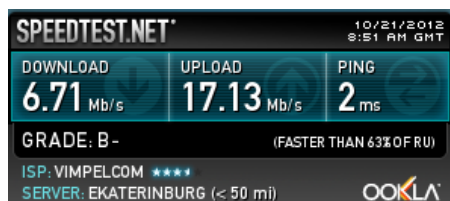


GPON vs Ethernet

Что такое xPON и как с ним бороться

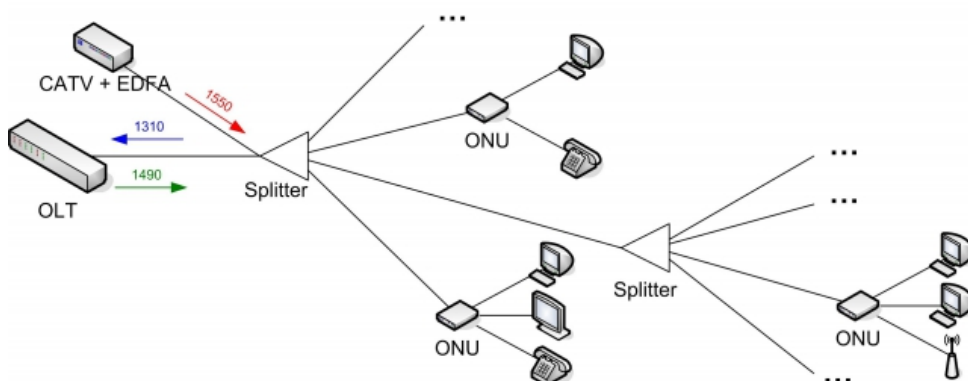
При огромном обилии рекламных материалов в Сети тема [xPON](#), как мне кажется, до сих пор недостаточно глубоко изучена многими операторами. Разумеется, для кого-то это просто не нужно, для многоэтажек на сегодня ситуация весьма однозначно склоняется в пользу Ethernet. Но есть и такие, кто уже исчерпал доступную для развития "городскую" абонентскую базу, и вынужден отправлять монтажные бригады операторов связи все дальше "в поля", ближе к коттеджным поселкам или даже обычным "деревенькам". Там пока все куда проще - покрытие сетей 3/4G операторов сотовой связи, к сожалению счастью, есть далеко не везде. Да и пользователи, "нахватавшиеся" по форумам модных столичных привычек, хотят даже в лютый ЧНН видеть что-то похожее:



Так что вопрос "строить ли" сейчас не стоит. На повестке дня иное - "как"?

Варианты Ethernet рассматривались на [nag.ru](#) множество раз, так что подробно останавливаться на них нет смысла. При современной стоимости оптоволоконна и оптических портов большая часть проблема пяти, а то и двух-трех летней давности ушла в небытие. Да и сложно в 2013 году представить оператора, который бы где-нибудь, когда-нибудь и для чего-нибудь не использовал Ethernet. Однако с [xPON](#) на практике работали далеко не все. Поэтому начну с небольшого ликбеза (который, при желании, можно легко "промотать").

В незапамятные времена [xPON](#) разрабатывали для американских операторов КТВ, поэтому его идея очень проста, и с некоторыми оговорками сводится к наложению передачи данных на существующие "древовидные" оптические линии. А так как сложных способов разделения среды в те времена делать за разумные деньги не умели - то использовали хорошо знакомый TDM.



OLT излучает сигнал на несущей 1490 нм, а все ONT - на одной и той же длине волны 1310нм. А так как TDM, то ONU излучают не непрерывно, как простой медиаконвертер в Ethernet, а лишь в определенные интервалы времени (этим процессом управляет OLT). Из-за этого конструкция ONT намного сложнее, чем у обычного медиаконвертера, а это заметно отражается на ее стоимости. Трансиверы тоже особые, WDM с Tx/Rx: 1490/1310нм (для OLT) и 1310/1490нм (ONT). Окно 1550 нм специально зарезервировано под КТВ, которое можно подмешивать в эту же оптическую сеть с помощью специальных [WDM-фильтров 1310/1490/1550нм](#) или делителей типа 2xN.

