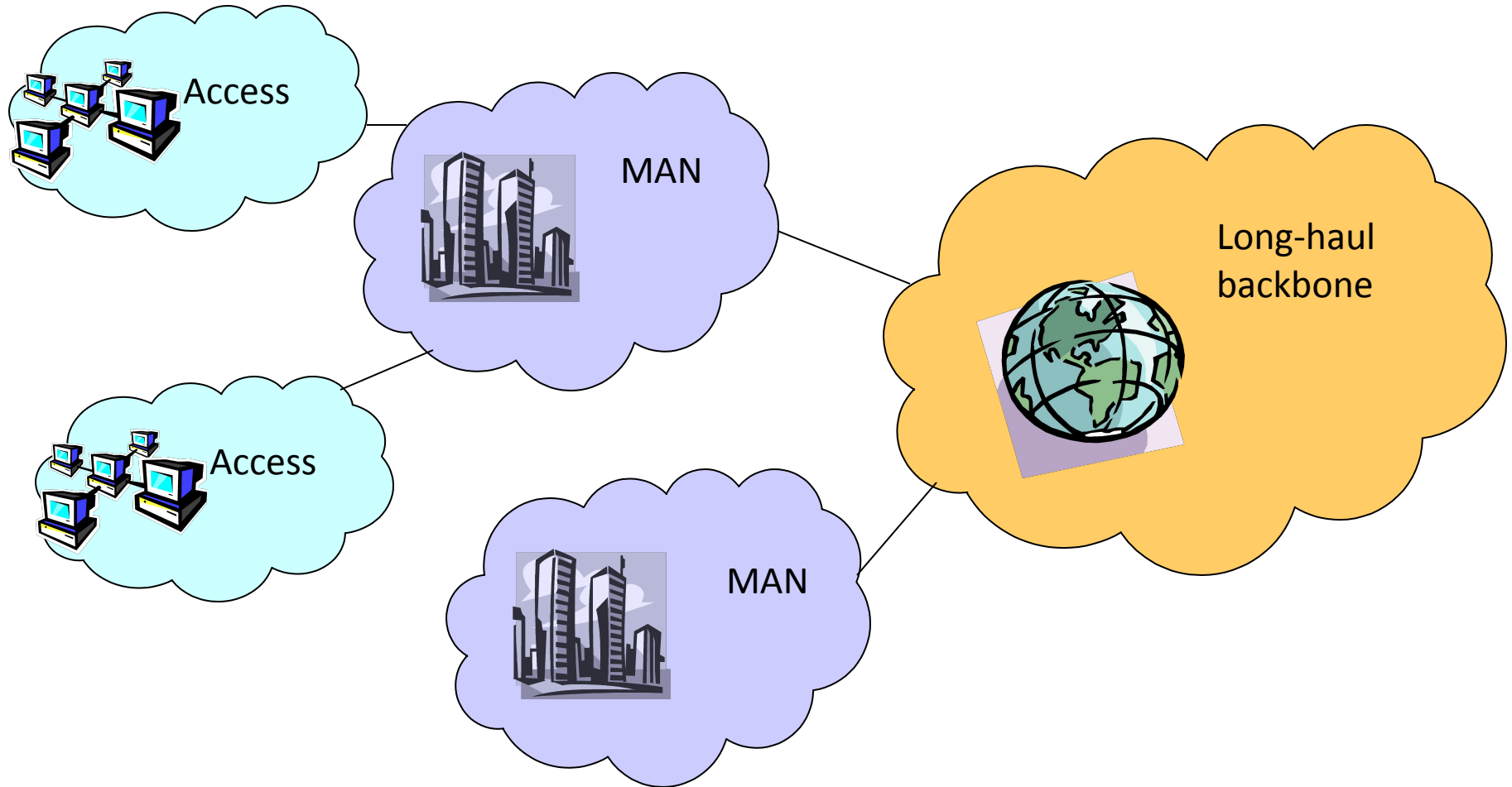


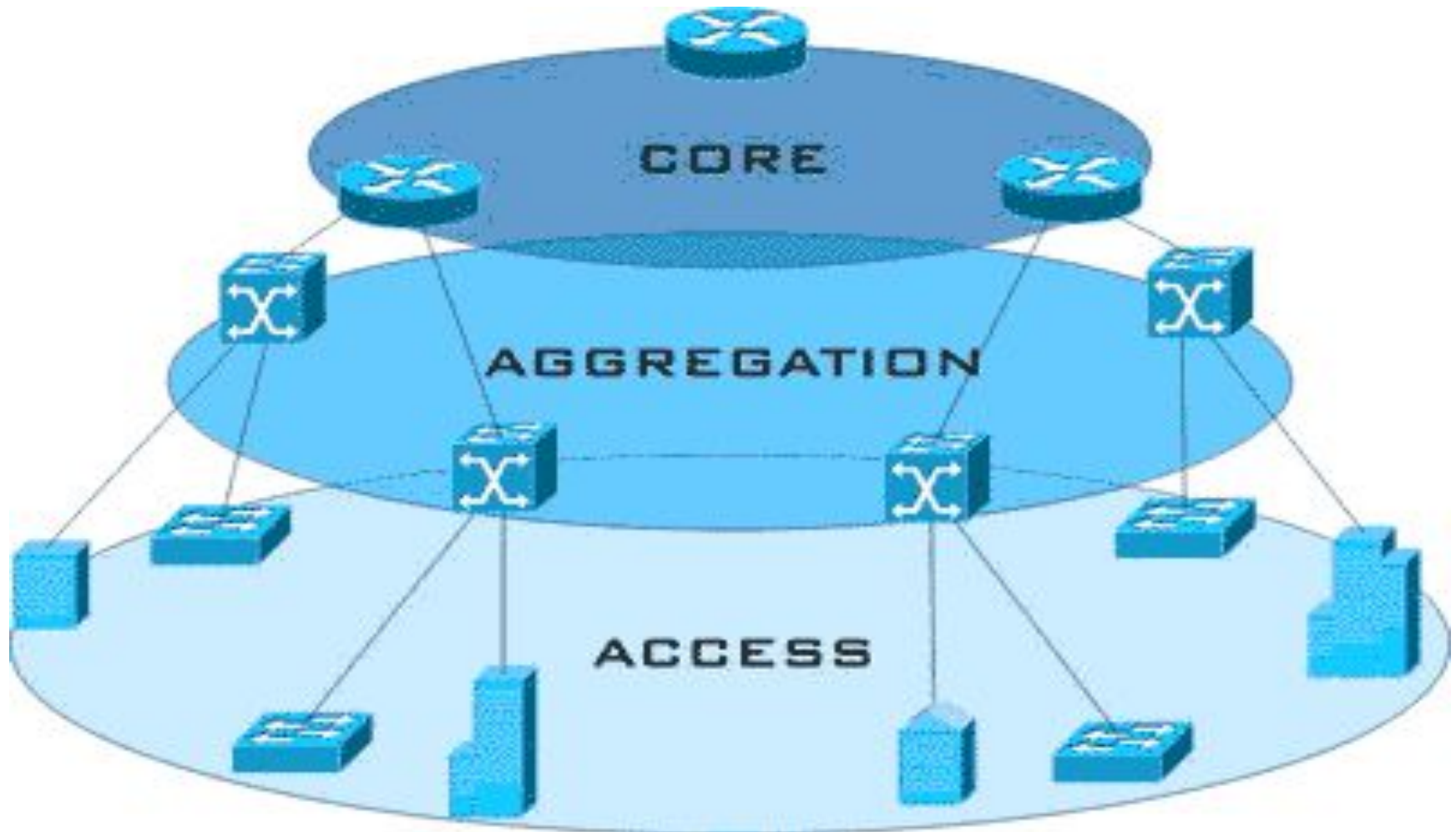
Архитектура MAN

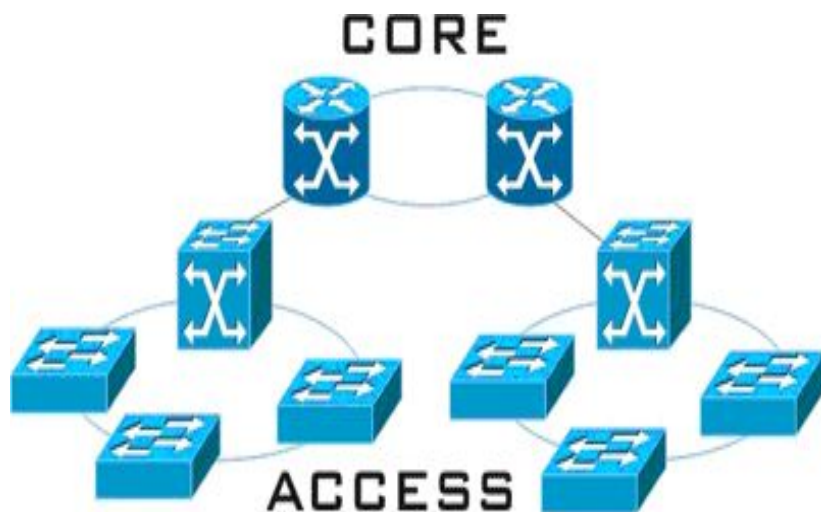


MAN – metropolitan area network



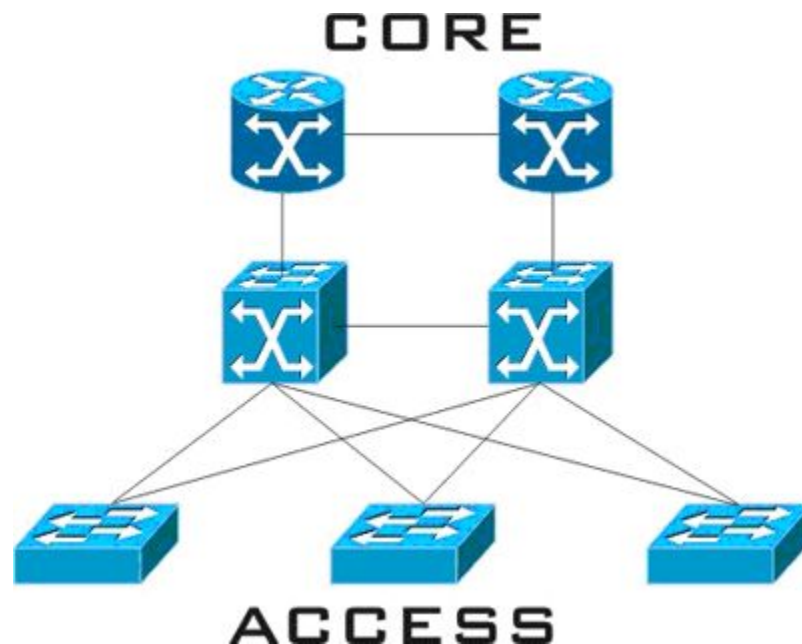
Классическим на сегодня подходом к построению городских сетей является функциональная декомпозиция