

КЛАССИФИКАЦИЯ И
ОСОБЕННОСТИ ПАССИВНЫХ
ОПТИЧЕСКИХ СЕТЕ
(ТЕХНОЛОГИЯ PON)



Подготовил: ст. гр. ДИС-31

Городков Алексей

Староверов Евгений

Проверил: доц. Барабанова Е.А



ОГЛАВЛЕНИЕ



ВВЕДЕНИЕ

❖ **PON** (аббр. от англ. *Passive optical network*, пассивная оптическая сеть) — технология пассивных оптических сетей.

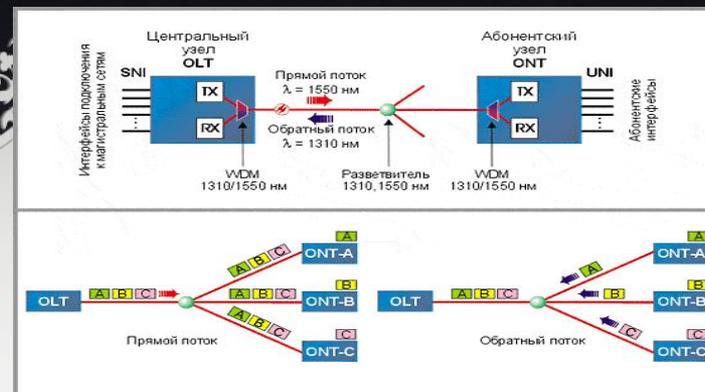
❖ Распределительная сеть доступа PON основана на древовидной волоконно-кабельной архитектуре с пассивными оптическими разветвителями на узлах, представляет экономичный способ обеспечить широкополосную передачу информации. При этом архитектура PON обладает необходимой эффективностью наращивания узлов сети и пропускной способности, в зависимости от настоящих и будущих потребностей абонентов.

ИСТОРИЯ

❖ Первые шаги в технологии PON были предприняты в 1995 году, когда группа из 7 компаний (British Telecom, France Telecom, Deutsche Telecom, NTT, KPN, Telefonica и Telecom Italia) создала консорциум для реализации идеи множественного доступа по одному волокну. Эта организация, поддерживаемая ITU-T, получила название FSAN (англ. full service access network). Много новых членов, как операторов, так и производителей оборудования, вошло в неё в конце 1990-х годов. Целью FSAN была разработка общих рекомендаций и требований к оборудованию PON для того, чтобы производители оборудования и операторы могли сосуществовать вместе на конкурентном рынке систем доступа PON. На ноябрь 2011 года в FSAN состояло 26 операторов и 50 производителей. FSAN работает в тесном сотрудничестве с такими организациями по стандартизации как ITU-T, ETSI и ATM Forum.

ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ PON

- ❖ Основная идея архитектуры PON — использование всего одного приёмопередающего модуля в OLT (англ. *optical line terminal*) для передачи информации множеству абонентских устройств ONT (*optical network terminal* в терминологии ITU-T), также называемых ONU (*optical network unit* в терминологии IEEE) и приёма информации от них.
- ❖ Число абонентских узлов, подключенных к одному приёмопередающему модулю OLT, может быть настолько большим, насколько позволяет бюджет мощности и максимальная скорость приёмопередающей аппаратуры. Для передачи потока информации от OLT к ONT — прямого (нисходящего) потока, как правило, используется длина волны 1490 нм. Наоборот, потоки данных от разных абонентских узлов в центральный узел, совместно образующие обратный (восходящий) поток, передаются на длине волны 1310 нм. Для передачи сигнала телевидения используется длина волны 1550 нм. В OLT и ONT встроены мультиплексоры WDM, разделяющие исходящие и входящие потоки.