Так как на целый куст клиентов работает один порт OLT, то в один юнит можно "упихать" много возможностей и денег. Типичный агрегат, способный вынести на себе среднего размера поселок, выглядит следующим образом:



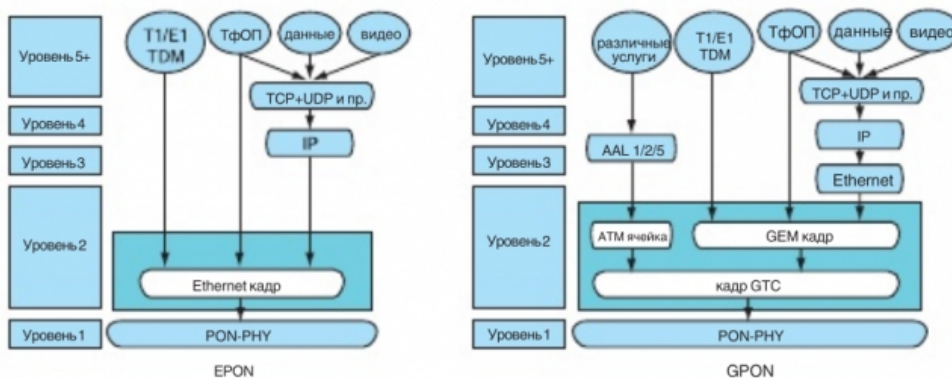


На стороне абонента устанавливают абонентские устройства, которые называются ONU/ONT (Optical Network Unit/Terminal), представляющие собой небольшой коммутатор с оптическим PON-портом и "медными" портами Ethernet для подключения абонентских Ethernet-устройств. Часто к этому добавляют WiFi, RF overlay, FXS порты VoIP.



Чем отличаются **GPON** от **GEPON**?

Вопрос из заголовка имеет простой формальный ответ: **GPON** (Gigabit PON) – ITU G.984, **GEPON** (Gigabit Ethernet PON) – IEEE 802.3ah. Но эти цифры практически ничего не говорят даже мне. Поэтому можно уточнить: структура кадров **GEPON** максимально похожа на Ethernet, а у **GPON** более сложная, и больше напоминает SDH. И показать картинку:



А если после этого вам (как и мне, кстати) картина мира понятнее не стала, то проще ограничиться простым сравнением:

GPON

- + Полностью стандартизированная технология (рекомендация ITU-T G.984);
- + Полностью стандартизированный протокол управления OMCI (протокол TR-069);
- + Использование линейного кода NRZ без избыточности ("честные" 2.5G);
- + Более эффективные механизмы для передачи TDM-трафика;
- Более высокая стоимость, нежели GEPON;
- Более сложное конфигурирование оборудования.

GEPON (Turbo-GEPON)

- + Более низкая цена OLT;
- + Сравнительно простая настройка оборудования;
- Технология без стандарта (в основе лежит стандарт IEEE 802.3ah);
- Использование избыточного линейного кода 8B/10B ("чистая" полоса меньше на ~20%).

Подробнее можно почитать [здесь](#).

Что выбрать? Мне кажется, при равной цене [GPON](#) выглядит более привлекательно в одном важном пункте - совместимость. Но вообще, много зависит и от вендора. Некоторые, например Huawei и ZTE, производят решения как [GPON](#), так и GEAPON. Хотя для Российского рынка GEAPON от Huawei недоступен. Другие именитые производители делают только [GPON](#), например: [Ericsson](#) (решение недавно было продано американской компании Calix), [Alcatel-Lucent](#) и др. Решения на GEAPON проще, и на сегодняшний день их делает множество производителей в Китае. В том числе, совсем малоизвестные небольшие компании. Поэтому о качестве и надежности таких разработок можно только догадываться. В России решения на базе TurboGEAPON многим известны благодаря продукции компании [Элтекс](#). Причем, для "обычных" операторов линейка [GPON](#) недоступна - такие решения обычно поставляются только для операторов вроде Ростелекома.

За сим общую часть маркетингового буллитита можно считать законченной. ;-)

Особенности реализации

Особенность 1. Исходя из древовидной структуры [PON](#), "недобросовестные" абоненты могут всерьез попортить жизнь операторам. Предполагается, что если на стороне абонента поставить непрерывно излучающий медиаконвертер вместо ONT, то могут пострадать все абоненты в его "ветке дерева".

Мы решили проверить это утверждение на практике. Для этого взяли гигабитный медиаконвертер [SNR-CVT-1000SFP-V2](#), в него воткнули [SNR-SFP-W34-20](#) (Tx/Rx 1310/1490nm) и подключили в одно дерево с другими рабочими ONT. В результате, линк на OLT в этом порту пропал и все другие ONT в этом порту "отвалились". "Миф" подтвердился на 100%.

Особенность 2. Чувствительность у триплексера ONT для несущей 1550 нм обычно составляет -8dBm (для 1490 нм: -27dBm), поэтому для нормальной работы KTB в большинстве случаев придется использовать [EDFA](#).

