Выбор без выбора, или еще раз о EPON/GPON-сетях

По проникновению в жизнь больших городов интернет уже мало в чем уступает водопроводу. Данные ФОМ на начало 2015 года свидетельствуют: в миллионниках взята планка в 80%. То есть все пользователи из много- и малоэтажек уже, так или иначе, подключены. Неохваченным остается только частный сектор, он же последняя точка роста "вширь". Взять этот сегмент через FTTB-сети не так-то просто, DSL безнадежно устарел, Wi-Fi быстр и легален только в глянцевых проспектах. Зато xPON успел подешеветь буквально до неприличия. О нем и попробую рассказать. Далеко не в первый раз, но явно и не в последний.

Для тех, кто впервые открыл для себя xPON, отмечу, что выгода использования этой технологии достаточно очевидна: с одной точки присутствия можно подключить все дома в радиусе нескольких километров, причем, не устанавливая активных узлов. Еще недавно такой вариант казался непомерно дорогим, однако многое успевает измениться за весьма короткий промежуток времени, и теперь его вполне может рассматривать, как рабочий, гораздо более широкий круг компаний.

Но перед тем как рассмотреть различные варианты использования xPON, заметим, что сакральный вопрос, "EPON или GPON", судя по всему, уходит в прошлое. Уже сейчас наиболее популярная в России тройка производителей - BDCOM, Eltex и HUAWEI - стала универсальной: эти вендоры готовы предоставить устройства обеих основных веток развития PON. Цены отличаются непринципиально, возможности и скорости также ушли друг от друга недалеко. Различие, если говорить совсем коротко, заключаются в следующем: можно подключить до 64 абонентских устройств (ONU) на порт у EPON против 128 на порт у GPON. Да и это различие, похоже, продержится недолго: на рынке уже появились чипы для EPON, позволяющие включать до 128 ONU на порт. На данный момент законченное решение есть только у Eltex в их TurboGepon, да и то, с отличиями от стандарта, однако относить данную особенность к реальным проблемам не имеет особого смысла.

И вот почему. Оптический бюджет "на 128" реально "проходит" только в многоэтажках. Казалось бы, там GPON с его 128-ю ONU будет в явном выигрыше. Но есть нюанс (с). Типовой уровень проникновения, при отсутствии монополии и присутствии конкуренции, обычно составляет всего-то 10-15%. Причем предсказать заранее места появления пользователей невозможно. С другой стороны, тянуть внутридомовую разводку персонально под каждого нового клиента нельзя, для чувствительной к качеству сварки и монтажа PON-технологии это верный путь к проблемам.

Рассмотрим схему разводки для типовой многоэтажки. Схема разводки для каждого подъезда будет одинаковая, поэтому привожу ее для одного подъезда.



Схема с использованием оптического деления 1:128

Поэтому, если не думать о такой экзотике как КТВ по оптоволокну, очень удобно использовать "деление на 128" даже для EPON, то есть взять концевые делители с запасом, чтобы покрывать половину квартирной емкости. Например, на этаж с 8-ю квартирами ставим делитель на 4, либо размещаем один делитель на 8 через этаж. На уровне дома усредненная статистика все же даст результат - реально подключенных абонентов будет не более 25%, от числа квартир в доме, что дает 64 клиента с PON-порта. Порт GPON в этом случае останется загруженным только наполовину.

