

Metro Ethernet-услуги для операторов связи в «немаркетинговом» понимании

Повсеместное развитие приложений на основе IP постоянно стимулирует пользователей к поиску доступных и высокоскоростных подключений. Проводной широкополосный доступ (ШПД) к Интернету с использованием xDSL-технологий или сеть мобильной связи третьего поколения — наглядное тому подтверждение. Но как в случае с xDSL, так и в случае с 3G может быть удовлетворена только одна потребность — в широкополосном доступе к Интернету для индивидуальных пользователей, причем с предоставлением услуг без каких-либо гарантий качества. Другое ощутимое ограничение применяемых решений ШПД — существенное ограничение пропускной способности из-за пределов физических возможностей «последней мили».

Рассматривая развитие сети оператора с эволюционной точки зрения, внимание к услугам, организованным с использованием Ethernet, является ожидаемым и вполне естественным.

Сегодня Ethernet как технология, рожденная для использования в локальных сетях, в процессе своей эволюции претерпела значительные изменения. Важно, что в настоящее время оператор связи, реализовав в сети базовые Ethernet-услуги, максималь-

Рассматривается предложение по развитию сети операторов связи на основе перспективной технологии Metro Ethernet. Анализируются три базовые модели соединений на основе виртуальных Ethernet-соединений (EVC) — «точка-точка» (E-Line), «многоточка-многоточка» (E-LAN), «корень-многоточка» (E-Tree), а также примеры их практического применения для решения задач операторов связи.

но сохранит существующие сценарии и алгоритмы взаимодействия элементов своей сети и связанные с ними процессы управления и тарификации услуг.

Дополнительным, но очень важным преимуществом предлагаемого подхода являются новые возможности, открывающиеся для оператора в случае использования существующей SDP (Service Delivery Platform) для организации услуг на основе некоторых базовых конфигураций Ethernet-сети. Во-первых, это возможность гибкого и централизованного управления ключевыми параметрами в профайлах пользователей. Во-вторых, изменение конструкций услуг без участия разработчиков SDP. В-третьих — поддержка множества различных конфигураций услуг в зависимости от ключевых параметров производительности.

Определение услуг

Базовая модель Ethernet-услуг, предоставляемых оператором Metro Ethernet Network (MEN), изображена на рис. 1. Пользовательское оборудование (Customer Equipment, CE), подключено к сети через пользовательский сетевой интерфейс (Unified Network Interface, UNI), используя стандартные Ethernet-интерфейсы 100 Мбит/с и 1 Гбит/с.

Один из ключевых атрибутов Ethernet-услуг — это виртуальное Ethernet-соединение (Ethernet Virtual Connection, EVC). Metro Ethernet Forum (MEF) определил EVC как «объединение двух и более UNI», где UNI является стандартным Ethernet-интерфейсом, определяющим демаркационную точку между пользовательским оборудованием MEN-оператора.

EVC выполняет две функции:

1. Соединяет два и более пользовательских сайта с целью обеспечения передачи между ними кадров Ethernet (фреймов);
2. Предотвращает передачу данных между сайтами пользователей, которые не являются частью

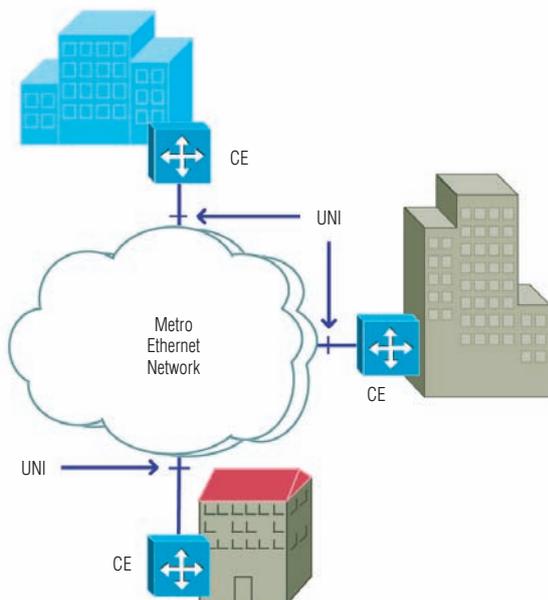


Рис. 1. Базовая модель предоставления Ethernet-услуг

одного и того же EVC. Это позволяет обеспечить конфиденциальность и безопасность передаваемых данных по аналогии с постоянным виртуальным соединением (PVC) в сетях Frame Relay или ATM.