на уровни доступа: опорная сеть (магистраль), уровень распределения/агрегации, уровень доступа (клиентский доступ)



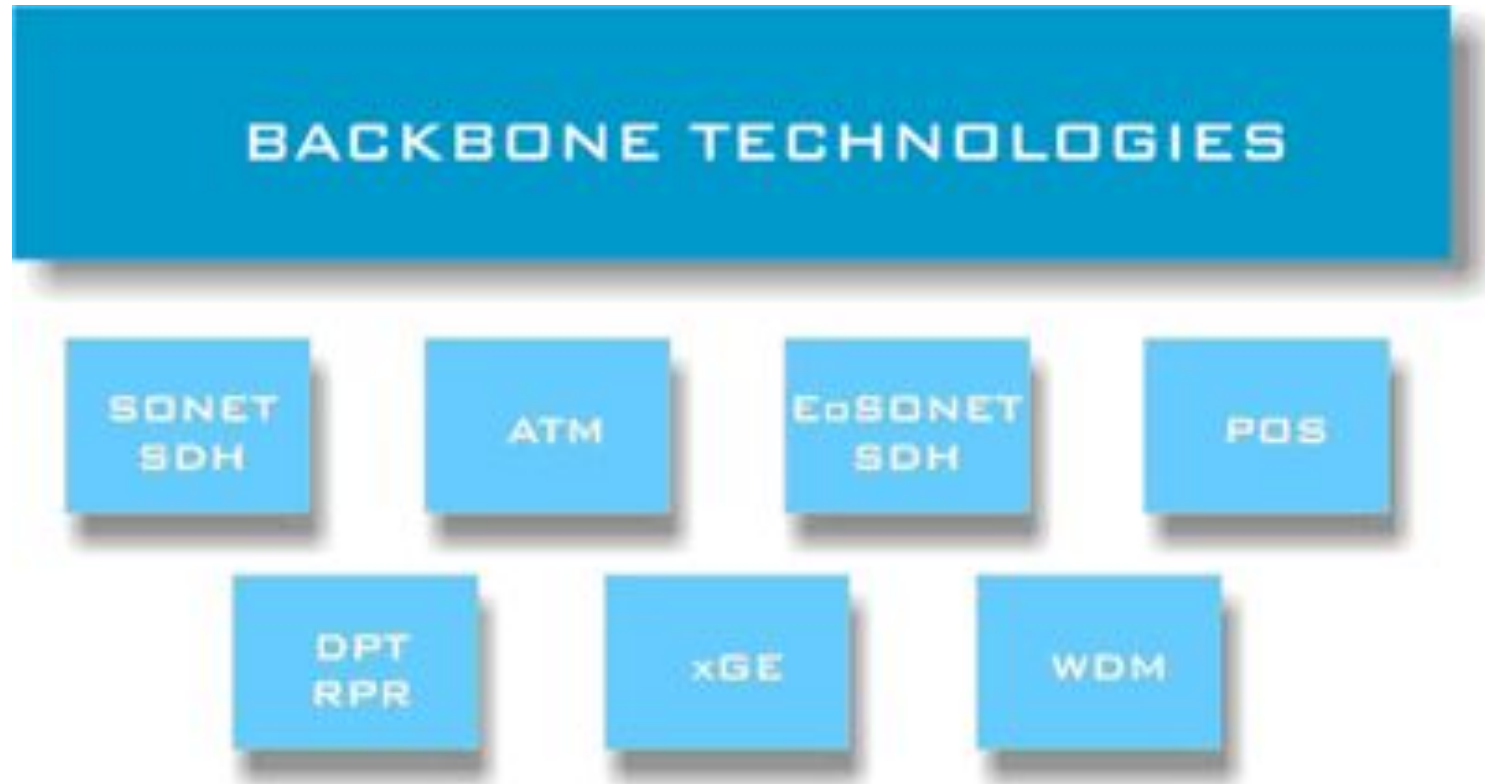


Для обеспечения повышенной надежности и резервирования широко применяется топологическая модель кольца. Кольца обычно создают на уровнях опорной сети и доступа

