

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ETHERNET В СЕТЯХ ОПЕРАТОРСКОГО КЛАССА И СПОСОБЫ ИХ РЕШЕНИЯ

Новиков В.И., Шаповалов Р.С.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПІ», Україна

E-mail: sharom94@gmail.com

Problems of implementation Ethernet in networks carrier-class and their solutions

Methods and algorithms for networks Carrier Ethernet, in particular, basic properties. And also, what features you want to add classic Ethernet to become a network of Carrier Ethernet.

Ethernet операторского класса (Carrier Ethernet, или Carrier Grade Ethernet) — это сравнительно новый термин, а также новые виды услуги, которые операторы связи предоставляют в глобальном масштабе.

Хотя технология Ethernet является наиболее популярной технологией локальных сетей, успех Ethernet в локальных сетях привел к напрашивающейся идее об использовании этой технологии в сетях операторского класса.

В наиболее широком смысле под Ethernet операторского класса понимают как услуги Ethernet, которые операторы связи предоставляют в глобальном масштабе, так и технологии, на основе которых эти услуги организуются. В эти технологии входит усовершенствованная версия Ethernet, а также MPLS и технологии первичных сетей, такие как SDH, OTN и DWDM.

Потенциальные преимущества Ethernet за пределами локальных сетей следующие [1]:

1. Для пользователей: Соединять свои территориально рассредоточенные сети LAN на уровне коммутаторов Ethernet без привлечения протокола IP.
2. Для провайдеров - технология Ethernet операторского класса важна и как популярная услуга, и как внутренняя быстрая транспортная технология канального уровня.
3. Низкая стоимость портов Ethernet по сравнению с портами любой другой технологии.
4. Унификация - сетевой уровень уже давно демонстрирует однородность, а перспектива получить однородный канальный уровень в виде Ethernet выглядит очень заманчивой.

Для того чтобы успешно работать в сетях операторов связи, технология и ее оборудование должны обладать определенным набором характеристик: надежность, отказоустойчивость, масштабируемость и управляемость.

Эталоном такой технологии может служить технология SDH. Однако технология Ethernet в своем классическом виде не готова стать технологией глобальных сетей.

Чтобы соперничать с SDH, технологии Ethernet надо улучшить свою функциональность, при этом наиболее важным является решение следующих задач:

- Необходимо принципиально обеспечить изоляцию адресных пространств сети Ethernet провайдера от адресных пространств сетей Ethernet пользователей. Пространство MAC-адресов Ethernet является плоским, поэтому если сеть Ethernet провайдера соединить непосредственно (а не через маршрутизатор) с сетями Ethernet пользователей, то всем коммутаторам сети Ethernet провайдера придется иметь дело с MAC-адресами пользовательского оборудования, а у крупного провайдера их может насчитываться сотни тысяч.

- Эксплуатационные и административные характеристики должны поддерживаться протоколами администрирования и обеспечивать мониторинг состояния соединений, а также локализацию и устранение неисправностей.

Для того, чтобы превратить Ethernet в транспортную технологию операторского класса, предлагается в классический вариант Ethernet внести следующие изменения и дополнения [3]:

1. Разделение адресных пространств пользователей и провайдера. Стандарт IEEE 802.1ad «Мосты провайдера» (Provider Bridge, PB) был первым стандартом, который решал проблему изоляции адресного пространства сети провайдера от адресного пространства его пользователей. Однако проблема изоляции адресных пространств решается в этом стандарте только частично, так как MAC-адреса пользователей по-прежнему присутствуют в коммутаторах сети провайдера и разделяются только пространства идентификаторов VLAN.

Стандарт PB вводит двухуровневую иерархию идентификаторов VLAN. На внешнем (верхнем) уровне располагается идентификатор VLAN провайдера S-VID (Service VLAN ID), а на нижнем (внутреннем) уровне — идентификатор VLAN пользователя C-VID (Customer VLAN ID).

В стандарте на магистральные мосты провайдера (Provider Backbone Bridges, PBB) адресные пространства пользователей и провайдера разделяются за счет того, что пограничные коммутаторы провайдера полностью инкапсулируют пользовательские кадры Ethernet в новые кадры Ethernet, которые затем применяются в пределах сети провайдера для доставки пользовательских кадров до выходного пограничного коммутатора.

При передаче кадров Ethernet через сеть PBB в качестве адресов назначения и источника используются MAC-адреса пограничных коммутаторов (Backbone Edge Bridges, BEB). По сути, в сети провайдера работает

независимая иерархия Ethernet со своими MAC-адресами и делением сети на виртуальные локальные сети (VLAN) так, как это удобно провайдеру.

2. Функции эксплуатации, администрирования и обслуживания. Функции эксплуатации, администрирования и обслуживания (Operation, Administration, Maintenance, OAM) всегда были слабым звеном Ethernet, и это причина, которая сдерживала внедрение технологии Ethernet в сетях операторского класса. Новые стандарты призваны исправить эту ситуацию, вводя средства, с помощью которых можно выполнять мониторинг достижимости узлов, локализовывать неисправные сегменты сети и измерять уровень задержек и потерь кадров между узлами сети.

К настоящему времени разработано несколько новых стандартов Ethernet, относящихся к функциям эксплуатации, администрирования и обслуживания:

- IEEE 802.1ag. Connectivity Fault Management (CFM). Стандарт описывает протокол мониторинга состояния соединений.
- ITU-T Y.1731. Стандарт комитета ITU-T воспроизводит функции стандарта IEEE 802.1ag и расширяет их за счет группы функций мониторинга параметров QoS.
- IEEE 802.3ah. Стандарт тестирования физического соединения Ethernet.
- MEF E-LMI. Интерфейс локального управления Ethernet.

Стандарт E-LMI позволяет пограничному пользовательскому устройству, то есть устройству типа SE, запрашивать информацию о состоянии и параметрах услуги, предоставляемой сетью провайдера по данному интерфейсу. Например, пограничный коммутатор Ethernet, расположенный в сети пользователя, может запросить у пограничного коммутатора провайдера (то есть устройства PE) информацию о состоянии услуги E-LINE или E-LAN.

Выводы. Проведенный анализ показал, что технология Ethernet операторского класса является многообещающей технологией пакетной передачи данных для использования в транспортных сетях. Технологические изменения и прогресс в развитии технологии Ethernet обеспечивают ее применение в качестве такого транспорта.

Литература

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. 4-е изд. — СПб.: Питер, 2010.
2. Конвергенция мобильных и стационарных сетей следующего поколения. Под ред. К. Иньевски, Москва: Техносфера, 2012.