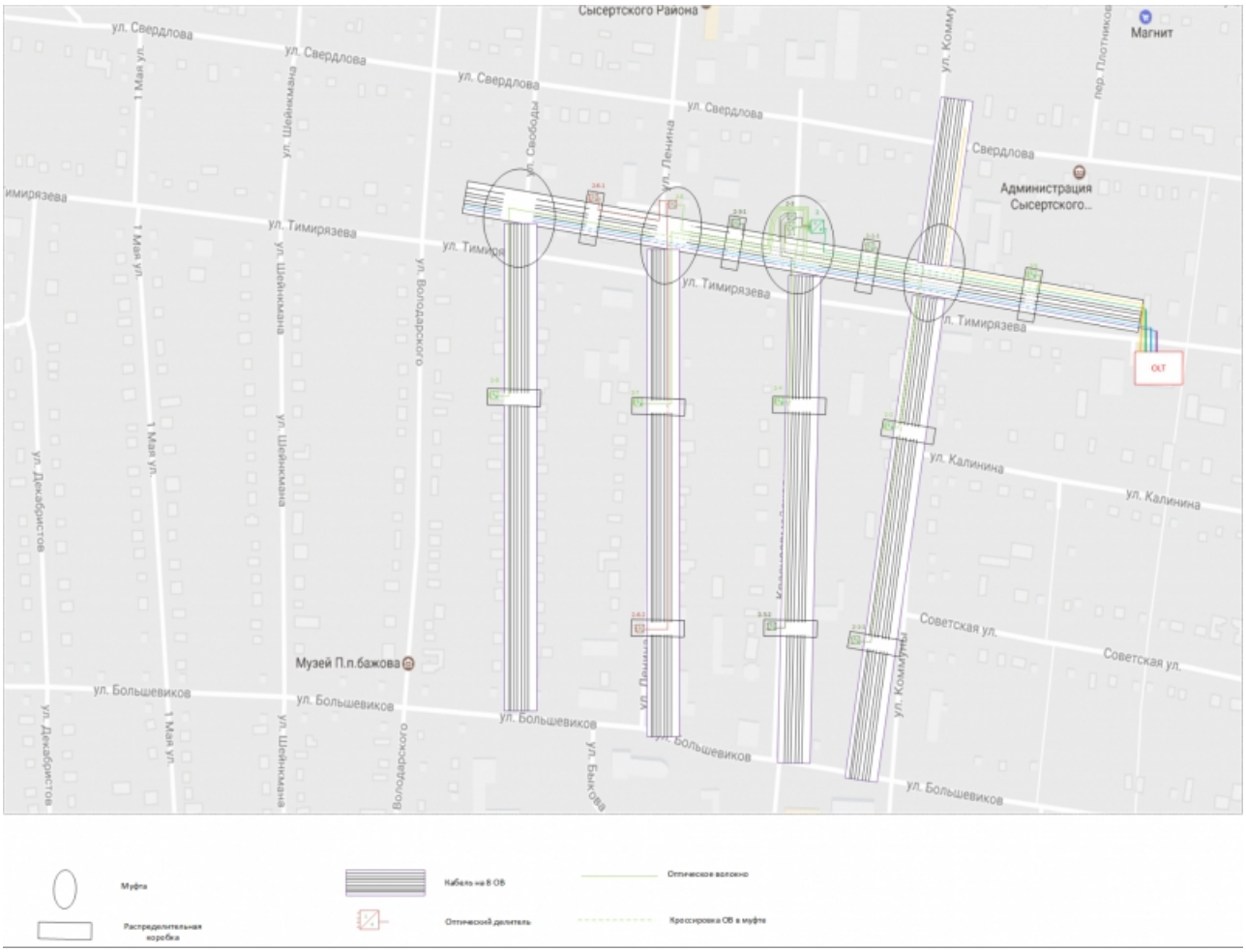
Частный сектор

Малоэтажный сектор ничем не отличается от предыдущего примера. Только надо на место подъезда

ставить целый дом. Все реально - район города Сысерть. Разводка сделана для покрытия с учетом проникновения 50%. В качестве магистрального используется восьмижильный кабель.

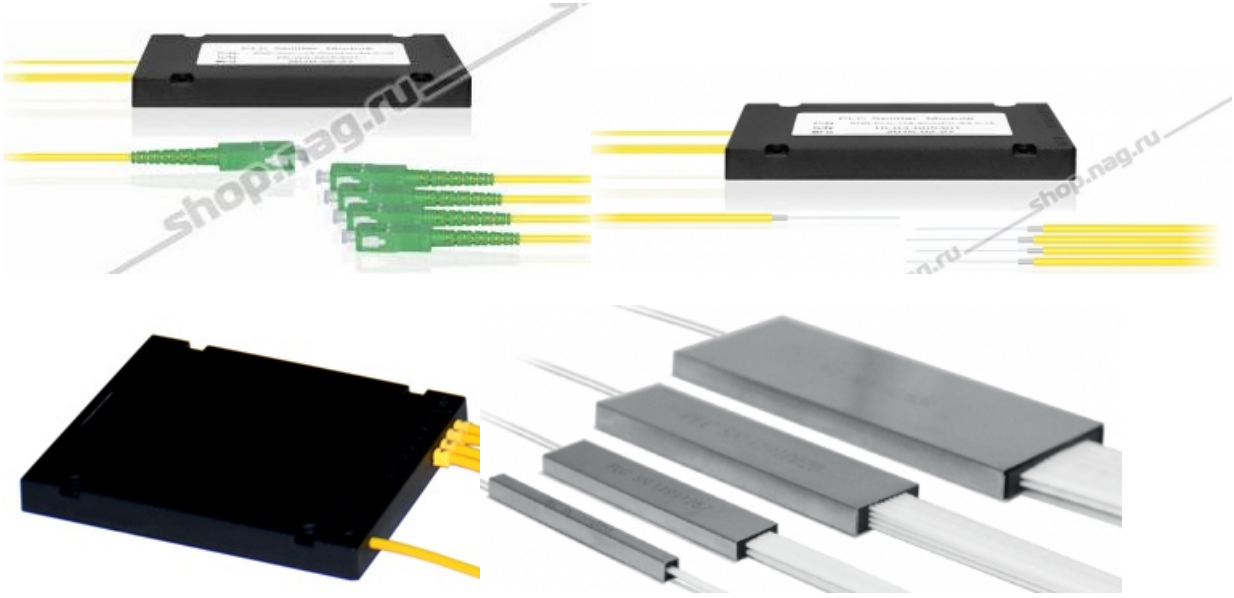


Еще несколько лет назад за такие районы никто не брался. Плотность низкая, расстояния большие. Сделать все сразу, с запасом как в многоквартирнике - долго и дорого. Поэтому работы ведутся от случая к случаю, разными кабелями и, что важнее, разными руками. Как следствие, оптический бюджет не выдерживает "деления на 128". А раз так, то при выборе между GPON и EPON, особой разницы нет.