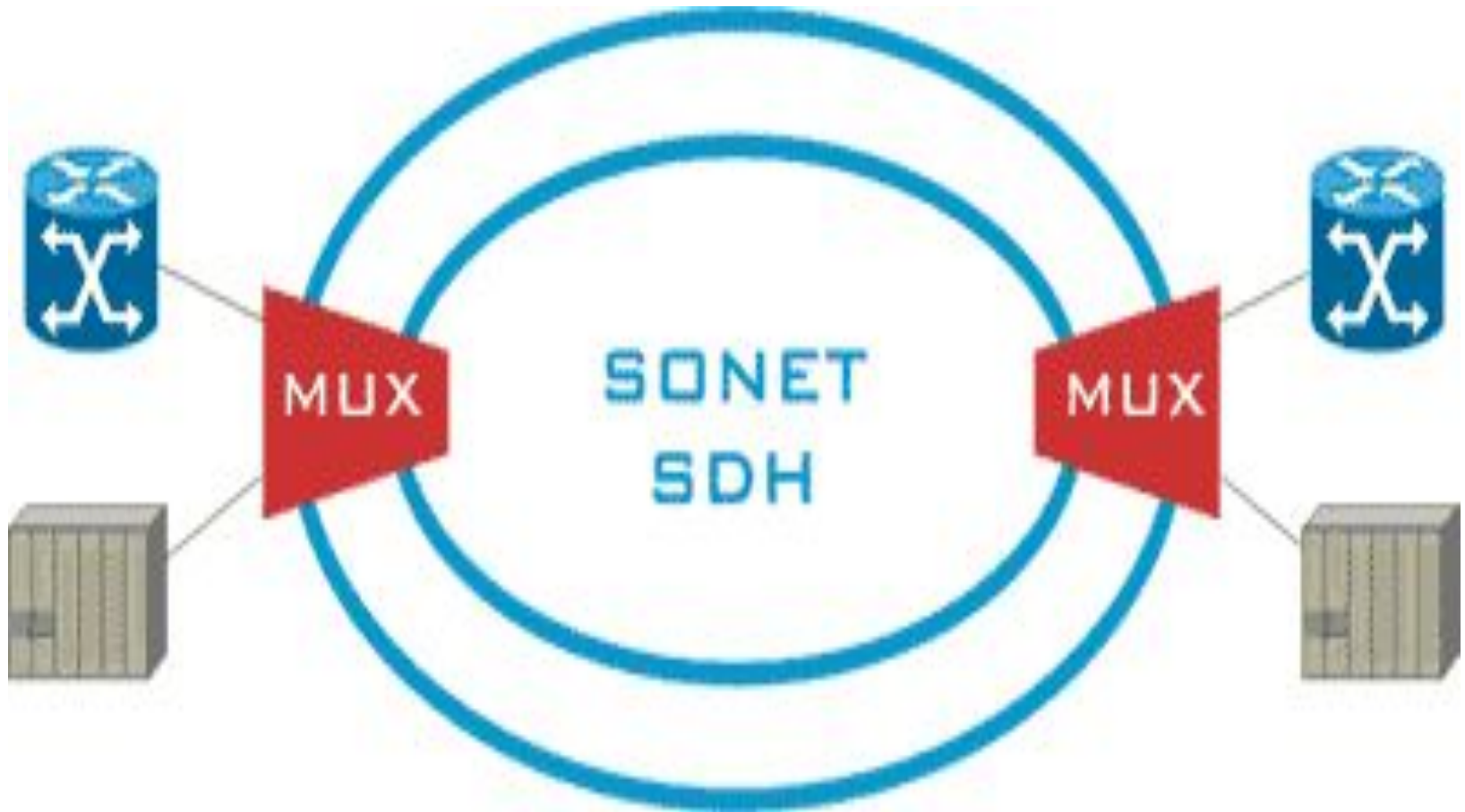
или топология типа "звезда" (не забывая о резервировании каналов).