Рассмотрим три основных варианта построения Ethernet-сети:

1. *Ethernet-линия (E-Line)* — «точка-точка»;
2. *Ethernet-ABC (E-LAN)* — «многоточка-многоточка»;
3. *Ethernet-дерево (E-Tree)* — «корень-многоточка».

Одно из ключевых качеств E-Line — возможность организации EVC-соединений «точка-точка» между UNI, по аналогии с PVC Frame Relay.

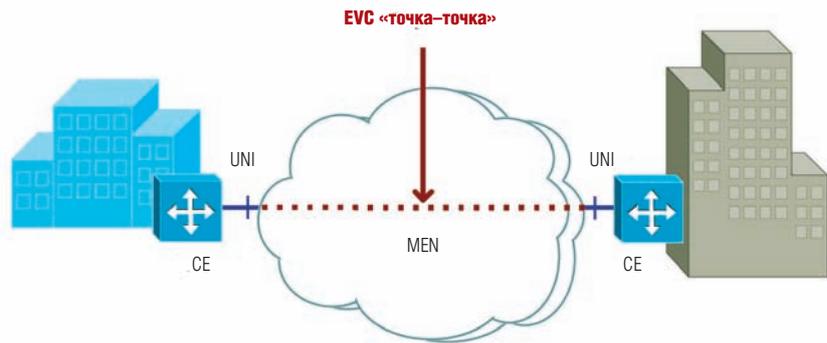


Рис. 2. Соединение типа E-line с использованием EVC «точка-точка»

плексирования потоков. На рис. 3 показан пример конфигурации UNI с двумя мультиплексированными EVC.

настройка гарантированных параметров качества EVC не производится, и если другие типы трафика не передаются, то интернет-трафик займет всю ширину канала (10 Мбит/с). Но с появлением загрузки в EVC1 скорость в канале EVC2 будет снижаться.

Соединение «точка-точка» (E-Line)

E-Line представляет собой виртуальное Ethernet-соединение по схеме «точка-точка» между двумя UNI, как показано на рис. 2. В простейшей реализации этот тип соединения может обеспечить симметричную скорость для передачи данных в любом направлении без каких-либо гарантий производительности.

Соединение E-line может обеспечить подключение «точка-точка» между UNI, аналогично услуге TDM private line. Поскольку это подключение двух UNI, при котором обеспечивается полная прозрачность передачи кадров, заголовки кадра и полезная нагрузка (payload) полностью идентифицируются для обоих UNI — источника и пункта назначения. Этот тип соединения позволяет минимизировать задержку кадра, джиттер, потерю кадров.

Таким образом, услуги, обеспечиваемые E-line, во многом аналогичны услугам Frame Relay или выделенным линиям. Однако по количеству вариантов подключения и диапазону возможных скоростей сети Ethernet значительно превосходят Frame Relay.

Одна из особенностей E-line — возможность организации мульти-

Первое виртуальное соединение EVC1 используется для обмена голосовым трафиком и данными приложений. Известно, что VoIP-трафик и трафик данных VPN требуют разного качества обслуживания. Поэтому внутри одного EVC, с использованием сервисных атрибутов, установлены разные уровни обслуживания: для VoIP-трафика — это CoS 6 (максимальное качество), для трафика данных VPN — CoS 2 (качество, близкое к минимальному). Помимо классов обслуживания для VoIP и трафика данных установлены также различные значения гарантированной пропускной способности: для VoIP — 1 Мбит/с, для трафика данных — 6 Мбит/с.