Особенность 3. Настройка и управление ONU обычно осуществляется через OLT (даже такие операции, как обновление прошивки, перезагрузка, выключение/включение излучения лазера и т.п. выполняются удаленно). ONU, как правило, поддерживают DDMI и умеют определять расстояние до OLT, что значительно облегчает осуществление траблшутинга:

```
SWITCH> sh onu info
```

```
-----
OLT | ONU | STATUS | Serial No. | Distance | Rx Power | Profile
-----
```

```
1 | 1 | Active | SNRcbe3e359 | 4769m | - 23.2 dBm | user1
1 | 2 | Active | SNRcbe3e1b9 | 4657m | - 20.7 dBm | user2
1 | 3 | Active | SNRcbd38c12 | 4825m | - 22.5 dBm | user3
1 | 4 | Active | SNRcbd38ba4 | 4823m | - 20.1 dBm | user4
1 | 5 | Active | SNRcbe3e329 | 4694m | - 19.5 dBm | user5
1 | 6 | Active | SNRcbd38af4 | 4755m | - 19.9 dBm | user6
1 | 7 | Active | SNRcbe3e249 | 4476m | - 24.5 dBm | user7
1 | 8 | Active | SNRcbe3dd81 | 4549m | - 19.1 dBm | user8
1 | 9 | Active | SNRcbe3e0e1 | 4763m | - 19.2 dBm | user9
1 | 10 | Active | SNRcbd38c2c | 4812m | - 21.9 dBm | user10
```

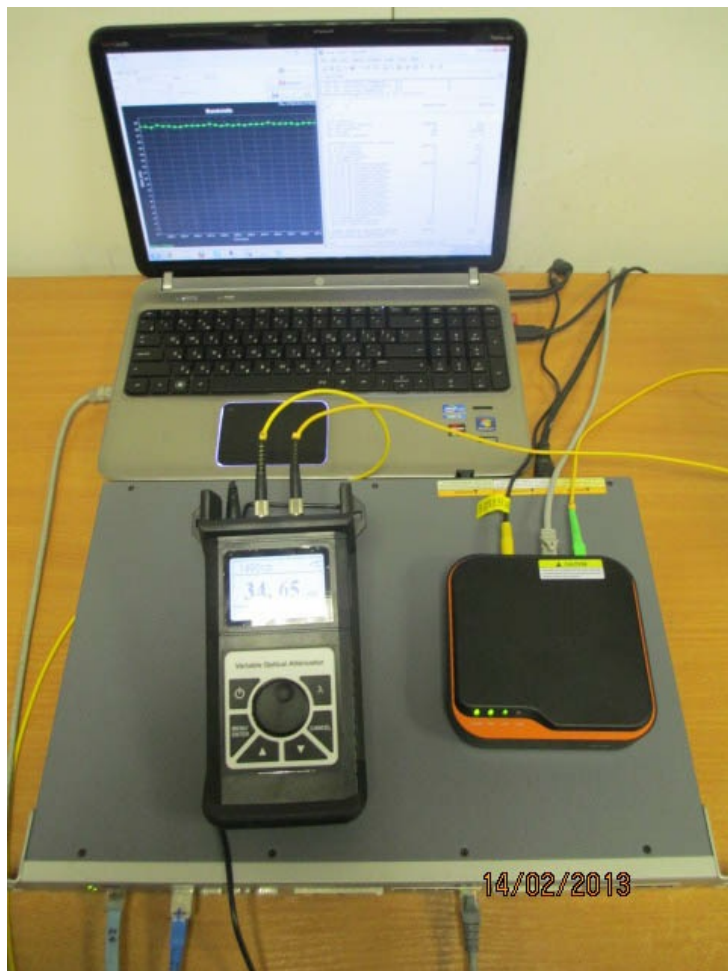
Эта статистика помогает находить проблемные участки. Анализируя ухудшения уровней сигналов у абонентов, и, зная схему сети (где какие сплиттеры стоят и т.д.), можно удаленно определить участок сети, на котором возникла проблема.

Особенность 4. В PON реализована поддержка технологии прямой коррекции ошибок FEC (Forward Error Correction). При передаче данных в сообщение добавляется избыточная служебная информация, на основе которой затем восстанавливается первоначальное содержание "посылки". Надо сказать, что в DWDM с FEC нам приходилось встречаться довольно часто. Выигрыш в OSNR (Optical Signal to Noise Ratio) может быть от ~6.5 до ~10.5dB. В [GPON](#) с FEC встречаться не приходилось. В официальном документе [ITU-T](#) не описывается выигрыш ни в OSNR, ни в оптическом бюджете.

Мы решили на практике проверить работу FEC. Суть опыта состояла в следующем:

1. С помощью переменного аттенюатора определяется порог чувствительности ONT, при котором на интерфейсах еще нет ошибок;
2. Увеличивается затухание, до момента появления ошибок;
3. Включается FEC;
4. Статистика ошибок снимается повторно;
5. Сравнение результатов.

Итак, к портам OLT и ONT подключили генератор трафика (2 компьютера с jperf). В OLT установлена [SNR-SFP-W43-GPON-C+](#) (C+ class). Для измерений используем измеритель мощности [SNR-PMT-08C](#), а также средства DDMI. В качестве переменного аттенюатора служит SNR-OVA-01.