Делители

С делителями все примерно так же: их много, разных, но принципиальные отличия отсутствуют (если, конечно, забыть про давно устаревшие и дорогие "не PLC"). Так что классификация выглядит тривиально и смешно: оконцованные или не оконцованные, корпусные или бескорпусные. Отличия хорошо видны на рисунках.



Приведем самые популярные модели и ориентировочные цены на них:

Коэффициент деления	Затухание дБ	Цена бескорпусной, не оконцованной модели, $
1x2	4	от 8
1x4	7,5	от 9,3
1x8	10,5	от 10,44
1x16	13,7	от 20,64

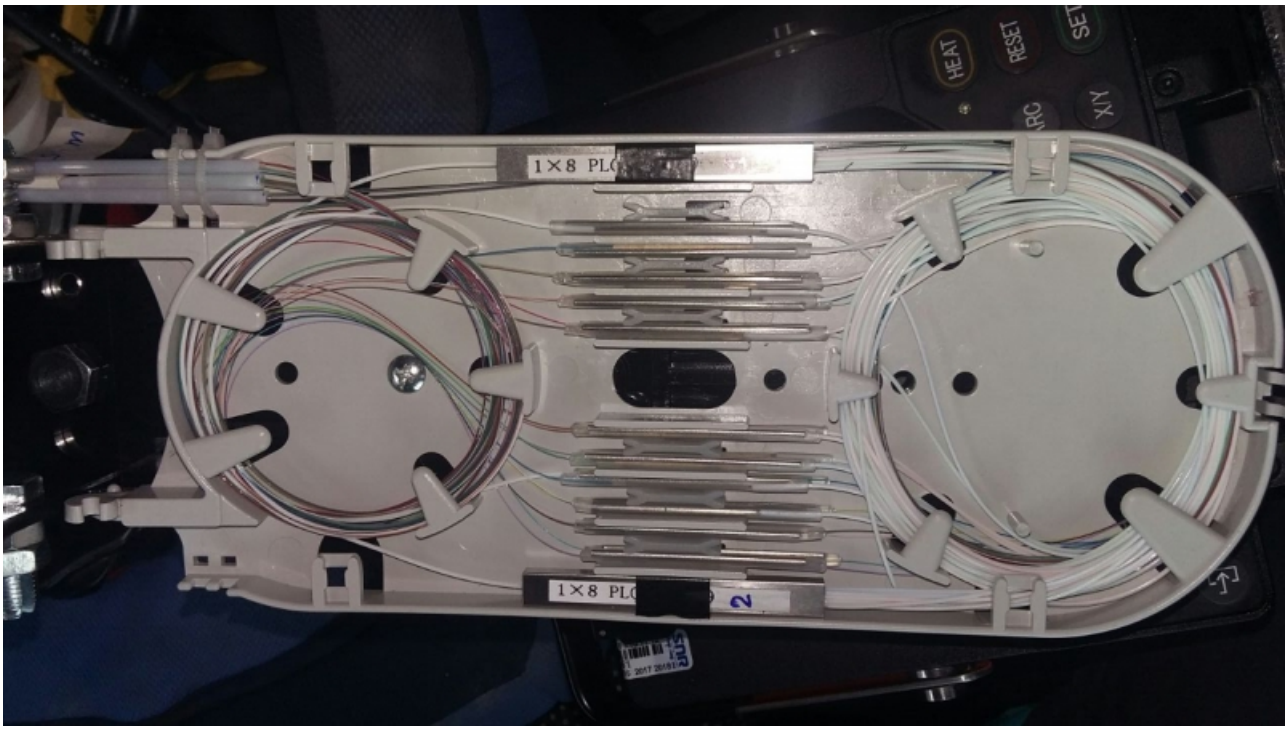
Как это выглядит в муфтах?

Вот так выглядит проходная муфта с установленным делителем первого уровня 1:8



При желании можно в муфте разместить два делителя. Это позволяет обеспечить включение абонентов поблизости без использования распределительной коробки.