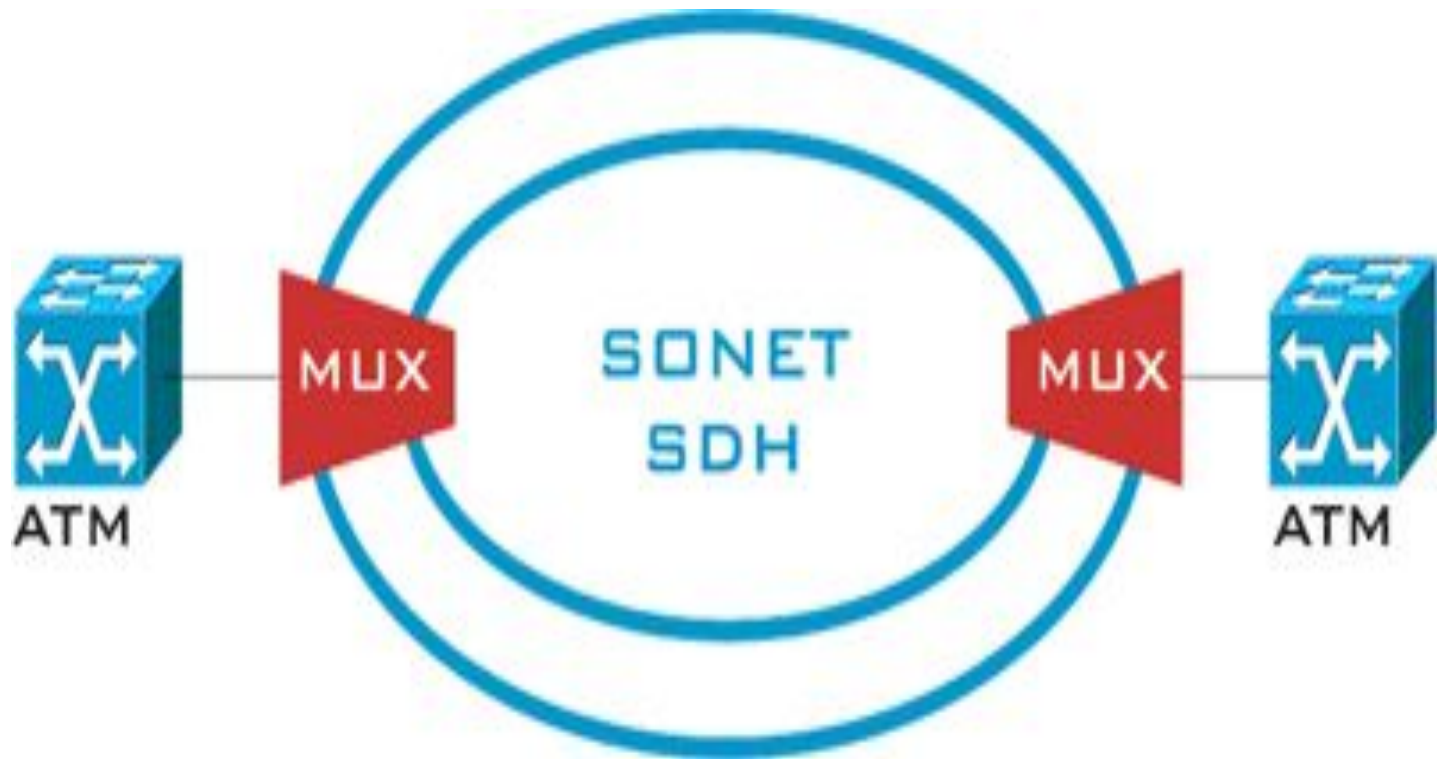
Базовые магистральные технологии



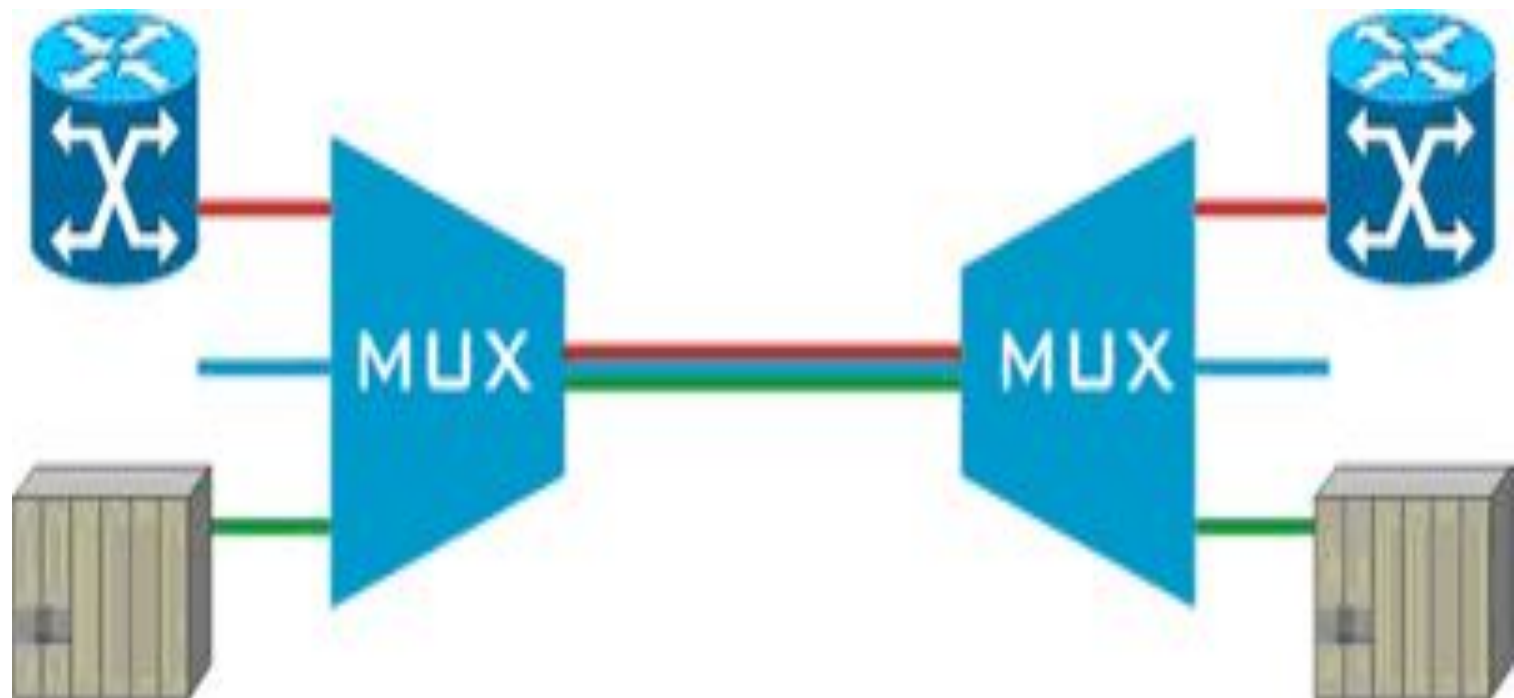
SONET/SDH



ATM



WDM



Технологии доступа

ACCESS TECHNOLOGIES

ETHERNET

XDSL

PNA

WIRELESS

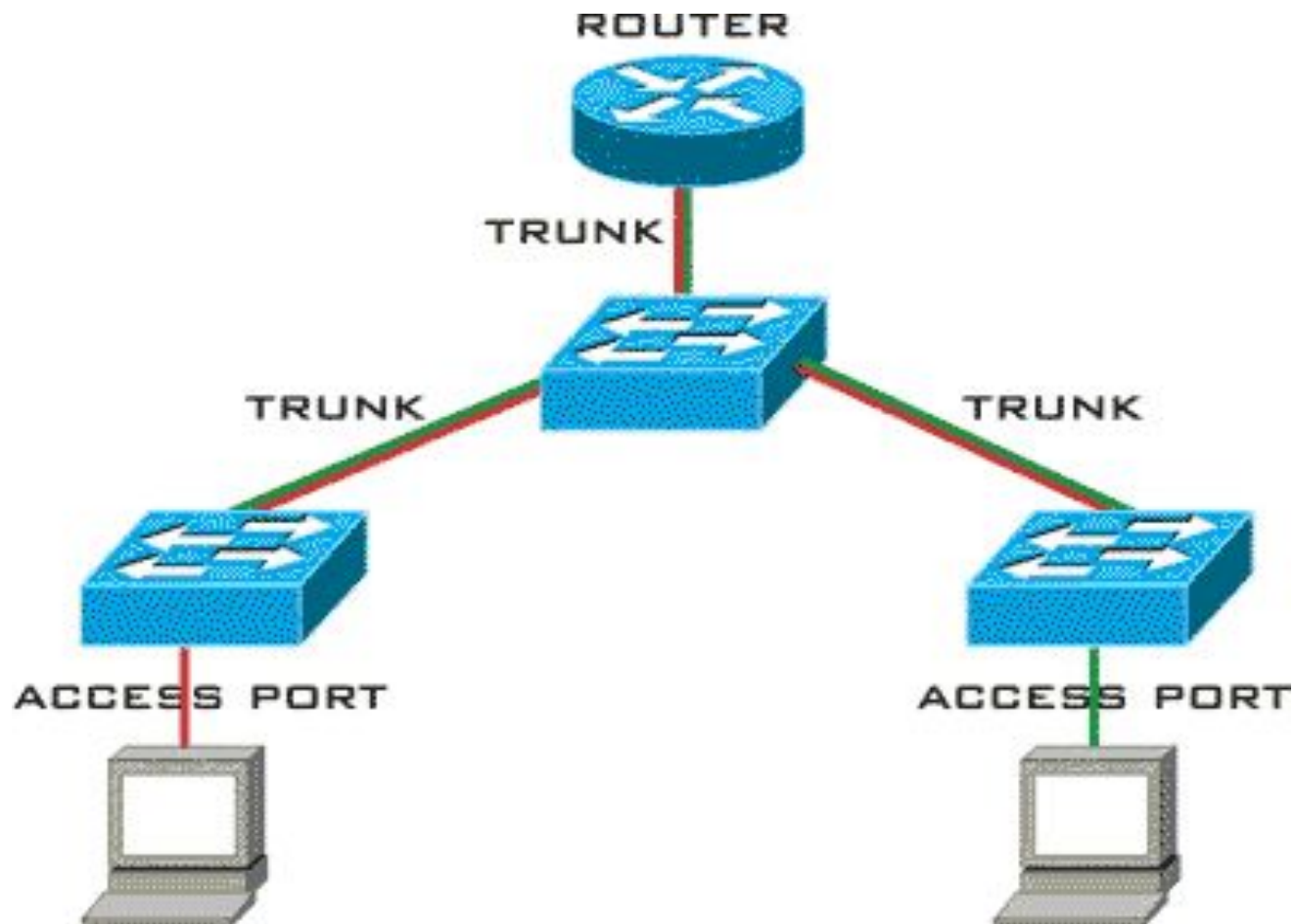
SATELLITE

INFRARED

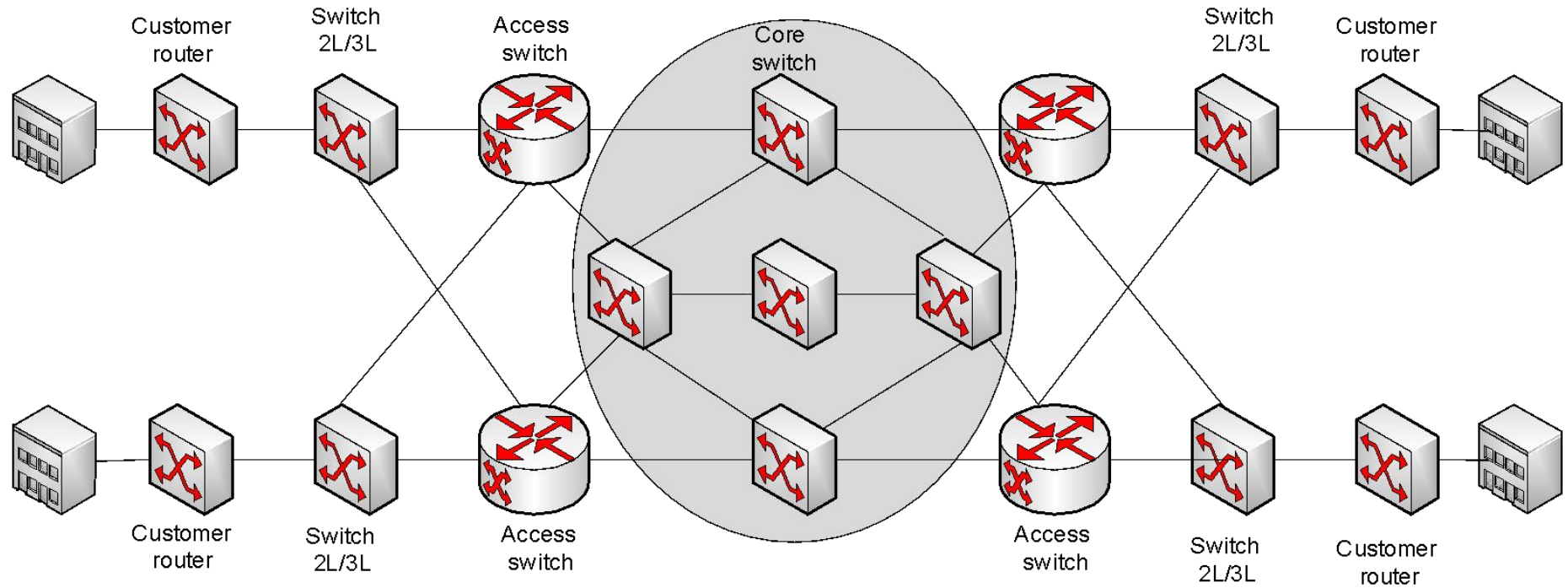
PON

EFM

Дизайн сети под названием "эскимо" ("маршрутизатор на палочке" – "router on stick")