Второй канал EVC2 предназначен для связи сайта пользователя с точкой доступа (POP) оператора услуг Интернет. Для этого

Соединение «многоточка-многоточка» (E-LAN)

Ethernet-соединение E-LAN предоставляет возможность многоточечного подключения. Данные пользователя, отправленные с одного UNI, могут быть получены одним или несколькими UNI, подключенными к многоточечному виртуальному соединению. При добавлении нового сайта он подключается к этому же многоточечному EVC, что упрощает настройку оборудования и активацию услуг. С точки зрения пользователя E-LAN фактически выглядит как локальная Ethernet-сеть (LAN) (рис. 4).

Соединение E-LAN может быть использовано для обеспечения широкого диапазона услуг. В простейшем случае это передача данных с максимально возможной производительностью, но без гарантий

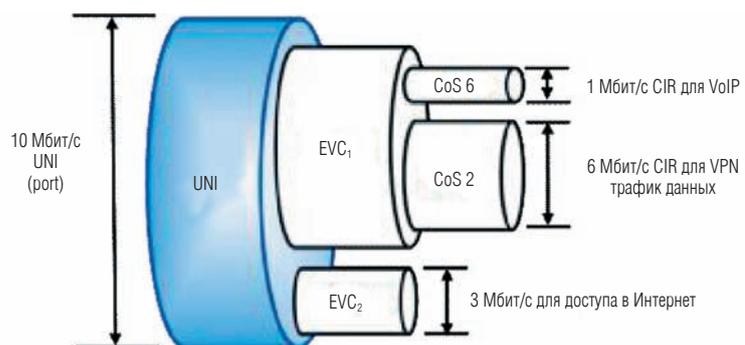


Рис. 3. Наглядный пример конфигурации одного UNI с двумя EVC

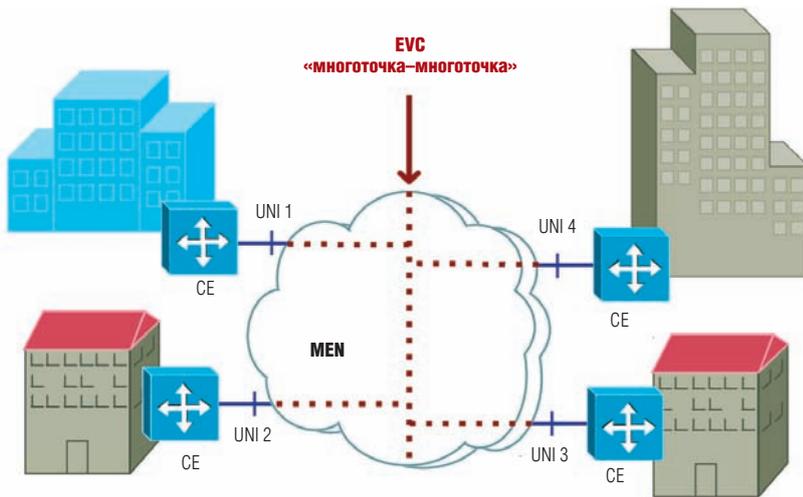


Рис. 4. Соединение типа E-LAN с использованием EVC «многоточка-многоточка»

качества. В более сложном исполнении E-LAN позволяет устанавливать параметры качества сервиса.

Данное соединение позволяет также поддерживать мультиплексирование одного или нескольких EVC в один UNI. Например, на одном из UNI могут быть сконфигурированы одновременно как услуги E-LAN, так и E-Line. В этом случае, используя мультиплексирование на одном UNI, услуга E-LAN может быть задействована для подключения сайтов пользователя, а E-Line — для подключения к Интернету.

Различие между соединением E-LAN и типичной сетевой топологией Frame Relay hub and spoke очевидно. PVC-каналы Frame Relay — это соединения «точка-точка», и многоточечные услуги организуются посредством множества PVC-соединений типа «точка-точка».

Соединение типа E-Tree

Тип соединения E-Tree представляет собой виртуальное Ethernet-соединение «корень-многоточка» между несколькими UNI (рис. 5). В простейшей реализации это один корень (корневой UNI) и множество так называемых листиков (UNI-листик) — по аналогии со строением дерева. Каждый UNI-листик может обмениваться данными только с корневым UNI. Сервисный Ethernet-кадр (фрейм), отправленный с одного UNI-листика на другой UNI-листик доставлен не будет. Этот тип соединения может использоваться для реализации услуги массового доступа в Интернет или передачи видео поверх IP. При этом может применяться один или более типов классов обслуживания (CoS).