Находим предельную величину мощности сигнала на входе ONT, при котором начинают появляться потери пакетов и ошибки: $\sim -29.9\text{dBm}$. При этом Tx Power SFP OLT: $+5.62\text{ dBm}$, затухание вносимое аттенюатором: 34.80dB (+ дополнительные потери вносят патчкорды и проходные адаптеры). Мощность сигнала на стороне ONT по измерителю: -29.91dBm

DDMI:

OLT | ONU | STATUS | Serial No. | Distance | Rx Power | Profile

1 | 1 | Active | SNRcbd38c44 | 2m | - 29.9 dBm | ONT#1

Снимаем показатели потерь с ONU, видим наличие ошибок:

```
Pon bip8 errors N/A 17
SWITCH(config-gpon-olt[1])# show olt statistics onu 1
```

OLT : 1 ONU : 1 Downstream Upstream

Pon unreceived bursts N/A 27
Pon onu positive drift val N/A 0
Pon onu negative drift val N/A 0
Pon bip8 errors N/A 17
Pon fec corrected bytes N/A 0
Pon fec corrected codewords N/A 0
Pon fec uncorrected codewords N/A 0
Pon fec received codewords N/A 0

Снимаем показатели с OLT, так же наблюдаем прирост ошибок:

```
CRC dropped packets N/A 381
CRC dropped packets N/A 522
CRC dropped packets N/A 557
SWITCH(config-gpon-olt[1])# show olt statistics
```

OLT : 1 Downstream Upstream

```
-----
(Pon counter)
Pon valid eth packets 155287 N/A
Pon CPU packets 0 N/A
Pon ploams 0 0
Pon invalid packets 0 163
Priority Q0 forwarded packets 155287 293502
CRC dropped packets N/A 163
security dropped packets N/A 0
security learn failures N/A 0
header modifier forwarded packets 155287 N/A
header modifier dropped packets 2 N/A
.
CRC dropped packets N/A 381
.
CRC dropped packets N/A 522
.
CRC dropped packets N/A 557
```

После этого включаем FEC в обоих направлениях (Upstream, Downstream). Снимаем статистику с ONU. Видим, что количество обработанных и исправленных бит и кодовых слов растет с возрастанием количества переданных бит. Это свидетельствует о том, что FEC активирован:

```
SWITCH(config-gpon-olt[1])# show olt statistics onu 1
```

```
-----
OLT : 1 ONU : 1 Downstream Upstream
-----
```

```
Pon unreceived bursts N/A 27
Pon onu positive drift val N/A 0
Pon onu negative drift val N/A 516
Pon bip8 errors N/A 17
Pon fec corrected bytes N/A 88
Pon fec corrected codewords N/A 21
Pon fec uncorrected codewords N/A 0
Pon fec received codewords N/A 831162
SWITCH(config-gpon-olt[1])# sh olt statistics onu 1
```

```
-----
OLT : 1 ONU : 1 Downstream Upstream
-----
```

```
Pon unreceived bursts N/A 27
Pon onu positive drift val N/A 0
Pon onu negative drift val N/A 18185
Pon bip8 errors N/A 17
Pon fec corrected bytes N/A 3360
Pon fec corrected codewords N/A 835
Pon fec uncorrected codewords N/A 0
Pon fec received codewords N/A 25632838
```

Снимаем статистику с OLT. С увеличением количества переданных бит, значение CRC-ошибок не изменяется. Можно сделать вывод, что FEC работает и успешно исправляет поврежденные пакеты:

```
SWITCH(config-gpon-olt[1])# show olt statistics
```

```
-----
OLT : 1 Downstream Upstream
-----
```

```
(Pon counter)
Pon valid eth packets 3049342 N/A
Pon CPU packets 371 N/A
Pon ploams 1791 931771
Pon invalid packets N/A 0
(performance monitoring counter)
Rx valid packets 595592 N/A
Rx error packets 0 N/A
CPU valid packets 0 0
CPU dropped packets 0 557
MAC lookup miss 0 N/A
Priority Q0 forwarded packets 595592 1148575
CRC dropped packets N/A 557
security dropped packets N/A 0
security learn failures N/A 0
header modifier forwarded packets 1197282 N/A
header modifier dropped packets 2 N/A
SWITCH(config-gpon-olt[1])# sh olt statistics
```

OLT : 1 Downstream Upstream

(Pon counter)

Pon valid eth packets 1772646 N/A

Pon CPU packets 720 N/A

Pon ploams 4116 888724

Pon invalid packets N/A 0

(performance monitoring counter)

Rx valid packets 1810188 N/A

Rx error packets 0 N/A

CPU valid packets 0 0

CPU dropped packets 0 557

MAC lookup miss 0 N/A

Priority Q0 forwarded packets 1810188 3532672

CRC dropped packets N/A 557

security dropped packets N/A 0

security learn failures N/A 0

Делители (сплиттеры) и оптический бюджет

К выбору делителей и расчету оптического бюджета следует всегда относиться с особой ответственностью. Зачастую, разработать оптимальное решение бывает совсем непросто, ввиду большого количества "переменных", которые зависят от географического расположения абонентов, OLT, возможности прокладки оптического кабеля и т.п.