MAN на технологии Ethernet



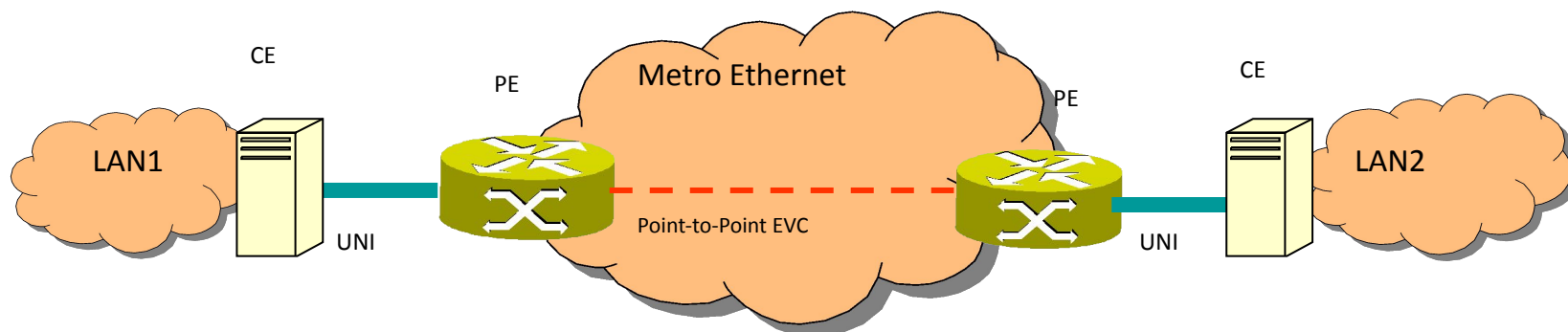
Metro Ethernet

- Сети Metro – сети масштабов города, могут объединять фрагменты, решенные на основе различных технологий.
- Metro Ethernet – способ организации сетей Metro на основе технологии Ethernet. В настоящее время считается наиболее перспективным. Позволяет существенно расширить класс услуг, например, организовать Интернет-вещание и IPTV.
- В основе Metro Ethernet находятся «площадки» корпоративных или частных абонентов, построенные на основе Ethernet, что предполагает использование этой технологии и в качестве транспортной сети.

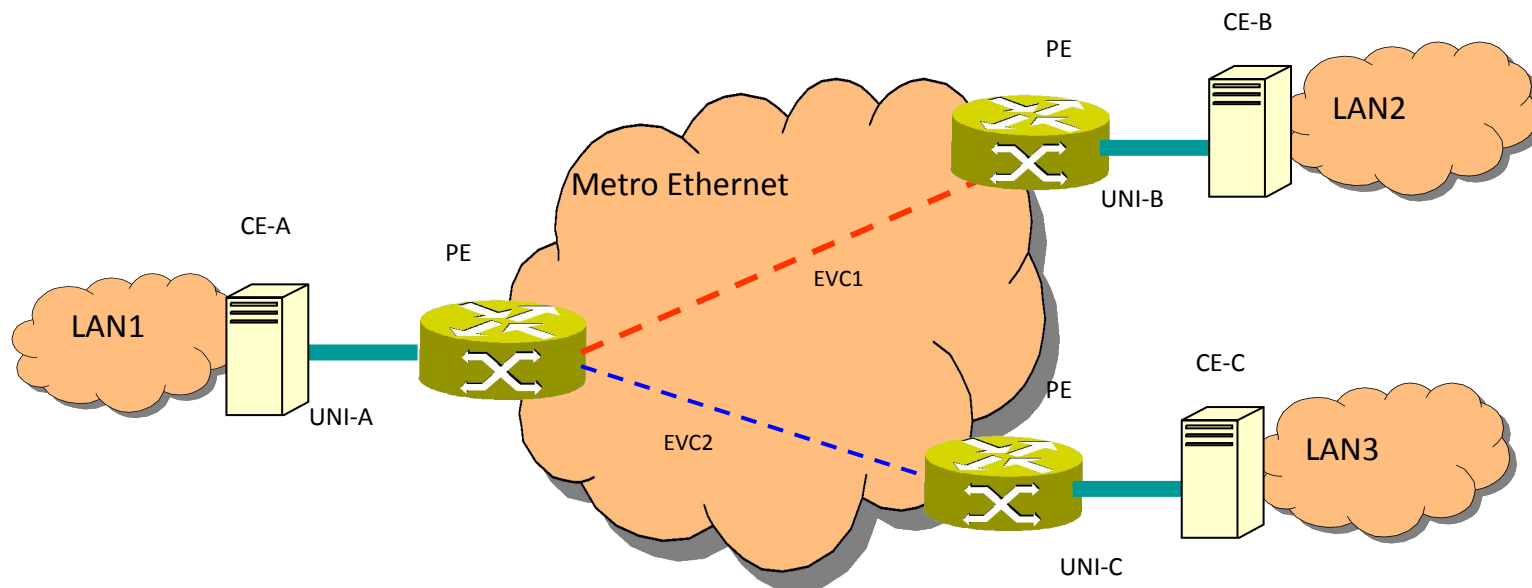
Виртуальное соединение Ethernet - EVC

- В основе концепции услуг рассматривается модель сети, в которой пользовательское оборудование соединяется с транспортной сетью Metro Ethernet посредством интерфейсов «пользователь-сеть».
- В качестве такого интерфейса используется Ethernet на канальном уровне и определяется такое понятие как EVC (Ethernet Virtual Connection).
- EVC существуют двух типов: «точка-точка» и «много_точек-много_точек»

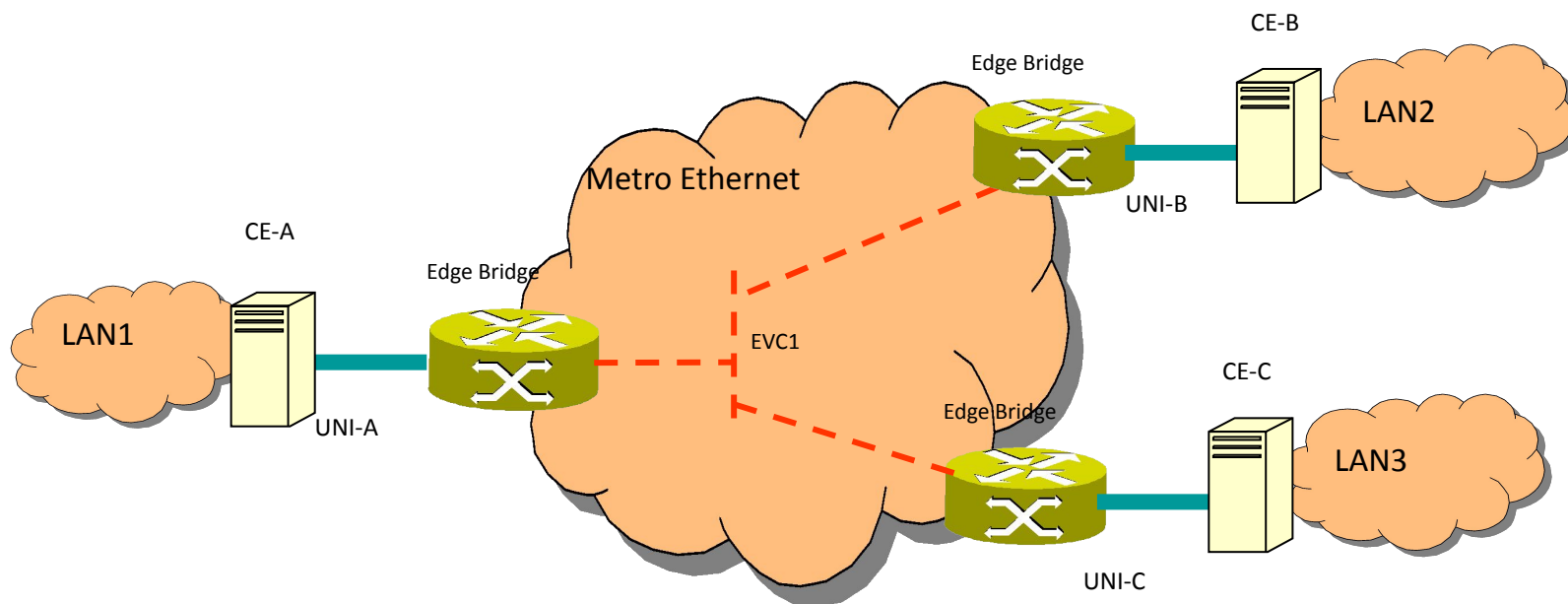
Организация EVC типа «точка-точка»