ПРЯМОЙ ПОТОК

ПРЯМОЙ ПОТОК НА УРОВНЕ ОПТИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ЯВЛЯЕТСЯ ШИРОКОВЕЩАТЕЛЬНЫМ. КАЖДЫЙ АБОНЕНТСКИЙ УЗЕЛ ONT, ЧИТАЯ АДРЕСНЫЕ ПОЛЯ, ВЫДЕЛЯЕТ ИЗ ЭТОГО ОБЩЕГО ПОТОКА ПРЕДНАЗНАЧЕННУЮ ТОЛЬКО ЕМУ ЧАСТЬ ИНФОРМАЦИИ. ФАКТИЧЕСКИ, МЫ ИМЕЕМ ДЕЛО С РАСПРЕДЕЛЁННЫМ

ДЕМУЛЬТИПЛЕКСОРОМ.

Обратный поток

- ❖ Все абонентские узлы ONT ведут передачу в обратном потоке на одной и той же длине волны, используя концепцию множественного доступа с временным разделением TDMA (time division multiple access). Чтобы исключить возможность пересечения сигналов от разных ONT, для каждого из них устанавливается свое индивидуальное расписание по передаче данных с учётом поправки на задержку, связанную с удалением данного ONT от OLT. Эту задачу решает протокол TDMA.

ТОПОЛОГИИ СЕТЕЙ ДОСТУПА

Существуют четыре основные топологии построения
оптических сетей доступа:

- ❖ «КОЛЬЦО»;
- ❖ «ТОЧКА-ТОЧКА»;
- ❖ «дерево с активными узлами»;
- ❖ «дерево с пассивными узлами».

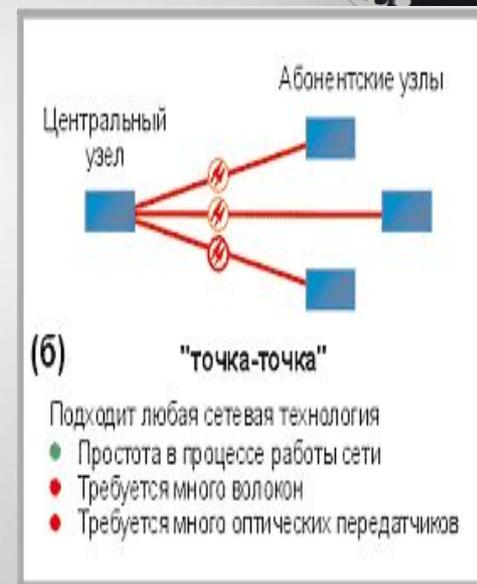
«КОЛЬЦО»

Кольцевая топология на основе SDH положительно зарекомендовала себя в городских телекоммуникационных сетях. Однако в сетях доступа не все обстоит также хорошо. Если при построении городской магистрали расположение узлов планируется на этапе проектирования, то в сетях доступа нельзя заранее знать где, когда и сколько абонентских узлов будет установлено. При случайном территориальном и временном подключении пользователей кольцевая топология может превратиться в сильно изломанное кольцо с множеством ответвлений, подключение новых абонентов осуществляется путем разрыва кольца и вставки дополнительных сегментов. На практике часто такие петли совмещаются в одном кабеле, что приводит к появлению колец, похожих больше на ломаную – “сжатых” колец (collapsed rings), что значительно снижает надежность сети. Фактически, главное преимущество кольцевой топологии сводится к минимуму.



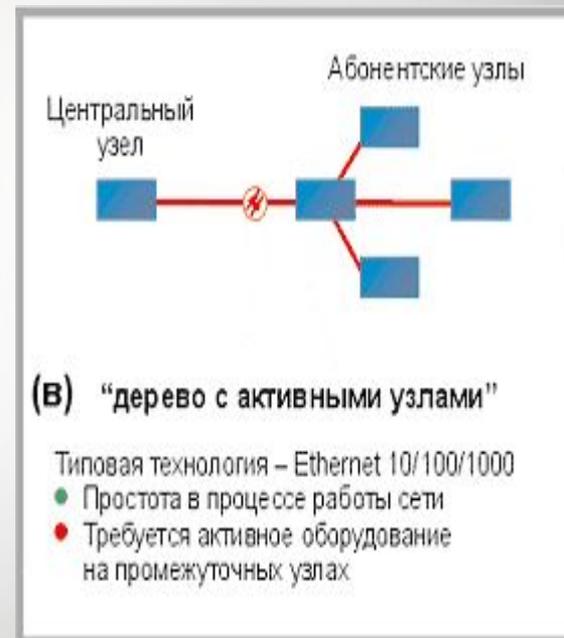
«ТОЧКА-ТОЧКА»