В более сложной реализации E-Tree может иметь два или бо-

лее корней (корневых UNI). В этом сценарии каждый листик может обмениваться данными только с одним корнем, но корни могут обмениваться данными и между собой. В этой схеме реализован резервируемый доступ к корню для обеспечения надежности и гибкости.

Для соединения E-Tree также может применяться мультиплексирование (несколько EVC в одном UNI). Например, ничто не мешает на одном UNI объединять EVC «корень-многоточка» совместно с EVC «точка-точка». В этом сценарии EVC «корень-многоточка» может использоваться для обслуживания трафика определенных приложений, обеспечивая доступ к резервируемым ресурсам (разным корням), а отдельный EVC «точка-точка» может использоваться для организации связи между сайтами пользователя.

Практика применения Ethernet-соединений

Рассмотрим особенности наиболее популярных Ethernet-услуг, востребованных операторами связи.

Выделенный доступ в Интернет

Поскольку пользователи заинтересованы в получении высокоскоростного подключения к Интернету, услуга EVC «точка-точка» идеально обеспечивает подключение пользовательского сайта к ближайшей точке присутствия (POP) оператора Интернет (ISP).

В простейшем сценарии на сайте пользователя могут использоваться непомеченные сервисные кадры. Для подключения к двум и более операторам пользователь может задействовать Boarder Gateway Protocol (BGP). В этом случае он должен использовать отдельные E-Line к каждому ISP.

Оператору рекомендовано использовать мультиплексирование услуг пользователей на одном высокоскоростном Ethernet UNI. Например, как показано на рис. 5, оператор может иметь соедине-

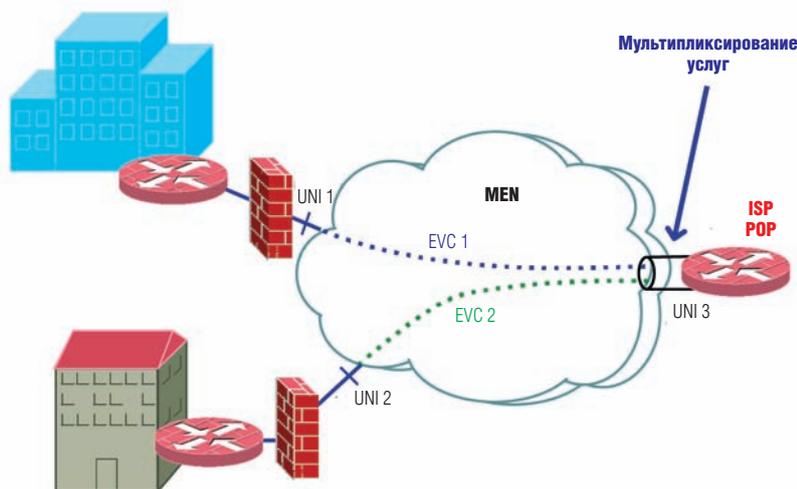


Рис. 5. Схема реализации услуги «Выделенный доступ в Интернет»

ние 1 Гбит/с UNI (UNI 3), а пользователи — UNI 1 и UNI 2 по 100 Мбит/с каждый. В этом примере мультиплексирование услуг используется лишь на стороне оператора, поскольку пользователи имеют выделенное Ethernet-соединение к точке присутствия интернет-оператора.

Расширение ЛВС

Представим себе, что есть потребитель, имеющий множество сайтов в одном населенном пункте (metro area), который желает соединить их между собой на высокой скорости, чтобы эти сайты выглядели как одна ЛВС с производительностью, эквивалентной офисной ЛВС, и при этом был обеспечен доступ к серверам и хранилищам данных предприятия.