Организация двух EVC типа «точка-точка»



Организация EVC типа «точка-много_точек»



EVC определяют типы услуг, которые могут быть реализован на сети. Так, EVC «точка-точка» относятся к классу услуг E-Line, а многоточечные соединения – E-LAN

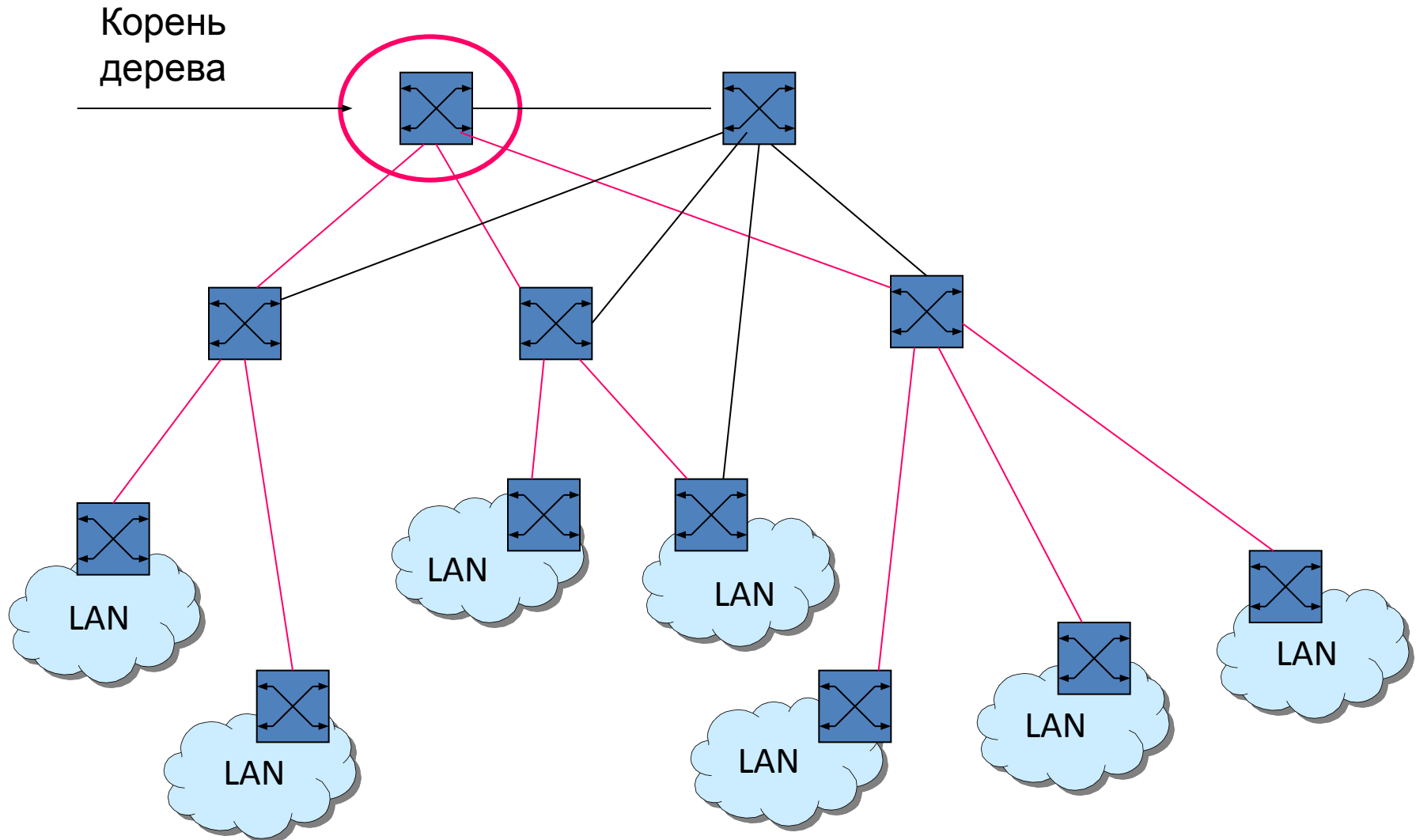
Spanning Tree Protocol (STP)

- STP - протокол 2ого уровня, который может быть реализован в коммутаторах. Реализован в IEEE 802.1d
- используется для избежания формирования зацикливаний или петель в сети на втором уровне. В отличии от пакетов IP, кадры Ethernet не имеют поля TTL, которое служит для ликвидации паразитного трафика на сетевом уровне. STP предотвращает петли в сети, блокируя избыточные звенья.
- использует метод наикратчайшего пути при построении дерева

Алгоритм построения покрывающего дерева

1. Выбирается корневой коммутатор, от которого строится дерево. Может быть выбран автоматически (по наименьшему значению MAC-адреса) или назначен администратором.
2. Для каждого коммутатора определяется корневой порт, имеющий кратчайшее расстояние (в хопах) до какого-либо порта корневого коммутатора.
3. Для каждого сегмента сети выбирается назначенный порт, имеющий кратчайшее расстояние до корневого коммутатора.
4. После выбора корневых и назначенных портов коммутаторы блокируют остальные порты, блокируя неоптимальные ветви дерева.