❖ Топология Р2Р (Точка-Точка) не накладывает ограничения на используемую сетевую технологию. Р2Р может быть реализована как для любого сетевого стандарта, так и для нестандартных решений, например оптические модемы. С точки зрения безопасности и защиты передаваемой информации при соединении Р2Р обеспечивается максимальная защищенность абонентских узлов. Поскольку ОК нужно прокладывать индивидуально до абонента, этот подход является наиболее дорогим и привлекателен в основном для крупных абонентов.



«ДЕРЕВО С АКТИВНЫМИ УЗЛАМИ»

❖ Дерево с активными узлами – это экономичное с точки зрения использования волокна решение. Это решение хорошо вписывается в рамки стандарта Ethernet с иерархией по скоростям от центрального узла к абонентам 1000/100/10 Мбит/с (1000Base-LX, 100Base-FX, 10Base-FL). Однако в каждом узле дерева обязательно должно находиться активное устройство (применительно к IP-сетям, коммутатор или маршрутизатор). Оптические сети доступа Ethernet, преимущественно использующие данную топологию, относительно недороги. К основному недостатку следует отнести наличие на промежуточных узлах активных устройств, требующих индивидуального питания.



«ДЕРЕВО С ПАССИВНЫМИ УЗЛАМИ».

❖ Решения на основе архитектуры PON используют логическую топологию "точка-многоточка" P2MP (point-to-multipoint), которая положена в основу технологии PON, к одному порту центрального узла можно подключать целый волоконно-оптический сегмент древовидной архитектуры, охватывающий десятки абонентов. При этом в промежуточных узлах дерева устанавливаются компактные, полностью пассивные оптические разветвители (сплиттеры), не требующие питания и обслуживания.



ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Преимущества архитектуры PON:

- ❖ отсутствие промежуточных активных узлов;
- ❖ экономия оптических приёмопередатчиков в центральном узле;
- ❖ экономия волокон;
- ❖ лёгкость подключения новых абонентов и удобство обслуживания (подключение, отключение или выход из строя одного или нескольких абонентских узлов никак не сказывается на работе остальных).
- ❖ Древовидная топология P2MP позволяет оптимизировать размещение оптических разветвителей исходя из реального расположения абонентов, затрат на прокладку ОК и эксплуатацию кабельной сети.
- ❖ К недостатку можно отнести возросшую сложность технологии PON и отсутствие резервирования в простейшей топологии дерева.

СЕТИ PON. СТАНДАРТЫ

- ❖ 1998 г. Международный союз электросвязи (ITU-T) принял предложенную FSAN спецификацию ATM PON (APON) в виде рекомендаций G.983.x, утвердив вскоре и спецификацию Broadband PON (BPON) на основе протокола ATM. Начинается строительство пассивных оптических сетей в Японии и США.
- ❖ В дальнейшем технология PON активно совершенствуется и развивается. Технология APON (G.983.1) предусматривает передачу в сети PON ячеек ATM со скоростью 155 Мбит/с в каждом направлении. В спецификации BPON скорость передачи увеличена до 622 Мбит/с, появляется
- ❖ возможность реализовать широкополосные сервисы, включая доступ по Ethernet и видео. Развитие Ethernet привело в 2001 г. к началу работы над спецификацией EPON, он же GEAPON, он же Ethernet PON на основе протокола управления множеством узлов (Multi-Point Control Protocol - MPCP). Появляется еще одна разновидность PON - Gigabit PON (GPON) на основе протокола GPP. Стандарт предусматривает номинальную скорость передачи 622 Мбит/с или 1,25 и 2,5 Гбит/с. а различного типа (TDM, SDH, Ethernet, ATM), а также развитые механизмы управления и защита на уровне протоколов.

