

## Расчет оптического бюджета сети GPON на базе оборудования Eltex

Планируете строить сеть GPON (Gigabit Passive Optical Network – с англ. гигабитная пассивная оптическая сеть)? Расчет оптического бюджета GPON – неотъемлемая составляющая при разработке схемы и проектировании сети GPON. В данной статье представлены алгоритм и пример расчета на базе оборудования GPON производства Eltex.

Структурная схема линейной части оптической сети GPON при многоквартирной застройке представлена на рисунке 1, при коттеджной застройке – на рисунке 2.

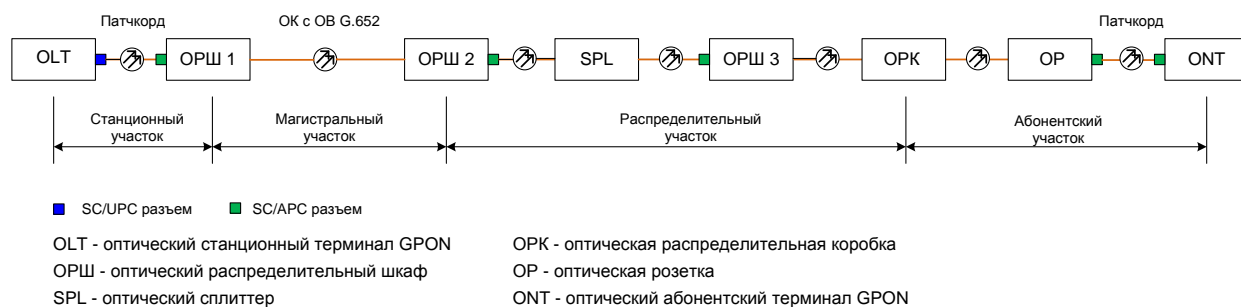


Рисунок 1 – Структурная схема линейной части сети GPON при многоквартирной застройке

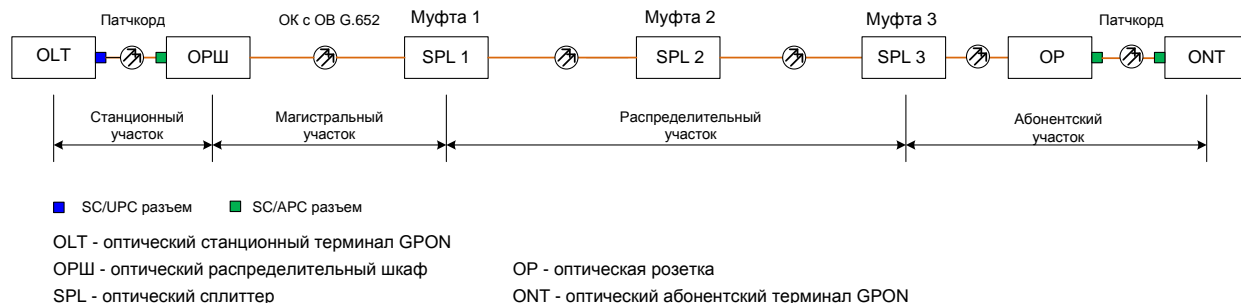


Рисунок 2 – Структурная схема линейной части сети GPON при коттеджной застройке

Линейная часть GPON сети состоит из четырех основных участков:

- стационарный – оптическая линия связи от OLT до стационарного оптического распределительного шкафа (OPШ или ODF – Optical Distribution Frame);
- магистральный – линейный участок от стационарного OPШ до OPШ на объекте или муфты магистрального участка;
- распределительный – линейный участок от OPШ на объекте или муфты магистрального участка до оптической распределительной коробки (OPK) или ближайшей к пользователю муфты;
- абонентский – линейный участок от OPK или ближайшей к абоненту муфты до абонентского терминала ONT.

Рассмотрим структуру сети при многоквартирной застройке (рисунок 1).

### **Станционный участок**

В оптический линейный терминал GPON, например Eltex LTP-4X, устанавливаются SFP GPON модули с разъемами SC/APC. Для уменьшения обратных отражений в оптической линии связи, которые могут привести к возникновению нелинейных эффектов, в сетях GPON используются коннекторы SC/APC. Магистральный оптический кабель заводится в оптический распределительный шкаф (ОРШ 1), в котором оптические волокна данного кабеля с помощью пигтейлов расшиваются на панели с разъемами SC/APC. Порты GPON OLT подключаются к разъемам ОРШ 1 с помощью оптических патчкордов SC/APC-SC/APC.

### **Магистральный участок**

На магистральном участке отсутствуют разъемные соединители, в зависимости от длины данного участка могут использоваться неразъемные соединения в виде сварки оптического волокна или механических соединителей.