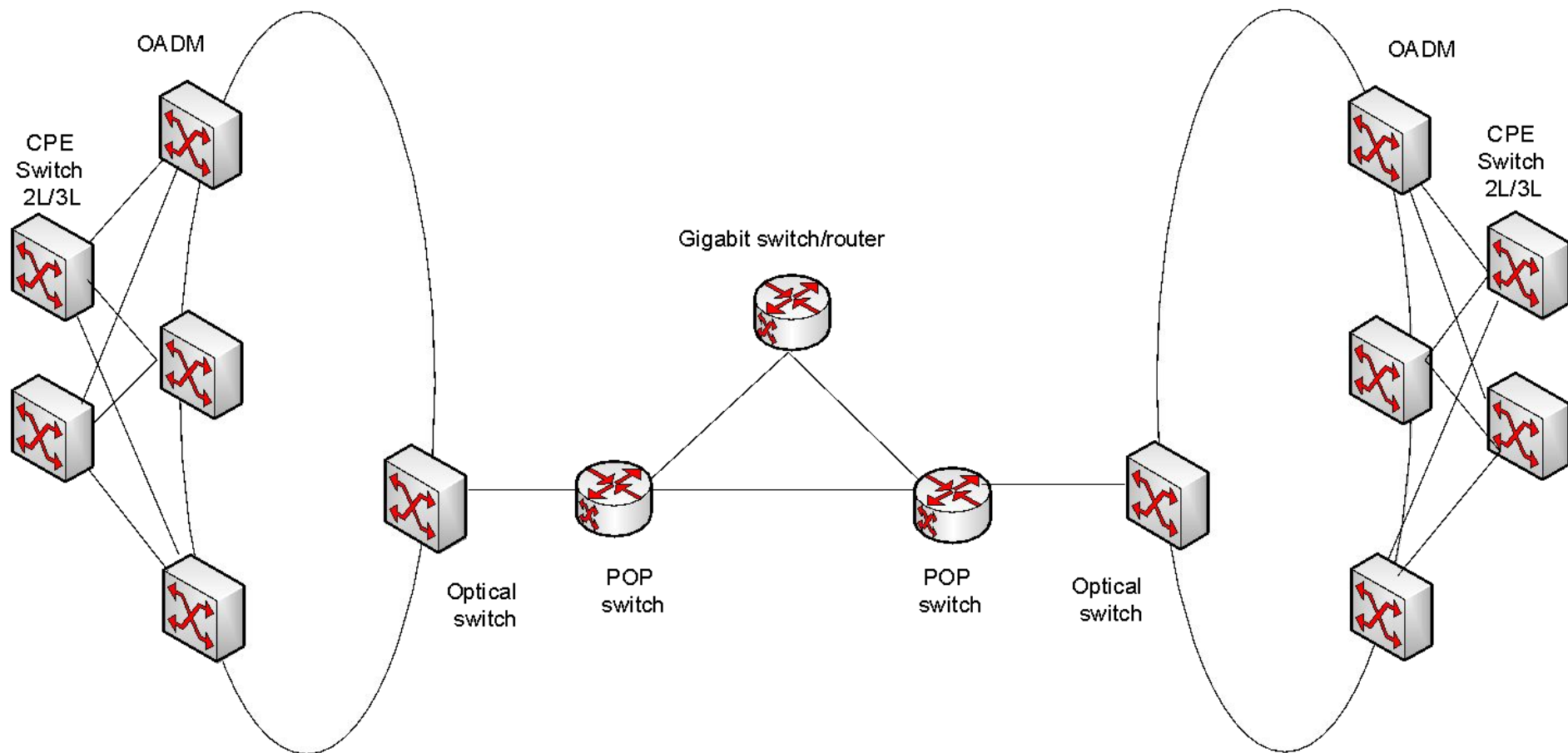
Пример покрывающего дерева



Недостатки использования STP в Metro Ethernet

- Spanning tree ограничивает число портов, которые можно использовать. В сетях Ethernet большой производительности это ограничение приводит к неэффективному использованию сети.
- STP имеет плохую устойчивость: очень большое время сходимости (30-60 сек) после обрыва звена.
- STP не имеет никаких механизмов распределения нагрузки в сети
- STP не поддерживает QoS.

MAN на основе DWDM и IP-маршрутизаторов



Два варианта архитектуры распределенной сети (MAN) с кольцевой топологией.

- **Сети SONET/SDH** (Synchronous Optical NETwork/Synchronous Digital Hierarchy) обеспечивают высокий уровень защищенности, но оборудование для организации синхронных каналов существенно дороже оборудования Ethernet, а для обеспечения высокого уровня надежности требуется широкая полоса каналов. Однако сети Ethernet, хорошо работающие на соединениях "точка-точка" и в полносвязных сетях, не поддерживали кольцевой топологии по своей природе. Не удавалось для Ethernet реализовать и механизмы восстановления, близкие по возможностям к механизмам SONET/SDH.
- **Технология RPR** (Resilient Packet Ring) обеспечивает жизнестойкость уровня SONET/SDH, а по цене сравнима с IP/Ethernet, но эта технология пока не получила широкого распространения. Эта технология рассчитана на крупные сети и эффективность ее применения в корпоративных системах неочевидна.

Преимущества и недостатки SONET/SDH

- Реализация стандарта передачи STM-256/OC-768 обеспечивает скорость 40 Гбит/с, а протоколы SONET/SDH обеспечивают высокую эффективность использования полосы каналов для передачи пользовательского трафика.
- Иерарфическая структура SONET/SDH позволяет эффективно консолидировать низкоскоростные потоки пользовательского трафика в магистральные потоки (pipe). Кроме того, технология SONET/SDH достаточно проста и понятна.
- Одним из важнейших преимуществ технологии SONET/SDH является поддержка топологии "двойное кольцо", обеспечивающей высочайший уровень надежности и устойчивости сетей. Даже при повреждении оптических волокон сетевой сервис может быть восстановлен за короткий промежуток времени (около 50 мсек).

Преимущества и недостатки SONET/SDH

- Технология SONET/SDH изначально разрабатывалась для передачи трафика TDM (телефонная связь) и не оптимизирована для передачи трафика IP ЛВС.
- Недостаточная гранулярность - несмотря на эффективную консолидацию потоков SONET/SDH достаточно сложно предоставить каждому заказчику полосу в соответствии с его реальными потребностями. Предлагается сервис уровня STM-1/OC-3 (155 Мбит/с), а полоса E1/T1 (VC-12/VC-11) является минимальной единицей распределения.
- Процесс построения колец SONET/SDH может занимать продолжительное время, а добавление или обновление узлов в сети, содержащей более одного кольца, является достаточно сложной задачей.
- Высокая стоимость решений на основе технологии SONET/SDH.
- Технология SONET/SDH не использует статистического мультиплексирования и поэтому приходится поверх SONET/SDH использовать ATM, что приводит к дополнительным расходам.
- Способность восстанавливать сервис в течение 50 мсек также не обходится даром и SONET/SDH реализует эту возможность за счет удвоения используемой полосы (каждое оптическое волокно имеет резервное волокно на случай повреждения основного).

Технология RPR (Resilient Packet Ring)

- Попытка объединения возможностей SONET/SDH (быстрое восстановление кольца) и Ethernet (простота и эффективное использование полосы)
- Двойное кольцо RPR (Resilient Packet Ring) + технология DPT (Dynamic Packet Transfer) компании Cisco.
- Оптимизированная для IP и передачи данных технология RPR использует статистическое мультиплексирование, обеспечивающее перенос возможностей технологий ЛВС в сети городского масштаба (MAN) и глобальные сети (WAN).
- Технологии RPR/DPT обеспечивают более простое решение, нежели ATM поверх SONET/SDH. Кроме того, эти технологии обеспечивают восстановление за время порядка 50 мсек без необходимости удвоения полосы (как в SONET/SDH).
- Очень быстрое восстановление каналов RPR/DPT обеспечивается за счет одновременной передачи трафика в обоих направлениях по кольцу. При повреждении одного из колец весь трафик просто передается в одном направлении по сохранившемуся работоспособности кольцу. В таких случаях зачастую возникает риск насыщения канала и ухудшение параметров работы сети. Для решения этой проблемы в RPR/DPT используются механизмы управления качеством обслуживания (QoS), позволяющие указывать уровень приоритета для передачи различных типов трафика.

