одновременная передача TDM и Ethernet трафика.
- Скорость до 10 Гбит/с
- При совместном применении технологии SDH и спектрального уплотнения DWDM увеличение пропускной способности трактов до 40 Гбит/с (теоретический предел скорости составляет несколько терабит в секунду (Тбит/с)).
- Поддержка интерфейсов Fast Ethernet (FE) 10/100BaseT и GE 1000BaseX с автоматической регулировкой полосы пропускания линии (LCAS) и функцией виртуального сцепления контейнеров (VCAT).
- Функция встроенного коммутатора второго уровня (switch layer 2) с поддержкой технологии виртуальных ЛВС (VLAN).
- Поддержка QoS, RSTP.
- Поддержка различных алгоритмов защиты передаваемого трафика таких как: SNCP, MSP, MS-SPRing; позволяют организовать резервирование трактов STM-1/4/16/64 целиком или на уровне виртуальных контейнеров внутри данных трактов.
- Время защитного переключения с рабочего направления на резервное не более 50 мс.

Исходя из вышеперечисленных преимуществ, можно выделить основные особенности и отличия систем NG SDH по сравнению с SDH сетями[3]:

Общая процедура разбиения на кадры (General Framing Procedure, GFP), которая обеспечивает адаптацию асинхронного трафика данных на основе кадров переменной длины к байт ориентированному трафику SDH с минимальными задержками и избыточностью заголовков; ITU-T G.7041

Виртуальная конкатенация (Virtual Concatenation, VCAT), обеспечивает возможность объединения на логическом уровне нескольких контейнеров VC-12, VC-3 или VC-4 в один канал передачи данных. ITU-T G.707, G.783

Схема регулировки емкости канала (Link Capacity Adjustment Scheme, LCAS) — позволяет реализовать любые изменения пропускной способности без прекращения передачи данных. ITU-T G.7042

Метод инкапсуляции данных GFP

Наиболее интересным, с точки зрения оптимизации загрузки транспортных сетей, является метод инкапсуляции данных GFP. Он был создан для замены HDLC подобных методов инкапсуляции данных поверх SDH и одновременно уменьшения стоимости и сложности реализации метода в оборудовании.

Метод GFP поддерживает инкапсуляцию таких служб как 10/100/1000 Мбит/с Ethernet, IP, PPP, протоколы сетей хранения данных FiberChannel (FC), FICON, ESCON, а в будущем предполагается поддержка цифровых широковещательных видеосигналов и DVB-ASI. GFP адаптирует поток данных на основе кадров переменной длины к байт-ориентированному потоку данных сети SDH, отображая различные службы в кадр общего назначения, который затем отображается в кадры SDH. Эта кадровая структура лучше определяет и исправляет ошибки и обеспечивает большую эффективность использования полосы, чем традиционные методы инкапсуляции.

GFP кадр содержит следующие составляющие (Рис. 1): основной заголовок (GFP Header), заголовок полезной нагрузки (Payload Header), область полезной нагрузки (Payload Area), необязательное поле контроля ошибок полезной нагрузки FCS.

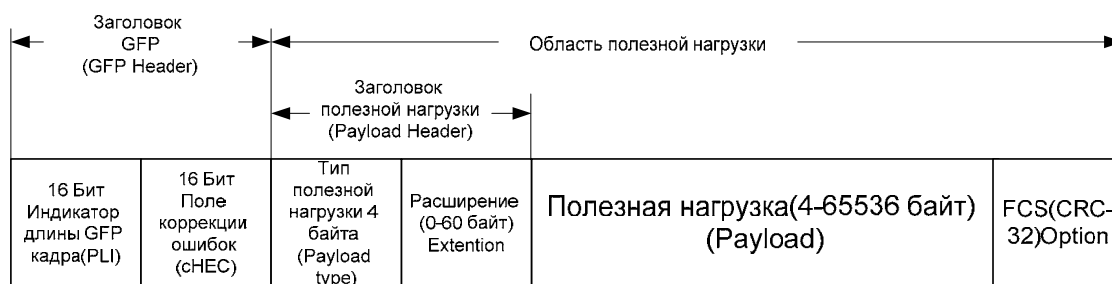


Рисунок 1 – Рис. 1. Структура кадра GFP

Основной заголовок, в свою очередь, содержит длину GFP кадра PLI и поле сНЕС (core Header Error Control) для определения и коррекции ошибок заголовка. сНЕС используется совместно с PLI для нахождения начала кадров (кадровая синхронизация). Эта процедура использует те же принципы, что и в технологии АТМ для синхронизации к потоку ячеек. Сначала приемник GFP кадров находится в состоянии поиска начала кадра (Hunt State), сканируя бит за битом и сравнивая вычисленный сНЕС для PLI с полученным