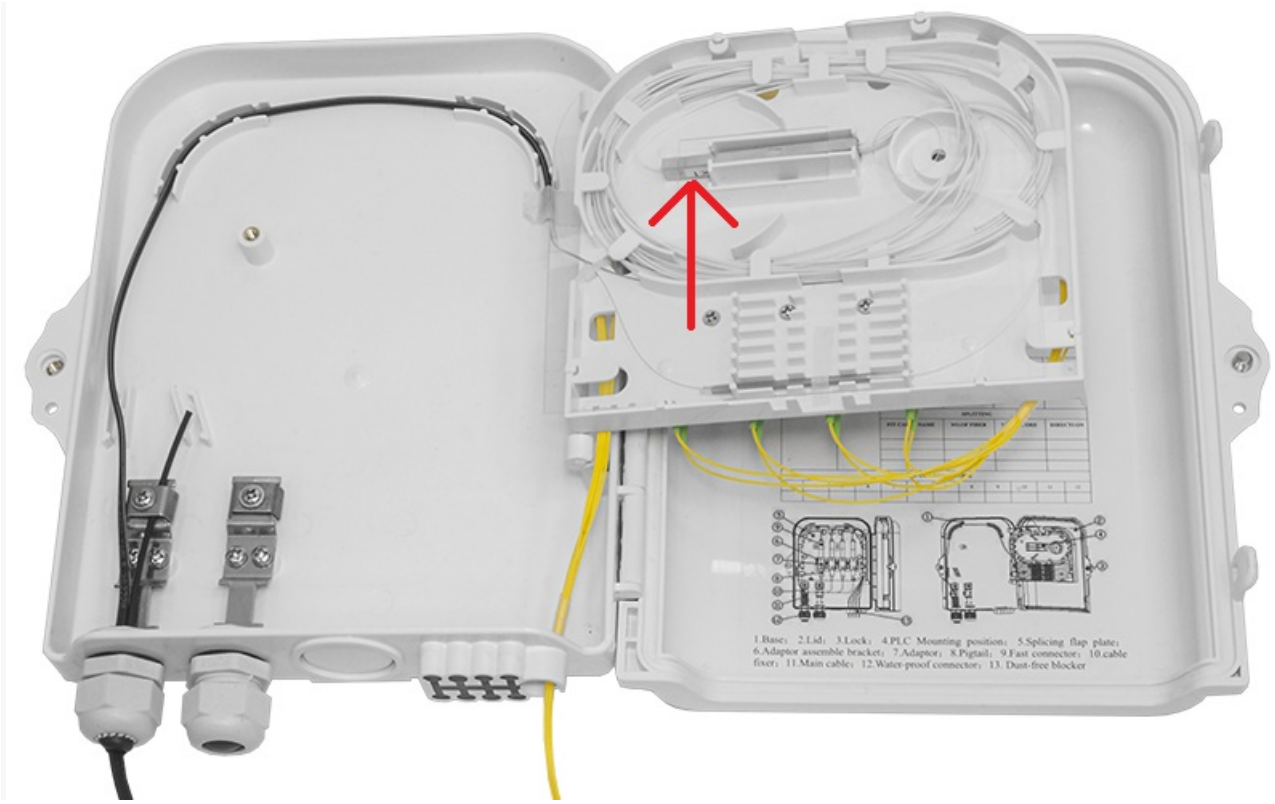
Вот пример с делителями первого уровня 1:8 и одновременно делителя второго уровня 1:8



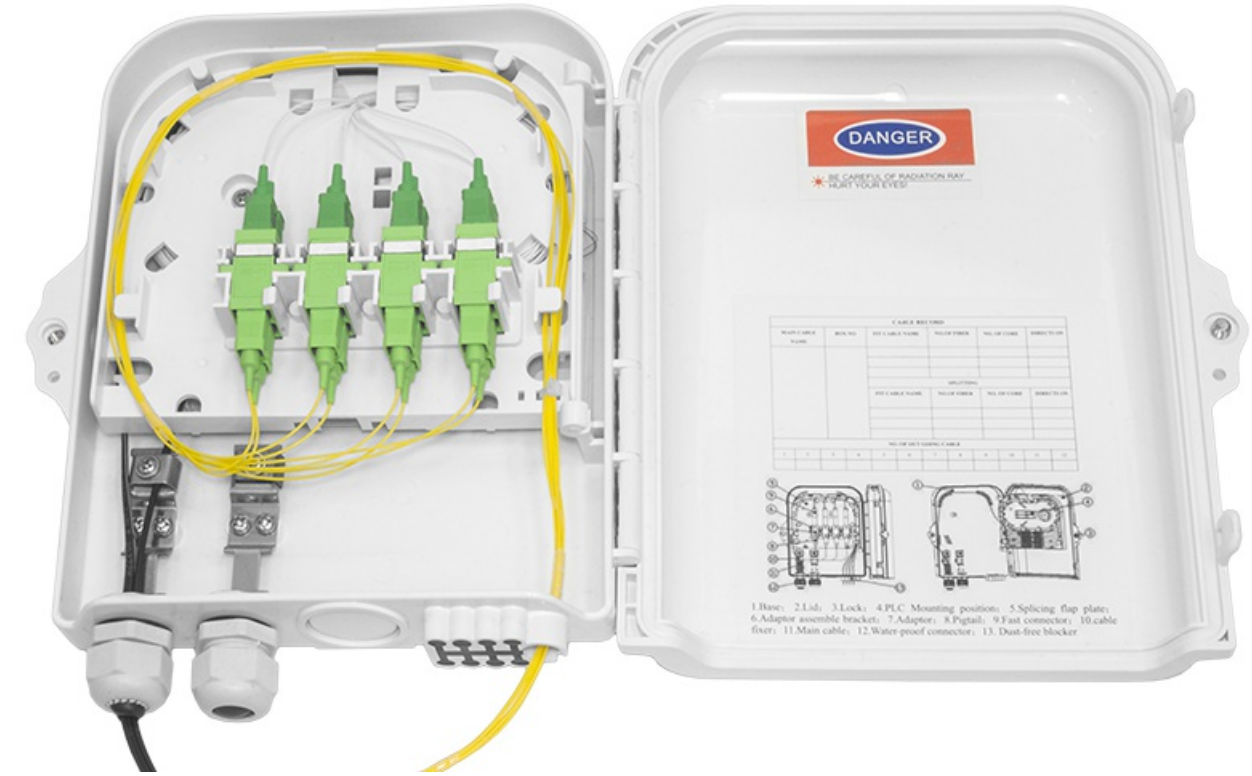
При подобном размещении вывод абонентских кабелей герметизируем подручными средствами. Например, вот так:



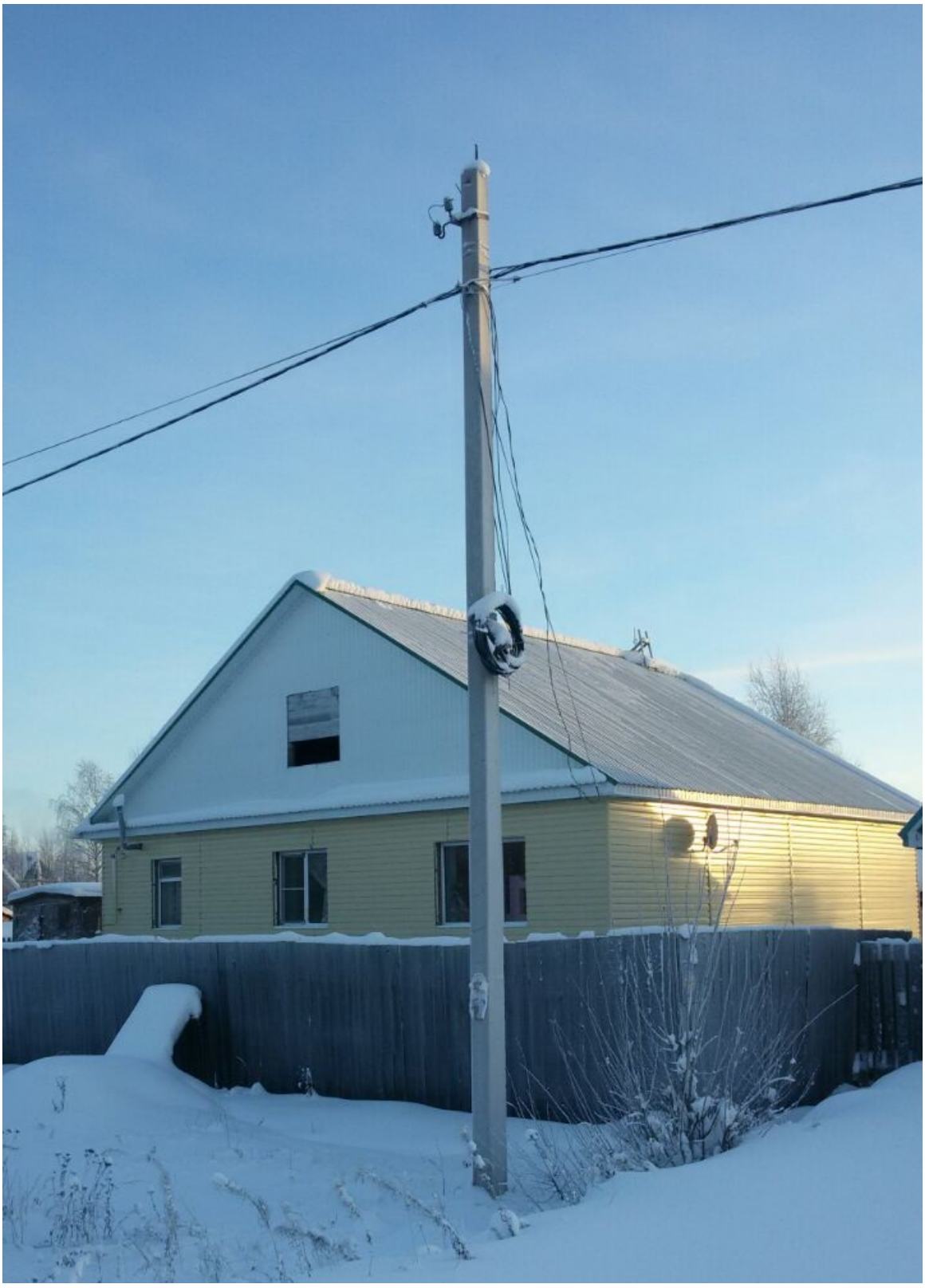
При использовании распределительной коробки, размещение делителя внутри выглядит более простым:



А вот так выглядит подключение абонентских окончаний:



Ниже можно увидеть пример подключения клиента с проходной муфты:



Сага о скорости

Потребляемый абонентом трафик сильно (разница аж в 5 раз!) зависит от социального профиля. В таблице ниже сведена многолетняя статистики ряда крупных компаний для физических лиц по состоянию на 2015 год:

	Среднее потребление на активного абонента в Мбит/с

Общее население в населенном пункте в тыс. человек	Многоэтажная застройка	Малоэтажная застройка	Частный сектор
Более 1000	4,5	3,2	1,7
От 500 до 1000	4,3	3,1	1,3
От 200 до 500	2,8	2,6	1
Менее 200 тыс.	1,5	1,3	0,9