Делители бывают двух видов: планарные - [PLC](#) (Planar Lightwave Circuit) и сварные - [FBT](#) (Fused Biconical Taper). О них мы подробно писали в обзоре [Divide and rule II или PLC](#) и в [базе знаний](#).

В ONU обычно используются приемопередатчики B+ класса, чтобы цена абонентского устройства была как можно ниже. У такого трансивера обычно следующие характеристики:

Tx Power: 0...+5dBm

Rx Sensitivity: -27dBm

В OLT обычно ставят SFP тоже B+ класса, тогда гарантированный оптический бюджет:

DS/US: 0 - (-27) dB = 27dB

Но если бюджета не хватает (делители с коннекторами и/или многократное деление, например, x2/x4/x8 или x4/x4/x4), то можно поставить SFP C+ класса. Они дороже, т.к. для их производства нужно отбирать лазеры с повышенной выходной мощностью, и более чувствительный APD-приемник. Но зато их ТТХ заметно лучше:

Tx Power: +3...+7dBm

Rx Sensitivity: -32dBm

Таким образом, гарантированный оптический бюджет в обе стороны получается уже разный:

DownStream: 3-(-27)dB = 30dB

UpStream: 0-(-32)dB = 32dB

Следовательно, выигрыш в бюджете при использовании C+ SFP составляет примерно 3дБ (в 2 раза), что весьма неплохо.

Берем наименьшее значение - 30dB, делаем запас ~2dB, не забывая о возможности увеличения оптических потерь при ухудшении характеристик ВОЛС и мощности лазера, связанных с их старением, получаем ~28dB. Цифра довольно большая, но, прикинув несколько вариантов с делителями на разъемах, понимаем, что прокладку кабеля и сварку нужно делать "на совесть". Желательно, сразу проверяя смонтированные участки, т.к. потом поиск проблемных мест усложнит наличие делителей.

Посчитаем бюджет подключения 64xONT к одному порту OLT при помощи PLC-делителей с разъемами для разных вариантов:

1. Схема с тремя делителями x2/x4/x8:

8 разъемных соединений - 0.5дБ/шт.

5 сварных соединений - 0.1дБ/шт.

PLC-делитель 1x2 - 4.1дБ

PLC-делитель 1x4 - 7.5дБ

PLC-делитель 1x8 - 10.8дБ

=> $(8*0.5 + 5*0.1 + 4.1 + 7.5 + 10.8)$ дБ = 26.9дБ

2. Схема с тремя делителями x4/x4/x4:

8 разъемных соединений - 0.5дБ/шт.

5 сварных соединений - 0.1дБ/шт.

PLC-делитель 1x4 - 7.5дБ

=> $(8*0.5 + 5*0.1 + 3*7.5)$ дБ = 27.0дБ

3. Схема с двумя делителями x2/x32:

6 разъемных соединений - 0.5дБ/шт.
4 сварных соединения - 0.1дБ/шт.
PLC-делитель 1x2 - 4.1дБ
PLC-делитель 1x32 - 16.8дБ
=> $(6*0.5 + 4*0.1 + 4.1 + 16.8)$ дБ = 24.3дБ

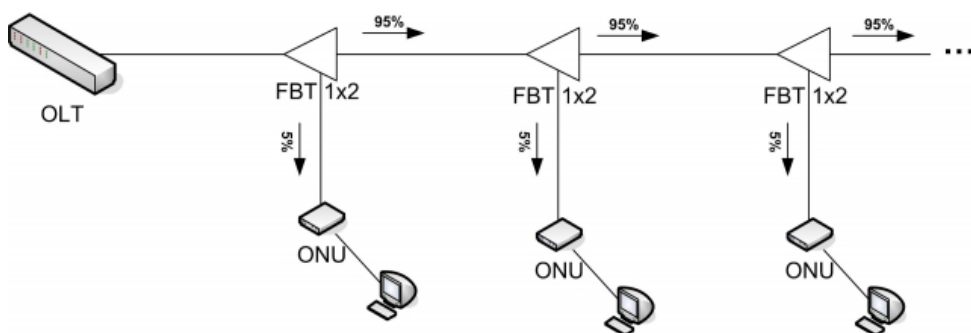
4. Схема с двумя делителями x4/x16:

6 разъемных соединений - 0.5дБ/шт.
4 сварных соединения - 0.1дБ/шт.
PLC-делитель 1x4 - 7.5дБ
PLC-делитель 1x16 - 13.8дБ
=> $(6*0.5 + 4*0.1 + 7.5 + 13.8)$ дБ = 24.9дБ

Таким образом, принимая коэффициент затухания в кабеле 0.4 дБ/км (на 1310 нм), используя такие делители, на оптику остается совсем немного (т.е. длина линии должна быть небольшой). Если бюджета не хватает, то можно использовать неоконцованные делители или другие схемы деления, в том числе с меньшим количеством ONT на 1 порт OLT (например, 32xONT). Но с другой стороны, в этих расчетах взяты максимальные коэффициенты затухания, и реальная картина может быть лучше. Хотя надеяться на это и не следует.

В Ethernet же, используя "одноглазые" вставки, за "непопадание в бюджет" переживают редко, т.к. расстояния обычно небольшие, а бюджет таких SFP идет обычно с большим запасом (6dB для 3км и 14dB для 20км).

В завершение этой части можно привести пример расчета для экзотического для "Ethernetчиков" (но хорошо знакомого КТВшникам) случая деления в пропорции 5:95%. Схема при этом получается следующая:



$N = (P_{out} - X1 - S - R - Z*L) / X2$ (1) где:

N – количество подключаемых ONU;

P_{out} – мощность излучения SFP OLT (dBm);

X1 – максимальные потери на делителе при отводе 5% мощности (dB);

S – чувствительность приемника ONT (dBm);

R – дополнительные потери в линии (сварки, коннекторы, проходные адаптеры и т.д.) (dB);

Z – коэффициент затухания в оптическом кабеле для несущей 1310 нм (dB/km);

L – длина оптического кабеля (км);

X2 – максимальные потери на делителе при отводе 95% мощности (dB).

$N = (3 - 0.45 - (-27) - 4 - 0.35*2) \approx 24$

Посчитаем уровень сигнала от OLT, после прохождения 24 делителей:

$P = P_{out} - X1*N - R - Z*L = (3 - 0.45*24 - 4 - 2*0.35)$ dBm = -12.5 dBm

Надо сказать, что -12.5dBm – довольно мощный сигнал, что позволяет далее подключить еще несколько ONU. Поставив, например, еще 3 делителя 1x2 с коэффициентом деления 50/50% (оптический бюджет позволяет) можно подключить еще 4xONU. Таким образом, данная схема не дает возможности подключить большое количество ONT на 1 порт OLT, но может быть актуальна для GPON-решений с максимальным количеством 32xONU на 1 порт OLT.

Кто сильнее слон или кит **xPON** или Ethernet?

Для сравнения решений на Ethernet и **GPON** возьмем реальный поселок на ~134 дома и рассмотрим 2 варианта решений:

Решение на **GPON**

<u>SNR-KR-16N</u>	Кронштейн универсальный натяжной SNR-KR-16N	64 шт.	99,35 р.	6 358,40 р.
<u>SNR-PA-06</u>	Зажим анкерный клиновой SNR-PA-06	128 шт.	69,22 р.	8 860,16 р.
<u>SNR-KR-8N</u>	Узел крепления для легких кабелей типа FTTH и SNR-FOCA-UT1	112 шт.	27,85 р.	3 119,20 р.
<u>SNR-PA-37</u>	Зажим анкерный клиновой PA-37 (малый, пластиковый)	224 шт.	108,78 р.	24 366,72 р.
<u>SNR-K2</u>	Каркас-барабан SNR-K2	35 шт.	560,00 р.	19 600,00 р.
<u>SNR-KR-16P</u>	Кронштейн универсальный поддерживающий SNR-KR-16P	48 шт.	99,35 р.	4 768,80 р.
<u>PPO-8/11-03</u>	Зажим поддерживающий плашечный ППО-8/11-03	48 шт.	30,50 р.	1 464,00 р.
<u>SNR-SB207.202</u>	Лента монтажная нержавеющая C202, 20x0.7 мм (кассета 50м)	5 касет	1 476,76 р.	7 383,80 р.
<u>SNR-HC-20-T</u>	Скрепа монтажная HC-20-T (100 шт.)	3 уп.	712,52 р.	2 136,56 р.
<u>SNR-FTTH-FDB-16</u>	Коробка распределительная оптическая SNR-FTTH-FDB-16	5 шт	1 620,84 р.	8 104,20 р.
<u>SNR-FTTH-FDB-08</u>	Коробка распределительная оптическая SNR-FTTH-FDB-08	31 шт.	702,12 р.	21 765,72 р.
<u>SNR-FTTH-FDB-04</u>	Коробка распределительная оптическая SNR-FTTH-FDB-04	1 шт	205,44 р.	205,44 р.
<u>SNR-ADP-SC/APC SM</u>	Адаптер проходной SNR SC/APC-SC/APC	348 шт.	11,88 р.	4 134,24 р.
SC-SM-APC-30/IN	Разъем оптический IIsintech "Splice-On Connector" SC/APC для кабеля 3,0 мм / 2,0 x 3,1	328 шт.	113,88 р.	39 630,24 р.
<u>SNR-FTB-02S</u>	Розетка оптическая SNR-FTB-02S	145 шт.	25,52 р.	3 700,40 р.
<u>SNR-PC-SC/APC-15m</u>	Патчкорд оптический SC/APC-SM 15метров	145 шт.	103,22 р.	14 966,90 р.
<u>SNR-UPS-ONRT-1-M</u>	Источник бесперебойного питания on-line, 1000 VA	2 шт.	4 785,00 р.	9 570,00 р.
<u>SNR-UPS-BCRT-1-M</u>	Блок батарей SNR-UPS-BCRT-1-M для ИБП 1kVA	2 шт.	8 389,70 р.	16 779,40 р.