из потока сНЕС. При обнаружении совпадения приемник переходит в состояние Pre-Sync State в котором ему уже известна начальная точка следующего GFP кадра. Если для следующего кадра вычисленный сНЕС совпадает с полученным, то считается, что кадровая синхронизация установлена и приемник переходит в нормальное состояние синхронизации Sync State.

Традиционный метод конкатенации определен только для VC-4 в стандарте ITU-T G.707 термином «смежная». Это означает, что соседние контейнеры комбинируются и транспортируются через SDH сеть как один контейнер. Ограничения смежной конкатенации включают:

необходимость того, чтобы все сетевые узлы через которые проходит тракт передачи были способны распознать и обработать связанные (объединенные) контейнеры; недостаточная степень детализации (гранулированности) полосы, которое делает транспортировку многих сигналов данных неэффективной. [2]

Виртуальная конкатенация(объединение) VCAT

Виртуальная конкатенация определенная ITU стандартом G.707 позволяет связать контейнеры в одно соединение. Это может быть любое количество контейнеров любого типа. Например, два потока STM-1 могут быть объединены в одно виртуальное соединение. По сути, виртуальная конкатенация процедура обратная мультиплексированию. Такой подход позволяет использовать пропускную способность каналов с большей эффективностью[6].

Таблица 1 – Эффективность использования VCAT [5]

Сервис	Эффективность без VCAT	Эффективность с VCAT
Ethernet 10 Mb/s	20%	89%
Fast Ethernet 10 Mb/s	67%	100%
Gigabit Ethernet 1000 Mb/s	42%	95%
Оптический канал 1000 Mb/s	42%	95%

Узлы сети, в которых начинается и заканчивается передача, должны распознавать группы виртуальных контейнеров (VCG). А промежуточные узлы не обязательно должны быть осведомлены о виртуальной конкатенации[5]. Т.е. каждый индивидуальный контейнер в логической связке может иметь свой путь через сеть. Это может приводить к фазовым расхождениям между контейнерами прибывающими на оборудование терминирующего тракта передачи, что требует от оборудования сглаживания таких задержек.

Протокол LCAS

Протокол LCAS, как это определено ITU (в рекомендации ITU-T G.7042), представляет собой дополнительную технологию виртуального объединения. [6]

Протокол LCAS выполняется между двумя сетевыми элементами (NE), соединяющими пользовательские интерфейсы в сети SDH. Каждый байт H4/K4 передает управляющий пакет, состоящий из информации об виртуальной конкатенации и протоколе LCAS[2].

Протокол LCAS позволяет оборудованию отправителя динамически изменять полосу пропускания, изменяя количество контейнеров в группе конкатенации.

Также протокол LCAS может быть использован для устранения сбоев. Если происходит отказ при передаче отдельных членов группы виртуальной конкатенации, протокол LCAS продолжает передачу остальных членов группы, пусть и с меньшей пропускной способностью. После того как дефект устранен, размер группы может быть восстановлен без всякого ущерба. Размер группы может быть временно уменьшен

В дополнение к обеспечению надежности механизма VCAT, LCAS дает поставщикам услуг гибкость для адаптации пропускной способности по мере необходимости. Например, если клиент требует определенной дополнительной полосы пропускания в конце дня для передачи файлов (например, банковские учреждения), провайдер, благодаря LCAS, может предоставить необходимую пропускную способность без прерывания связи.[6]

Ethernet поверх SDH (EoS)

Самая распространенная реализация систем NG SDH. Данная функция является достаточно востребованной особенно у интернет провайдеров. Применение интерфейсов Ethernet в системах NG SDH естественно и закономерно:

Один и тот же физический интерфейс может работать в широком диапазоне скоростей, позволяя при необходимости изменять скорость подключения без замены оборудования;

Устраняется необходимость промежуточного преобразования интерфейсов при передаче данных из одной локальной сети в другую (а такой трафик составляет основной объем от всего трафика данных);

Значительно снижаются затраты на подключение.