Рассмотрим также потребление трафика услугой IPTV. Практически любой оператор, предоставляющий в настоящее время услуги IPTV, предлагает своим клиентам 150-200 каналов. Суммарный трафик может достигать 600-1000 Мбит/с. Однако, несмотря на это, нагрузка на один порт PON будет определяться только количеством просматриваемых клиентами каналов с данного порта. По статистике, их кол-во не превышает 20. Доля HD-каналов будет не более половины от этого числа. Битрейт для HD будем считать 15 Мбит/с, битрейт для SD-каналов - 5 Мбит/с. Посчитаем итоговое потребление: 10*15 + 10*5 =200 Мбит/с. Итоговое среднее потребление для одного PON-порта при 100% активности всех клиентов (с учётом включения с делением на 64) будет равна 64*4,5 Мбит/с + 200 Мбит/с=488 Мбит/с. При включении 128 клиентов - 128*4,5 Мбит/с + 200 Мбит/с= 776 Мбит/с. Это загрузка одного порта при самом оптимистичном сценарии, когда все клиенты подключены и активны.

Как видно из расчетов скорости, EPON вполне достаточно, а скорость GPON хоть и выше, но никакого реального преимущества нам не дает. Соответственно, и в этом случае никакой особой разницы между разновидностями технологии нет.

Размер первоначальных инвестиций

В зависимости от величины стартового бюджета, принцип построения сети выбирается либо "ковровым" способом, либо прокладкой только магистралей и организации точек деления по мере появления клиентов. В первом случае жилой район накрывается сразу с установкой оборудования, вплоть до абонентских делителей, исходя из самого оптимистичного уровня проникновения. Это позволяет правильно организовать магистральный уровень, сделать качественный монтаж и получить реальное затухание близкое к расчетному. При таком варианте построения сети легко добиться деления 1:128 на один PON-порт.

Во втором случае узлы возникают хаотично и зачастую организуются монтажниками, выполняющими подключение конечного абонента. Уровень затухания получается выше расчетного. Сделав выборку по 20 провайдерам, можно уверенно утверждать, что затухание, при таком подходе, колеблется от 24 до 30+ дБ при построении сети с делением 1:64. Получить работоспособную сеть с коэффициентом 1:128 в этом случае крайне тяжело. Если говорить о влиянии начальных инвестиций на выбор оборудования, то следует учитывать случаи, когда начальных инвестиций хватает только на оборудование узла связи и приобретение OLT. При таком развитии событий, сеть строится в основном за счет денег, полученных от клиента за подключение. В этом случае оператор предпочтет оборудование с минимальной ценой. Далее мы сравним существующие решения именно с точки зрения цены.

Выбор между EPON и GPON в рублях

Сравнение цены проведем на примере четырёхпортового решения. Сравнивать будем среднюю цену по рынку в рублях по состоянию на 1 ноября 2016 года.

EPON:



BDCOM P3310C с двумя БП и четырьмя SFP-модулями PX-20+, обойдется в ~70000 руб.

GPON:



Eltex - LTP-4X с двумя БП и четырьмя SFP-модулями C+, обойдется в ~125 000 руб.,

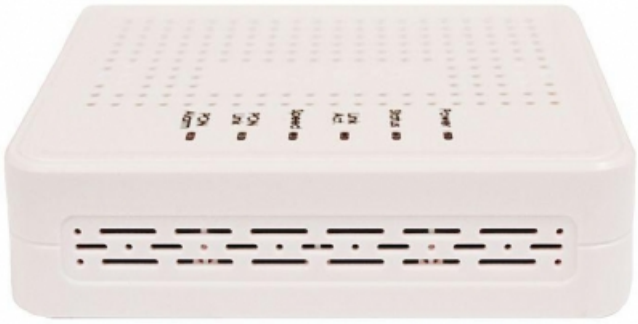


Huawei – MA5608T с БП AC/DC, 8 GPON-портами с восемью SFP+ модулями C+ обойдется в ~160000 руб.

В качестве ONU/ONT будем рассматривать однопортовые модели, как самые бюджетные и востребованные.



BDCOM P1501C1 обойдется в ~2046 руб.



Eltex NTU-1 обойдется в ~2533 руб.



Huawei HG8310M обойдется в ~2150 руб.

Стоимость на одного клиента посчитаем по формуле $S_{кл}=(S_{olt}/Q_p/N)+S_{ont}$, где:

S_{olt}- стоимость OLT, S_{ont} - стоимость ONT, Q_p- количество PON портов, N – количество клиентов с одного PON порта.

Количество портов для Huawei будем считать равным 4, для приведения к единой конфигурации. Для наглядности результаты сведем в таблицу:

Показатель сравнения	**BDCOM(64)**	**Eltex(64/128)**	**Huawei(64/128)**
Цена OLT, руб	70000	125000	160000
Цена ONU, руб	2046	2533	2150
Цена в пересчете на одного клиента, руб	2319	3021/2777	2774/2462

Из таблицы наглядно видно, что с точки зрения цены, EPON более выгоден по сравнению с GPON-решениями.