### **Распределительный участок**

Магистральный участок заканчивается на объекте в ОРШ 2, в котором на панели с оптическими разъемами с помощью пигтейлов выведены оптические волокна магистрального кабеля. С другой стороны к данным разъемам подключаются сплиттеры. Выходные порты сплиттеров подключаются к оптическим разъемам ОРШ 3, к которым с другой стороны с помощью пигтейлов подключены некритичные к малым радиусам изгиба оптические волокна вертикального распределительного кабеля (G.657A). Конструктивно ОРШ 2 и ОРШ 3 могут быть выполнены в виде одного ОРШ с отдельными распределительными панелями и местом для размещения сплиттеров. Выделение волокон на этажах выполняется в оптических распределительных коробках (ОРК), в которых соединяются волокна распределительного и drop-кабеля. Последний также содержит оптическое волокно G.657A и используется на участке от ОРК до оптической розетки в квартире клиента.

### **Абонентский участок**

В квартире клиента устанавливается оптическая розетка с коннектором SC/APC, к которому через пигтейл подключается drop-кабель. Абонентский терминал клиента ONT подключается к оптической розетке с помощью оптического патчкорда SC/APC-SC/APC.

### **Термины и определения**

*Оптический бюджет линии связи* – максимально возможное затухание в оптической линии связи между передатчиком и приемником, при котором данная линия может использоваться по назначению.

*Затухание оптической линии связи* – сумма всех возможных потерь от передатчика до приемника оптического сигнала.

## Методика расчета оптической линии связи при строительстве GPON сети

1. Выполнить планирование конфигурации GPON дерева с учетом выбранного коэффициента деления (сплиттирования). Планирование конфигурации предполагает выделение групп пользователей и распределение сплиттеров. После распределения сплиттеров выбирается оптический кабель для магистрального, распределительного и абонентского участков с учетом требуемого количества оптических волокон. Необходимо предусмотреть избыточность по оптическим волокнам с учетом дальнейшего расширения GPON сети.

2. После планирования конфигурации GPON дерева необходимо выполнить расчет бюджета оптической линии связи. Целевым критерием при расчете GPON дерева является выполнение следующего условия:

$$\Delta P > \alpha_{\max},$$

где

$\Delta P$ , дБ – оптический бюджет линии;

$\alpha_{\max}$ , дБ - максимально возможное затухание в GPON дереве – затухание оптической линии связи на участке от передатчика до самого удаленного приемника.

Если условие выполняется, то линия спроектирована корректно и может использоваться в коммерческой эксплуатации. В противном случае необходимо изменить структуру сети GPON и выполнить повторный расчет линии таким образом, чтобы условие выполнялось.

Оптический бюджет линии определяется следующим образом:

$$\Delta P = T_x - (R_x),$$

где

$\Delta P$ , дБ – оптический бюджет линии;

$T_x$ , дБм – уровень мощности передатчика;

$R_x$ , дБм – чувствительность приемника.

Максимально возможное затухание в GPON дереве определяется для самого протяженного участка от ONT до OLT (для uplink потока) по следующей формуле:

$$\alpha_{\max} = \sum_{i=1}^N \alpha_{PCi} + \sum_{j=1}^M \alpha_{HPCj} + \sum_{k=1}^P \beta_k + \sum_{l=1}^Q l_k \cdot k_\lambda + \xi,$$

где

$\alpha_{PCi}$ , дБ - потери на разъемном соединении (коннекторах);

$\alpha_{HPCi}$ , дБ - потери на неразъемном соединении (сварка ОВ, механические соединители);

$\beta$ , дБ – вносимые оптическим сплиттером потери;

$l$ , км – длина оптической линии связи;

$k_\lambda$ , дБ/км – коэффициент затухания оптического волокна на длине волны  $\lambda$ ;

$\xi$ , дБ – эксплуатационный запас.

Справочные данные, которые используются при расчете оптического бюджета, представлены в таблицах 1-3.

Таблица 1 – Общие данные

№	Параметр	Значение
1	Потери на разъёмных соединениях (коннекторах)	0.15...0.3 дБ
2	Потери на неразъёмных соединениях (сварные)	0.05...0.07 дБ
3	Коэффициент затухания одномодового оптического волокна SMF (G.652) на длине волны $\lambda=1310$ нм	0.34...0.4 дБ/км
4	Коэффициент затухания одномодового оптического волокна SMF (G.652) на длине волны $\lambda=1490$ нм	0.22...0.27 дБ/км
5	Эксплуатационный запас*	3 дБ

\*Примечания: эксплуатационный запас обусловлен деградацией источника оптического излучения в процессе эксплуатации со временем.

Таблица 2 – Вносимые оптическими сплиттерами потери

№	Оптический сплиттер	Вносимые потери, дБ
1	1x2	3.2
2	1x4	7.6
3	1x8	11.0
4	1x16	14.2
5	1x32	17.0
6	1x64	21.0

Таблица 3 – Характеристики оборудования Eltex GPON

Наименование	Tx Power, дБм	Rx Sensitivity, дБм
OLT SFP Class B+	+1.5..+5	-8..-28
OLT SFP Class C+	+3..+7	-12..-32
OLT SFP Class C+HP	+7..+10	-12..-34
ONT Class A+	-2..+3	-3..-23
ONT Class B+	+0.5..+5	-8..-28

Примечание: Оптические трансиверы OLT SFP используются в следующем оборудовании Eltex GPON и Eltex Turbo GePON: LTE-2X, LTE-8X, LTP-4X, LTP-8X, MA4000-PX.