Это наиболее характерный пример услуги «Расширения (extension) ЛВС», обеспечивающей подключение пользователей ЛВС без какой-либо промежуточной маршрутизации между различными UNI (сайтами). В некоторых случаях это проще и дешевле, чем маршрутизация, однако для очень больших сетей могут возникать проблемы масштабируемости.

Услуга «Расширение ЛВС» предполагает соединение коммутатор–коммутатор, а это требует большей прозрачности от сети оператора, чем для услуги «Выделенный доступ в Интернет». Например, пользователь может захотеть использовать Spanning Tree Protocol (STP) сквозь соединенные сайты, требуя при этом от оператора поддержки туннелей Bridge Packet Data Unit (BPDU). Если в сети пользователя используются VLAN, разделяющий трафик различных департаментов, пользователю также понадобится сделать представление VLAN на множестве сайтов, требуя для этого поддержку переноса пользовательских CE-VLAN-меток через MEN-соединения.

Пример реализации услуги «Расширение ЛВС» с участием четырех сайтов, соединенных через MEN, приведен на рис. 4. Три отдельных пользовательских VLAN представлены лишь в некоторых, но не во всех, сайтах. Это пример демонстрирует выполнение основной функции услуг маршрутизации трафика между сайтами. Каждый интерфейс должен поддерживать сохранение CE-VLAN ID и CE-VLAN CoS — другим словами, метка пользовательского VLAN и бит 802.1p не должны преобразовываться в MEN. В этом случае MEN выглядит как одиночный Ethernet-сегмент, в котором каждый сайт может быть участником любого VLAN. Преимущество такого подхода заключается в том, что пользователь может конфигурировать CE-VLAN сквозь все четыре сайта без каких-либо координаций и взаимодействия с оператором.

Интранет/экстранет L2 VPN

Ethernet-услуги могут быть хорошим вариантом для маршрутизируемых интранет-соединений между удаленными сайтами и экстранет-соединений для поставщиков, заказчиков и других бизнес-партнеров организации пользователя.

Телевизионное вещание (Video Broadcast)

На базе соединений типа E-Tree может быть организовано телевизионное вещание — передача видеосигналов от источника к множеству потребителей. В этом сценарии от сайта, в котором расположен передающий видеосигнал (video head-end), через UNI, являющимся корнем, организовано множество EVC к UNI пользователей (листочкам). Соединение может поддерживать множество вещательных каналов, которые доставляют данные от корня к листьям, другими словами, от video head-end — к пользователям, в одном направлении. Подобный сценарий обладает преимуществами масштабирования не хуже, чем соединение типа E-Line.

Пользователь может получать также определенные каналы, на которые он подписан. Сигнализация, отвечающая за определение этих каналов для каждого отдельного пользователя, реализуется через стандартный multicast-протокол, например IGMP v3.

В случае, когда необходимо резервирование, может использоваться два корневых UNI, взаимодействие между которыми происходит с помощью протоколов резервирования, отвечающих за то, чтобы только от одного корня передавались данные через EVC к пользователям.

Metro Ethernet как основа для услуг операторов связи

Используя соединения Metro Ethernet в качестве основы для услуг оператора, можно обеспечить поддержку значительного набора существующих приложений более легко, эффективно и выгодно с точки зрения затрат, чем с помощью других сетевых возможностей и стандартов.

Используя типовый Ethernet-интерфейс, пользователь может установить безопасное выделенное виртуальное Ethernet-соединение через метро-сеть или через WAN, объединить свои сайты, подключить бизнес-партнеров, поставщиков или клиентов, а также обеспечить соединение с Интернетом.

В дополнение, многие услуги, созданные на базе соединений Metro Ethernet, обладают уникальной гибкостью по управлению гарантированной пропускной способностью. Это позволяет пользователю не задумываться над тем, каким образом он сможет увеличить пропускную способность канала между своими сайтами, если этого потребуют приложения.

Залогом настоящего и будущего развития услуг на базе Metro Ethernet является их простота, относительная дешевизна и доступность при условии реализации соответствующего архитектурного решения у оператора.

*По материалам компании «Приком»
подготовил Владимир СКЛЯР, СИБ*