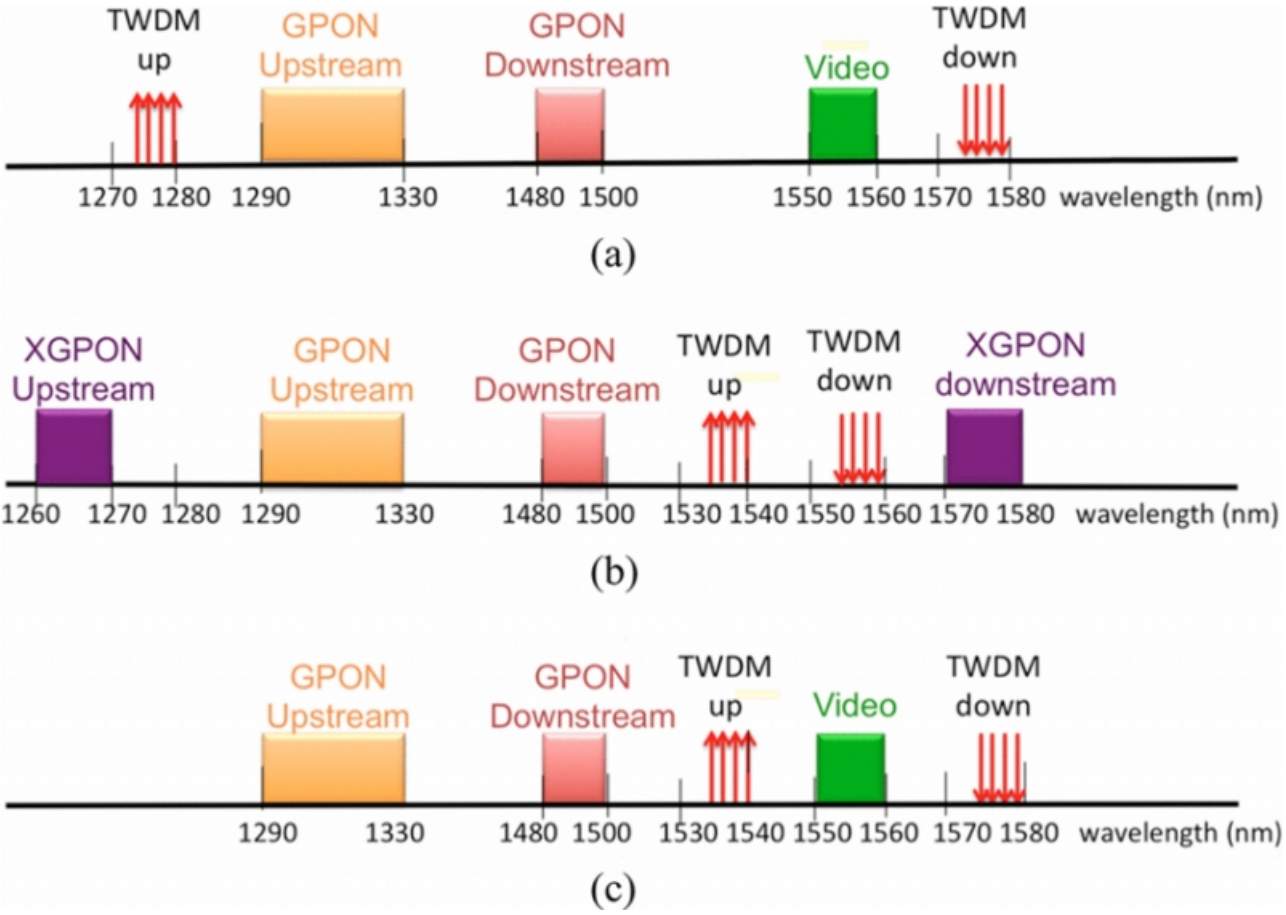
Строим сеть с оглядкой на будущее

Начиная строительство xPON-сети, всегда стоит помнить, что оборудование не всех вендоров совместимо между собой. По разным причинам часть вендоров не позволяют использовать оборудование сторонних производителей. Это может привести к определенным проблемам в перспективе. Как бы не был успешен вендор сейчас, он может уйти с рынка в результате внутренних проблем или продать бизнес более крупной компании, в результате чего могут измениться ценовая политика и условия поставок оборудования. Для того, чтобы этого избежать, необходимо ориентироваться на оборудование, совместимое с несколькими вендорами.

Рассмотрим сегодняшних участников с этой точки зрения. Оборудование EPON BDCOM может работать с разными вендорами, поддерживающими спецификацию CTC 2. Те, кто уже работал с OLT BDCOM, знают об альтернативных моделях ONU, которые успешно работают совместно с ОЛТ. Совместно с OLT Huawei успешно работают ONU от ZTE, Fiberhome и другие. На момент написания статьи OLT от Eltex не позволял работать с ONU сторонних производителей. Возможно, в будущем это измениться, но сейчас на это стоит обращать внимание.