<u>SNR-PLC-1x4-SC/APC</u>	Планарный делитель на 4 отвода, оконцованный вилками SC/APC	32шт.	724,88р.	23196,16р.
<u>SNR-PLC-1x8-SC/APC</u>	Планарный делитель на 8 отводов, оконцованный вилками SC/APC	7шт.	1039,10р.	7273,7р.
SNR-PLC-1x2-SC/APC	Планарный делитель на 4 отвода, оконцованный вилками SC/APC	2шт.	573,9р.	1147,90р.
<u>SNR-SFP-W43-GPON-C+</u>	Модуль SFP WDM GPON, дальность до 20км (35dB), Tx/Rx: 1490/1310нм	3шт.	7141,22р.	21423,66р.
<u>SNR-ONT-1G</u>	Абонентский терминал ONT GPON с 1 портом 10/100/1000-Base-T	145шт.	2452,13р.	355558,85р.
<u>SNR-OLT-4x-8GC</u>	Станционный терминал OLT с 4 портами GPON (SFP) и 8 комбо-портами 10/100/1000-Base-T/SFP	1шт.	86851,78р.	86851,78р.
<u>SNR-OLT-PSU-AC</u>	Блок питания переменного тока (AC) для GPON OLT SNR-OLT-4x-8GC	2шт.	8940,62р.	17881,24р.
ШТВ-1-15.6.6-4AAA	Термошкаф 15 U	1 шт	31 200,00р	31 200,00 р.

Итого: 869 547,92

Ethernet

<u>SNR-FOCA-LT-05-32</u>	Кабель оптический многомодульный, тип "8", с тросом, 32 волокна (5 кН)	1 км	49 397,79р.	49 397,79р.
SNR-FOCA-LT-08-24	Кабель оптический многомодульный, тип "8", с тросом, 24 волокна (8 кН)	1 км	54 000,86	54 000,86
<u>SNR-FOCA-LT-05-16</u>	Кабель оптический многомодульный, тип "8", с тросом, 16 волокон (5 кН)	1 км	34 630,00р.	34 630,00р.
<u>SNR-FOCD-FM-01</u>	Кабель оптический SNR-FOCD-FM-01	10 км	5 755,25 р.	57 552,50 р.
ШТВ-1-15.6.6-4AAA	Термошкаф	2 шт.	31 200,00р.	48 924,00р.
<u>SNR-KR-16N</u>	Кронштейн универсальный натяжной SNR-KR-16N	85 шт.	99,35р.	8 444,75р.

