

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ БЮДЖЕТУ ВТРАТ ОПТИЧНОЇ МЕРЕЖІ ДОСТУПУ

Герлянд А. М., Созонник Г.Д.

Институт телекоммуникационных систем НТУУ «КПИ», Украина

E-mail: amgerlyand@gmail.com

Method of the budget loss calculation of optical network access

FTTH is a most promising technology for the development of subscriber access networks using fiber optic cable. One of the major tasks while designing an optical network is to calculate the fiber optic loss budget which constitutes the subject of this paper. The fiber optic loss budget is defined as the difference between the optical transmitter power and the receiver sensitivity.

Оптичні мережі доступу набули широкого поширення та мають велику кількість абонентів. Останнє десятиліття найбільш популярна FTTH (Fiber-to-the-Home), завдяки її перевагам. На сьогоднішній день саме ця технологія є найбільш стандартизованою та перспективною для розвитку мереж абонентського доступу з використанням волоконно-оптичного кабелю.

Для реалізації FTTH можливе два рішення, а саме: на базі технології пасивної оптичної мережі (PON) та з використанням технології Ethernet (ETTH). Пасивна оптична мережа дає можливість обслуговувати велику кількість абонентів, що обумовлює її економічність. Архітектура пасивної оптичної мережі (PON) зображена на Рис.1.

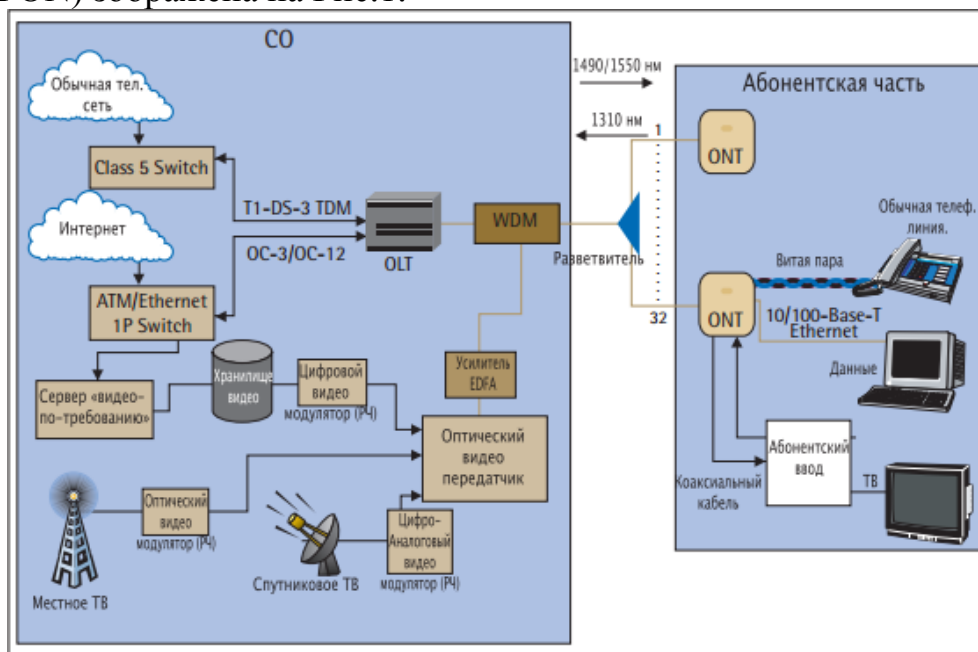


Рис.1 Архітектура пасивної оптичної мережі (PON)

Через оптичний лінійний термінал (OLT) розташованому на центральному вузлі (CO), з допомогою оптичних розгалужувачів мережі підключається телефона мережа та Інтернет. Для передачі даних та голосу такі довжини хвиль: 1490 нм для прямого потоку та 1310 нм для зворотного. Послуги відео перетворюються в оптичний формат з допомогою оптичного радіопередатчика,

працюючого на довжині хвилі 1550 нм. Різні довжини хвиль поєднуються за допомогою WDM мультиплексора.

Одним із головних завдань проектування оптичної мережі є розрахунок бюджету втрат («оптичного бюджету») та визначення оптимальних коефіцієнтів поділу всіх розгалужувачів.

«Оптичний бюджет» визначається, як різниця між оптичною потужністю передавача і чутливістю приймача, виражена в дБ. Це паспортна інформація, яку виробник повинен прикладати до всіх прийомо-передаючих пристроїв.

Для PON мереж «оптичним бюджетом» прийнято вважати максимальне значення загасання в оптичному волокні від OLT комутатора до максимально віддаленого ONU.