ТЕХНОЛОГИЯ APON/ВРОN

❖ Эти технологии разработанные как первые попытки создать стандарты для PON, они основываются на протоколе ATM определив название APON, именно он дал определяющее развитие технологии в свое время, в октябре 1998 года появился первый стандарт ITU-T G.983.1, базирующийся на транспорте ячеек ATM в дереве PON. В последующее время идет активная работа над протоколом для улучшения его параметров, в частности максимальная скорость передачи данных возросла до до 622 Мбит/с. В ходе этой работы результирующая технология уже если не существенно, но довольно значительна отличалась от первоначальной спецификации, решено было отделить ее в отдельную, хоть и тесно связанную с APON ветку, названную ВРОN (broadband PON). Так же были добавлена новая функциональная составляющая протокола, включающая передачу разнообразных приложений (голоса, видео, данные), что позволило расширить функциональные возможности технологии для взаимодействия с абонентом. Еще одним усовершенствованием было расширением полосы частот(длин волн) на которых идет передача данных, что позволило дополнительно нагрузить канал вспомогательными функциями использующими новую длину волны(например широкоэвещательное телевидение).

ТЕХНОЛОГИЯ EPON

❖ В ноябре 2000 года комитет LMSC (LAN/MAN standards committee) IEEE создает специальную комиссию под названием "Ethernet первую милю" EFM (Ethernet in the first mile) 802.3ah, реализовав тем самым пожелания многих экспертов построить архитектуру сети PON, наиболее приближенную к широко распространенным в настоящее время сетям Ethernet. Параллельно идет формирование альянса EFMA (Ethernet in the first mile alliance), который создается в декабре 2001 г. Фактически альянс EFMA и комиссия EFM дополняют друг друга и тесно работают над стандартом. Если EFM больше концентрируется на технических вопросах и разработке стандарта в рамках IEEE, то EFMA преимущественно изучает промышленные и коммерческие аспекты использования новой технологии. Цель совместной работы - достижение консенсуса между операторами и производителями оборудования, и выработка стандарта IEEE 802.3ah, полностью совместимого с разрабатываемым стандартом магистрального пакетного кольца IEEE 802.17.

В настоящее время разработка стандартов 802.3ah в том числе EFMP находится на завершающей стадии, а принятие ожидается в середине 2004 г. Аргументы в пользу технологии EPON подкрепляются ориентацией сети Internet исключительно на протокол IP и стандарты Ethernet.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТРЕХ ТЕХНОЛОГИЙ APON, EPON, GPON

Характеристики	APON (BPON)	EPON	GPON
Институты стандартизации / альянсы	ITU-T SG15 / FSAN	IEEE / EFMA	ITU-T SG15 / FSAN
Дата принятия стандарта	Октябрь 1998	Июль 2004	Октябрь 2003
Стандарт	ITU-T G.981.x	IEEE 802.3ah	ITU-T G.984.x
Скорость передачи, прямой/ обратный поток, Мбит/с	155/155 622/155 622/622	1000/1000	1244/ 155,622,1244 2488/ 622,1244, 2488
Базовый протокол	ATM	Ethernet	SDH
Линейный код	NRZ	8B/10B	NRZ
Максимальный радиус сети, км	20	20 (>30')	20
Максимальное число абонентских узлов на одно волокно	32	16	64 (128 ²)
Приложения	Любые	IP, данные	Любые
Коррекция ошибок FEC	Предусмотрена	Нет	Необходима
Длины волн прямого/ обратного потоков, нм	1550/1310 (1480/1310)	1550/1310 (1310/1310)	1550/1310 (1480/1310)
Динамическое распределение полосы	Есть	Поддержка ⁴	Есть
IP-фрагментация	Есть	Нет	Есть
Защита данных	Шифрование открытыми ключами	Нет	Шифрование открытыми ключами
Резервирование	Есть	Нет	Есть
Оценка поддержки голосовых приложений и QoS	Высокая	Низкая	Высокая



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