<u>SNR-HC-20-T</u>	Скрепка монтажная HC-20-T (100 шт.)	2 шт.	712,52р.	1 425,04р.
<u>SNR-SB207.201</u>	Лента монтажная нержавеющая C201, 20x0.7 мм (кассета 50м)	5 кассет	1 156,63р.	5 783,15р.
<u>SNR-PP1-3034</u>	Зажим (подвес) поддерживающий SNR-PP1-3034	50 шт.	79,75р.	3 987,50р.
<u>SNR-KR-16P</u>	Кронштейн универсальный поддерживающий SNR-KR-16P	50 шт.	99,35 р.	4 967,50р.
<u>SNR-PA-37</u>	Зажим анкерный клиновой PA-37 (малый, пластиковый)	200 шт.	108,78р.	6 526,80р.
<u>SNR-KR-8N</u>	Узел крепления для легких кабелей типа FTTH и SNR-FOCA-UT1	75 шт.	27,85 р.	2 088.75р.
<u>SNR-K2</u>	Каркас-барабан SNR-K2	22 шт.	560,00 р.	12 320,00р.
<u>SNR-UPS-ONRT-1-M</u>	Источник бесперебойного питания on-line, 1000 VA	4 шт.	4 785,00 р.	9 570,00 р.
<u>SNR-UPS-BCRT-1-M</u>	Блок батарей SNR-UPS-BCRT-1-M для ИБП 1kVA	4 шт.	8 389,70 р.	16 779,40 р.
<u>SNR-FOSC-E</u>	Муфта оптическая проходная, серии SNR-FOSC-E (GPJ-B/E, 6002)	17 шт.	1 400,73р.	23 812,41р.
<u>SNR-ODF-24R</u>	Шкаф кроссовый оптический 19" (ШКОС) 24 порта	3 шт.	390,14р.	1 170,42р.
SNR-ODF-96R	Оптическая панель 19 " на 96 SC	1 шт.	800,00р.	800,00р.
SNR-ODF-64R	Оптическая панель 19 " на 64 SC	2 шт	660,00р	1 320,00р.
<u>SNR-PC-SC/UPC-FC/UPC-1.5m(0,9)</u>	Шнур монтажный оптический SC/UPC-FC/UPC SM 1,5 м	130 шт.	63,19р.	8 214,70р.
<u>SNR-ADP-SC SM</u>	Адаптер проходной SNR SC/APC-SC/APC	130 шт	11,88р.	1 544,40р.
<u>SNR-PC-SC/APC-1.5m(0,9)</u>	Шнур монтажный оптический SC/APC SM 1,5м.	130 шт.	69,00р.	8 970,00р.

<u>SNR-ADP-SC SM</u>	Адаптер проходной SNR SC-SC SM	90 шт.	11,88р.	1 069,20р.
<u>SNR-PC-SC/APC-1m</u>	Патчкорд оптический SC/APC SM 1метр	50 шт.	62,17р.	1 108,80р.
<u>SNR-PC-SC/UPC-1m</u>	Патчкорд оптический SC/UPC SM 1метр	20 шт.	55,44р.	1 108,80р.
<u>SNR-ODF-48RT</u>	Шкаф кроссовый оптический стоечный 19" (ШКОС), 48 портов, поворотный (FT-S48)	1 шт.	1 483,99р.	1 483,99р.
<u>SNR-FTB-02S</u>	Розетки оптические SNR-FTB-02S	50 шт	25,52р.	1 276,00р.
<u>DES-3200-28F</u>	Управляемый коммутатор 2 уровня с 24 портами SFP + 4 комбо-портами 1000Base-T/SFP	4шт.	15 500,00р.	62000,00р.
<u>SNR-SFP100-W35-20</u>	Модуль SFP WDM, дальность до 20км (14dB), 1310нм, 100Mb	104шт.	405,41р.	42162,64р.
<u>SNR-CVT-100B</u>	Медиаконвертер 10/100-Base-T / 100Base-FX, Tx/Rx: 1550/1310нм	104шт.	980,39р.	101960,56р.
<u>SNR-FOSC-D</u>	Муфта оптическая тупиковая SNR-FOSC-D (GJS-D013, 8004)	3 шт.	875,34р.	2 626,02р.
<u>SC-SM-UPC-30/IN</u>	"Splice-On Connector" SC/UPC для кабеля 3,0 мм / 2,0 х 3,1	104 шт.	116,03 р.	12 067,12 р.

Итого: 646 147,40

Выводы

Решение на Ethernet получилось на 30% дешевле, что, разумеется, немало. Но не стоит забывать, что на [GPON](#) процент подключения абонентов на тоже количество больше. То есть, в целом, оба решения соизмеримы по стоимости. Так что какой вариант выбрать - дело вкуса. Отметим лишь напоследок основные преимущества обоих вариантов:

Ethernet:

- + привычная технология для большинства операторов;
- + хорошо знакомое оборудование, заметно больше выбор;
- + заметно проще проектирование сети доступа;
- + меньше затраты на ЗИП;
- + проще найти проблемный участок в случае повреждения оптики (за отсутствием делителей);
- + 1 абонент не может повлиять на качество сервиса у других абонентов;
- + нет привязки к оборудованию одного вендора;
- + менее жесткие условия к качеству прокладки ВОЛС.

[GPON:](#)

- + меньше затраты на электроэнергию;
- + меньше затраты на прокладку ВОЛС и восстановительные работы (в том числе, затраты времени);
- + возможность мониторинга Tx/Rx Power у каждого абонента в реальном времени;
- + оборудование занимает значительно меньше места;
- + 1GE-порт у абонентских устройств (в данном примере, 1GE-порт в случае решения на базе Ethernet, привел бы к удорожанию схемы);

- + полностью пассивная оптическая сеть;
- + возможность организовать сеть КТВ на той же ВОЛС.