### Пример расчета оптического бюджета GPON сети на базе оборудования Eltex GPON

Исходные данные для расчета:

- объект строительства сети: многоквартирная застройка;
- максимальное расстояние от OLT до ONT в дереве PON – 8 км;
- коэффициент деления (сплиттирования): 1x64;
- в OLT будут использоваться SFP B+ PON модули;
- ONT будут использоваться с оптическими трансиверами класса B+;
- на магистральном участке заложить оптический кабель с оптическими волокнами SMF (стандарт G.652);

- на распределительном участке заложить кабель, не критичный к изгибам (стандарт G.657A);
- на абонентском участке от ОРК до ОР заложить ddrop-кабель (стандарт G.657A).

### Расчет:

### Структура сети

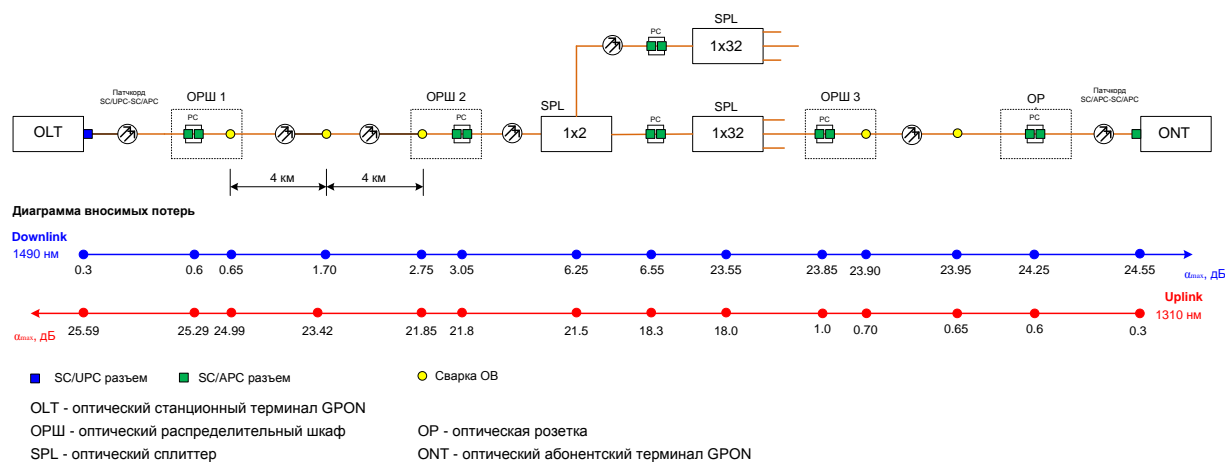


Рисунок 3 – Конфигурация сети

Конфигурация сети представлена на рисунке 3. Поскольку длина магистрального участка значительно больше суммарной длины стационарного, распределительного и абонентского участков, то в расчетах длинами последних можно пренебречь. По условию задачи максимальное расстояние от OLT до ONT в дереве GPON – 8 км, примем данное расстояние за длину магистрального участка. Поскольку строительная длина оптического кабеля составляет 4-6 км, на магистральном участке потребуются сварное соединение. На выходе магистрального участка оптические волокна кабеля с помощью пигтейлов расширяются на оптическом кроссе (ОРШ 2). По условию задачи коэффициент сплиттирования – 1х64, поэтому выберем оптические сплиттеры 1х2 и 1х32. Входной порт сплиттера 1х2 подключается к магистральному кроссу ОРШ 2, а один из выходных портов данного сплиттера подключается к входному порту сплиттера 1х32. Выходные порты сплиттера 1х32 подключаются к оптическим разъемам ОРШ 3, на которые с другой стороны с помощью пигтейлов выведены оптические волокна вертикального распределительного кабеля. Вертикальный кабель прокладывается по стояку многоэтажного дома, где выполняется подключение абонентов с помощью ddrop-кабеля.

Поскольку погонное затухание оптического волокна на длине волны 1310 нм (0.38 дБ/км) больше, чем на длине волны 1490 нм (0.25 дБ/км), максимально возможное затухание в оптическом волокне будет иметь место для uplink потока (от ONT до OLT). Расчет затухания в линии для обоих потоков представлен на рисунке 3. Таким образом, имеем максимально возможное затухание в линии 25.59 дБ, с учетом эксплуатационного запаса 3 дБ имеем 28.59 дБ.

Определим оптический бюджет линии:

$$\Delta P = T_x - (R_x) = 1.5 - (-28) = 29.5 \text{ дБ}$$

Таким образом, имеем:

$$29.5 \text{ дБ} > 28.59 \text{ дБ},$$
$$\Delta P > \alpha_{\max}.$$

Следовательно, структура сети GPON построена корректно.

Мы надеемся, что наша статья помогла Вам разобраться с методикой расчета оптического бюджета сети GPON. Если у Вас остались вопросы, специалисты **Элтекс Солюшенс / Eltex Solutions** обязательно помогут Вам их решить:

- email: office@eltexsl.ru
- (383) 240 90 88 – Новосибирск
- (499) 600 90 88 – Москва