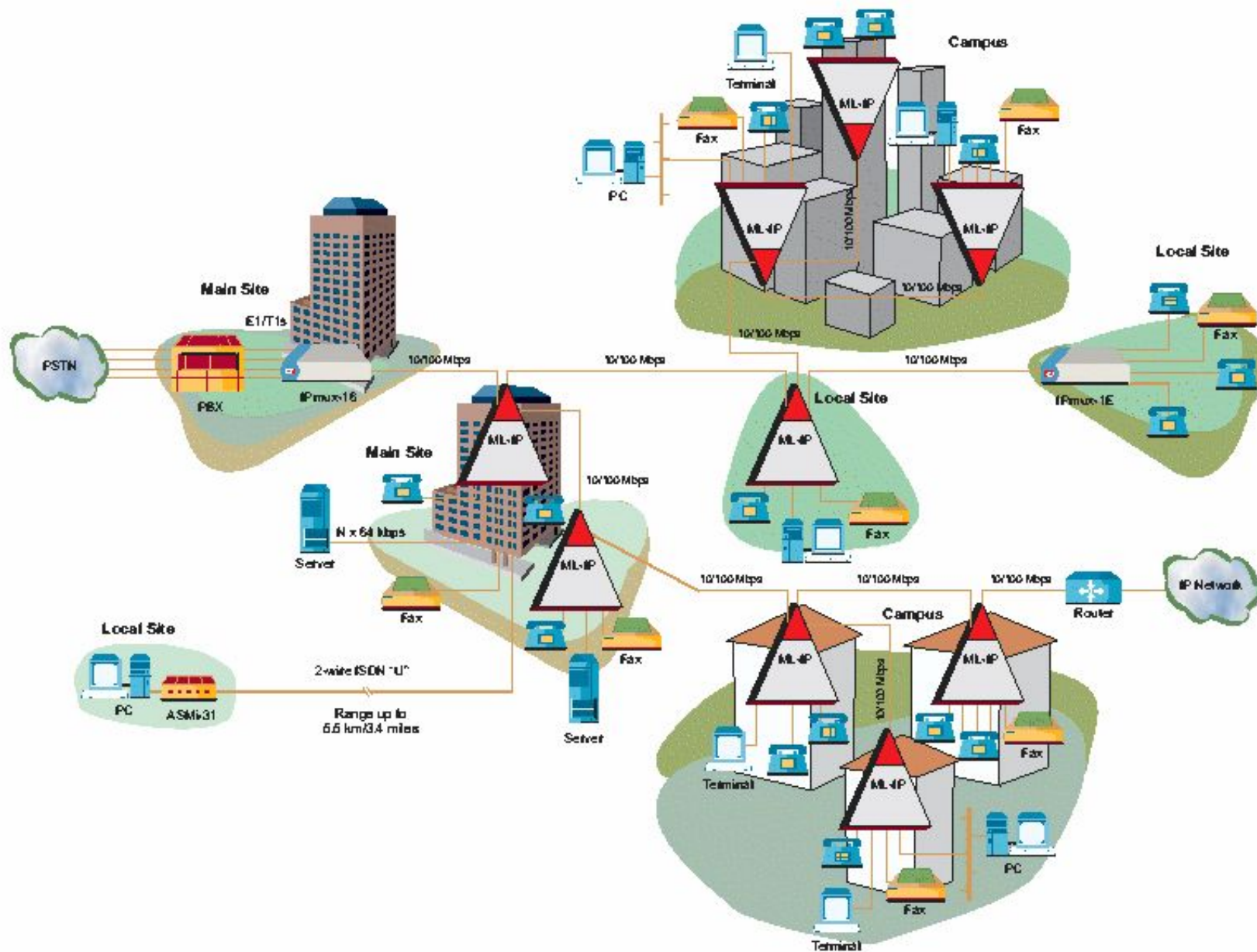
Ограничения RPR

- Технология RPR/DPT оптимизирована для передачи трафика ЛВС и IP, но значительно менее эффективна при передаче голоса и трафика унаследованных систем передачи данных.
- Оборудование RPR/DPT может обеспечивать надежный сетевой транспорт, но не поддерживает эффективных средств доступа к этому транспорту для унаследованных приложений.
- Решения RPR/DPT экономически эффективны для сервиса уровня STM-4 и более скоростных служб. Оборудование RPR и комплекты микросхем для реализации этой технологии выпускает незначительное число фирм, поэтому уровень цен практически не снижается.
- В RPR/DPT обеспечение высокого приоритета для критичного к задержкам трафика может приводить к существенным задержкам при передаче трафика с низким приоритетом.

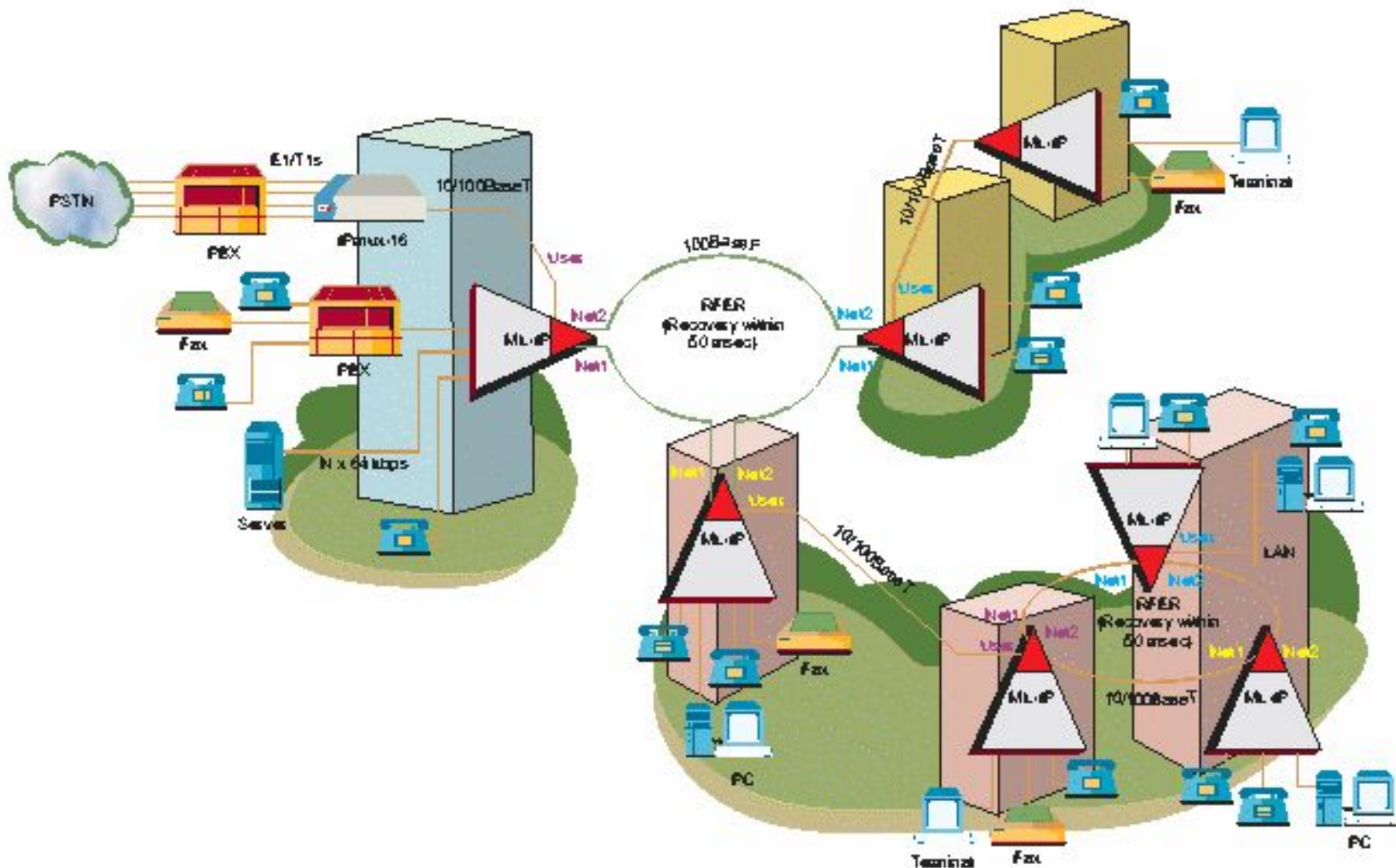
Технология RFER

RFER (Resilient Fast Ethernet Ring - жизнестойкое кольцо Fast Ethernet) - обеспечивает устойчивость класса SONET/SDH при цене Ethernet и применима для небольших и средних сетей.

Организация цепочек Мегарлех 2100 с модулями ML-IP



Использование технологии RFER



Канальные модули для интегрированных мультиплексоров Megaplex-2100/2104

- Обеспечивает подключение мультиплексоров Megaplex-2100/2104 к сетям Ethernet с использованием [технологии TDMoIP](#)
- Поддержка [технологии RFER](#) для поддержки резервирования за счет использования кольцевой топологии.
- Совместимость со шлюзами [TDMoIP](#) (IPmux).
- Два магистральных порта 10/100BaseT или 100BaseFX
- Пользовательский порт 10/100BaseT
- Автоматическое определение скорости и режима для портов 10/100BaseT
- Поддержка daisy-цепочек и кольцевой топологии ([RFER](#))
- Каждый модуль позволяет передать в сеть IP трафик TDM с полосой до 4 Мбит/с (8 Мбит/ при установке двух модулей)
- Группировка временных интервалов по IP-адресам получателей трафика.
- Поддержка QoS
 - Метки приоритетов IP (TOS)
 - Метки и уровни приоритета VLAN в соответствии со стандартами IEEE 802.1Q и 802.1P
- Соответствие [стандартам IEEE](#) 802.3, 802.3u, 802.1P, 802.1Q
- Неблокируемые кросс-соединения TDM
- Резервирование соединений со временем переключения 50 мсек
- Три режима синхронизации
 - Внутренняя
 - Внешняя
 - Адаптивная (от сети)
- Компенсация задержки пакетов в сети IP (до 300 мсек)
- Возможность подавления отраженных сигналов на ближней стороне (near-end echo)
- Эффективная диагностика с поддержкой статистики и тестов по локальному шлейфу