На Рисунке 2 приведена функциональная схема реализации служб Ethernet в рамках технологии NG SDH.[2]

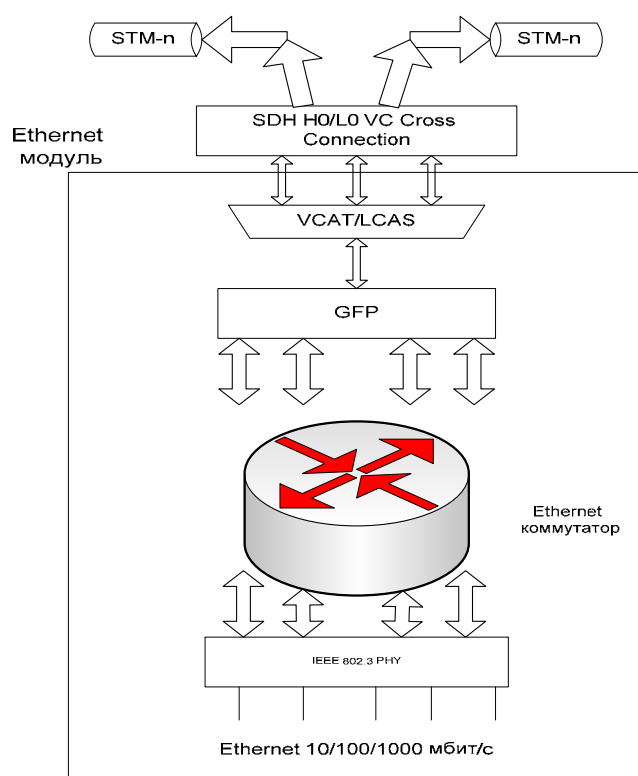


Рисунок 2 – Рис. 2. Функциональная схема Ethernet поверх SDH

Не на всем оборудовании NG SDH есть Ethernet коммутатор, Обычно это отдельная плата, выполняющая конкретные функции. Встраиваемая в Ethernet коммутатор поддержка

VLAN (802.1Q), технологии Q-in-Q (802.1ad), приоритизации кадров 802.1p в сочетании с GFP, VCAT, LCAS и остальными возможностями SDH позволяют строить региональные Ethernet сети (Metro-Ethernet) операторского класса. К таким дополнительным возможностям относятся схемы самовосстановления сети и средства эксплуатации, администрирования и обслуживания.

Таким образом, при использовании EoS, схемы самовосстановления в такой сети с третьего или второго уровней (перемаршрутизация, STP и т.п.) переносятся на уровень SDH, что многократно повышает их надежность и скорость (в пределах 50 мс). Это позволяет рекомендовать применение EoS там, где критичны надежность и скорость восстановления для обеспечения услуг «прозрачных» к сбоям в сети.[2]

Выводы

Таким образом, модернизация существующих сети SDH на сегодняшний день это оптимальное решение для расширения возможностей транспортных сетей. Этот подход минимизирует затраты на обучение персонала, который привык к существующей системе управления и, скорее всего, воспримет появление в ней новых функций положительно. Отпадает необходимость в затратных и высокопроизводительных магистральных коммутаторах - их функции распределяются между недорогим конечным оборудованием "последней мили" и существующими мультиплексорами.

Список литературы

1Статья. Игорь Бакланов NGSDH: успех неизбежен. Режим доступа:<http://masters.donntu.edu.ua/2009/kita/voropaeva/library/ar4.htm>

2Статья. Александр Горнак .Новые возможности SDH. Режим доступа: http://www.nstel.ru/articles/ng_sdh/

3Статья.А.Н.Александров,О.В. Самоходкин Решения NG SDH в конвергентных сетях связи.Режим доступа: <http://www.tsonline.ru/articles2/fix-op/reshen-ng-sdh-konverg-setyah-svyazi> Режим доступа <http://www.svpro.ru/sdh.htm>

4«Ethernet over SONET/SDH GFP, VCAT and LCAS,» Serge-Paul Carrasco,Carrasco & Associates 2002

5NEXT-GENERATION SONET/SDHTECHNOLOGIES AND TESTING CONSIDERATIONS», Claudio Mazzuca, Product Manager, EXFO Electro-Optical Engineering Inc., 2005