Немного о перспективе

Рост трафика с каждым годом продолжается и не за горами тот момент, когда скорости xPON будет недостаточно. Уже сейчас на рынке доступны решения 10G xPON (под 10G xPON следует понимать XG-PON и 10G-EPON), позволяющие обеспечить 10G нисходящего и 2.5G восходящего трафика. Поскольку 10G xPON для работы использует другие длины волн, то возможен поэтапный перевод клиентов с xPON на 10G xPON. Распределения длин волн для разных поколений PON можно наглядно видеть на рисунке ниже.



Для поэтапного перевода клиентов с xPON на 10G xPON достаточно установить дополнительное OLT, поддерживающее 10G xPON или дополнительную плату (если вы используете шасси, например, Huawei). Сигнал с портов нового устройства при помощи фильтров добавить в существующую xPON сеть и раздать новые ONU, переводимым на 10G xPON клиентам. К сожалению, текущая цена на 10G xPON выше обычной почти в десять раз, что создаёт серьезные препятствия для массового внедрения. На наш взгляд в перспективе ближайших 5 лет возможен перевод на 10G xPON в сегменте многоэтажных домов.

При этом подразумевается использование не "чистого" 10G xPON, а работа именно в совмещенном режиме. Связано это с тем, что 90% трафика генерируют 10% клиентов и экономически обосновано перевести на новый PON именно их, а также подключения юр. лиц. Также возможен вариант использовать 10G xPON на уровне агрегации. В этом случае вместо обычного кольца с использованием STP строится кольцо с использованием двух независимых кабелей для получения схемы 1+1 (type B). Данный метод позволяет обеспечить энергонезависимое, двухлучевое подключение каждого коммутатора.

Несмотря на то, что в Китае начался массовый переход на XG-PON (что создает дефицит EML лазеров вот уже два года, который ощутили все, кто заказывает CWDM или DWDM модули свыше 40км) в России, на наш взгляд, перспективы использования 10G xPON в секторах малоэтажных и частных домов, в ближайшие 5 лет маловероятны. В данном сегменте стоимость оборудования наиболее важна и многократное увеличение цены неприемлемо. В случае нехватки скорости xPON, операторы предпочтут перейти на схему включения 32 пользователя на порт. Сделать это не меняя кабельную инфраструктуру поможет технология TWDM PON. Технология TWDM PON позволяет организовать несколько каналов PON в одном волокне, используя разные длины волн. Специально для этого выделяются диапазоны 1270-1280/1570-1580 нм, 1535-1540/1553-1558 и 1535-1540/1570-1580 нм.

Распространенные мнения о PON и взгляд на них со стороны

Подводя итог под вышесказанным, попробуем разобраться, насколько справедливы некоторые распространённые утверждения:

1. GPON быстрее, чем EPON. Безусловно, максимально допустимая нисходящая скорость в GPON больше, однако, если подключать 128 клиентов на луч, то удельная скорость у одного клиента будет равна варианту с EPON, в то время как восходящая скорость будет даже меньше. Кроме того, выше мы рассмотрели потребление трафика, характерное для разных типов клиентов, и получили необходимую скорость, которую может обеспечить как EPON, так и GPON. По этой

причине будем считать **ничья.**

2. GPON более функциональный, чем EPON. Возможности у GPON шире, но если отбросить передачу TDM, так как распространение E1 крайне низок. У GPON, за счет использования детальной настройки скоростей и приоритетов для каждого GEM порта, можно лучше управлять сервисами и трафиком для них. Однако это существенно усложняет настройку и для малых операторов, не имеющих систему управления конфигурациями интегрированную с биллингом, это скорее минус, чем плюс. Что касается широко используемого функционала, то он одинаково представлен в обоих вариантах.
3. GPON позволяет подключать 128 клиентов на один порт, что делает его в итоге дешевле. В разделе сравнение "EPON и GPON в рублях" мы смогли увидеть, что EPON получается дешевле решений GPON, даже при условии включения 128 клиентов с одного PON порта.

Выводы

Мы провели сравнение разных аспектов решений EPON и GPON как с экономической, так и с технической точек зрения. Из приведенной информации вы можете сделать заключение о том, какой из вариантов вам ближе. На наш взгляд, EPON больше подойдет малым и средним операторам. Так как в случаях, когда нужно обеспечить уровень доступа в сетях ШПД, функционала EPON достаточно, а цена более привлекательна. При этом оборудование очень простое в настройке. Для крупных операторов, обладающих значительными бюджетами, можно рассматривать GPON. Некоторое увеличение цены покрывается возможностью более детально произвести настройки каждого сервиса. Более того, крупные операторы легко могут позволить себе полную интеграцию от производителя. Получая в результате первичную настройку оборудования под требования оператора, а также систему управления конфигурациями, интегрированную в биллинг. Подобное решение сводит необходимость настраивать оборудование практически к нулю.

Но по большому счёту, отличие между технологиями в текущих реалиях весьма умозрительно. И позволяет делать выбор из экономических или логистических соображений, ориентируясь на существующие планы развития или даже личные предпочтения - технически разница пренебрежимо мала, и продолжает уменьшаться.