Алгоритм розрахунку виглядає наступним чином:

- розрахунок сумарних втрат для кожної гілки без урахування втрат в розгалужувачах;
- почергове визначення коефіцієнтів розподілу кожного разветвителя, починаючи з найбільш віддалених;
- розрахунок бюджету втрат для кожного абонентського терміналу з урахуванням втрат у всіх елементах ланцюга, порівняння його з динамічним діапазоном системи.

Зважаючи на те, що абоненти перебувають на різній відстані від головної станції, то, при рівномірному розподілі потужності в кожному розгалужувачі, потужність на вході кожного ONU буде різна. Підбір параметрів розгалужувачів пов'язаний з необхідністю отримання на вході кожного абонентського терміналу мережі приблизно однакового рівня оптичної потужності, тобто побудувати так звану збалансовану мережу.

При необхідності визначення внесених втрат розгалужувачів з великою кількістю вихідних портів або використання при інших коефіцієнтах розподілу, можна скористатися оціночною формулою:

$$A_i = 10 \lg\left(\frac{100\%}{D\%}\right) + \log_2(N-1) \cdot 0.4 + 0.2 + 1.5 \cdot \lg\left(\frac{100\%}{D\%}\right), [\text{дБ}] \quad (1)$$

де $D\%$ - відсоток потужності, виведеної в даний порт, %;

N - кількість вихідних портів;

i - номер вихідного порту.

Використання довідкової таблиці і розрахунок за наведеною вище формулою дозволяє оцінити значення внесеного загасання тільки приблизно (похибка знаходиться в межах 0,1 ... 0,4 дБ). Конкретні значення внесених втрат для кожного разветвителя даються виробником, однак і розрахункові значення цілком придатні для проектування.

Тепер можна переходити до вибору коефіцієнтів ділення розгалужувачів для конкретного проекту і розрахунку бюджету втрат.

Втрати між OLT і ONT для кожної оптичної лінії представимо всі втрати в лінії у вигляді суми затуханий всіх компонентів:

$$A_{\Sigma} = (l_1 + \dots + l_i) \cdot \alpha + N_P \cdot A_P + N_C \cdot A_C + (A_{PAZ_1} + A_{PAZ_m}), [\text{дБ}] \quad (2)$$

де A_{Σ} - сумарні втрати в лінії (між OLT і ONU), дБ;

l_i - довжина i -ділянки, км;

n - кількість ділянок;

a - коефіцієнт загасання оптичного кабелю, дБ / км;

N_P - кількість рознімних з'єднань;

A_P - середні втрати в роз'ємному з'єднанні, дБ;

N_C - кількість зварних з'єднань;

A_C - середні втрати в зварному з'єднанні, дБ;

A_{PAZ_i} - втрати в i -оптичному розгалужувачі, дБ;

Перший доданок відноситься до сумарних втрат в оптичному кабелі, друге - до втрат в роз'ємах, третє - до втрат на зварюваннях, і четверте - втрати в розгалужувачах.

Після цього проводиться розрахунок загасання для кожного ланцюга (від OLT до ONU) за першими трьома доданком і вибір коефіцієнт розподілу розгалужувачів так, щоб згасання в кожному ланцюзі було приблизно однаковим.

Розрахунок бюджету втрат повинен довести, що для кожного ланцюга загальна величина втрат (включаючи запас) не перевищує динамічний діапазон системи, тобто:

$$P = P_{ВИХ \min} - P_{ВХ} \geq A_{\Sigma} + P_{ЗАП}, \quad (3)$$

де P - динамічний діапазон PON, дБ;

$P_{ВИХ \min}$ - мінімальна вихідна потужність передавача OLT, дБм;

$P_{ВХ}$ - допустима потужність на вході приймача ONU, дБм;

A_{Σ} - сумарні втрати в лінії (між OLT і ONU), дБ;

$P_{ЗАП}$ - експлуатаційний запас PON, дБ.

В даній роботі було представлено загальну архітектуру FTTH на базі PON та показана методика розрахунку оптичного бюджету, який є важливим показником ефективності системи.

Література

1. Cisco FTTH architecture // Cisco Systems Inc., - 2009, - 12с.
2. Коммерческое руководство по сетям FTTH // Fibre to the Home Council Europe - 2012, - 76 с.
3. Особенности построения FTTH на базе PON [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа до ресурсу: <http://ic-line.ua/wiki/pon-glava2>.
4. Глущенко, Д.В. Расчет оптического бюджета PON с равномерными/неравномерными разветвителями / Д.В. Глущенко, В.Н. Урядов // Современные средства связи: материалы XV Междунар. науч.-техн. конф., 28– 30 сент. 2010 г., Минск, Респ. Беларусь. – Минск: ВГКС, 2010. – 28 с.
5. Путеводитель FTTh PON: Тестирование Пассивных Оптических Сетей [Электронный ресурс] // EXFO Electro-Optical Engineering Inc.. –2010. – 64 с.