

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ PON В ЯКОСТІ МЕРЕЖІ СИНХРОНІЗАЦІЇ

Бірюков М.Л., Дяченко А.П.

Інститут телекомунікаційних систем НТУУ “КПІ”, Україна

E-mail: dyachenko_a_p@ukr.net

The PON technology as perspective part of synchronization networks

Considered technology PON, principles of its work and a summary of the types of technology and the prospects of its use as telecommunications distribution network signals exact frequency.

Розвиток мережі Internet, у тому числі поява нових послуг зв'язку, сприяє збільшенню потоків даних, переданих по мережі, і змушує операторів шукати шляхи збільшення пропускної здатності та покращення якості переданої інформації. Саме тому провідною тенденцією розвитку сучасних телекомунікації є збільшення ролі оптичних технологій передавання інформації як в потужних магістральних трактах, так і на ділянці доступу зокрема.

Однією з перспективних оптичних технологій є технологія пасивної оптичної мережі – ПОМ (PON – Passive Optical Network). Новітні стандарти PON базуються на принципі WDM (Wavelength Division Multiplexing), який дає змогу суттєво підвищити ефективність використання оптичного волокна та підвищити пропускну здатність каналу. Крім того ПОМ, на відміну від інших оптичних технологій, вимагає набагато менших витрат на інфраструктуру оскільки дозволяє забезпечити широкосмугові швидкісні послуги без підсилення сигналів, тобто без залучення активних пристроїв. Активне обладнання в цій мережі є тільки на стороні оператора та абонента.

Технологія ПОМ активно розвивається і має декілька різновидів (Таблиця 1). Якщо перші реалізації були здебільшого орієнтовані на ATM та SDH, то зараз експерти працюють над системами PON наступного покоління – NG-PON2 [3] та XG-PON [2]. Основні цілі цих систем – збільшення швидкості, радіуса дії і кількості користувачів. Застосування WDM технологій сприятиме підвищенню потенціалу PON мереж до 40/100 Гбіт/с відповідно [4].

З впровадженням новітніх технологій і послуг, зокрема бездротового доступу – Wi-Fi, 2G-5G за наявності багатьох операторів та малих і дуже малих стільників (мікро– та фемто– стільників), передача даних висуває високі вимоги до транспортних мереж і зокрема параметрів синхронізації. Одним з важливих питань розвитку та впровадження є синхронізація БС (eNode-B) з високим ступенем точності частоти (<16 ppb) [4] і висока точність синхронізація у часі в межах від 1 до 0,5 мкс [5] в зв'язку з необхідністю

забезпечення, наприклад, плавного передавання обслуговування (Handover), послуги з визначення точного місця розташування абонента (Location) та ін.

Таблиця 1. Загальні характеристики різновидів технології ПОМ (PON)

<i>Технологія PON</i>	<i>A-PON (B-PON)</i>	<i>E-PON</i>	<i>G-PON</i>	<i>XG-PON</i>	<i>NG-PON2</i>
Стандарт	G.983.x (x = 1-5)	IEEE 802.3ah,	ITU-T G.984.x (x = 1-7)	ITU-T G.987.1	ITU-T G.989.1
Базовий протокол	ATM	Ethernet IEEE 802.3	Ethernet* IEEE 802.3	Ethernet* IEEE	Ethernet* IEEE
Максимальна кількість ONU на волокно	32	16	64;128	32;64 (128;256)	≥256
Відстань, км	20	30(20)	20	20 (40;60)	≥60
Швидкість → / ←, Гбіт/с	0,155/0,155 0,622/0,155 0,622/0,622	1/1	2,4/1,2 2,4/2,4	10/10;2,5	4÷8 × (2,5; 10/ 2,5;10)
Хвилі → / ←, нм	1550/1310 (1480/1310)	1550/1310 (1310/1310)	1550/1310 (1480/1310)	1260÷1280/ 1260÷2800	DWDM

Рекомендації MCE-T передбачають використання трьох технологій доступу: цифрових абонентських ліній (DSL), РПЛ та ПОМ, відповідно до котрих розроблено гіпотетичні зразкові ланцюги (моделі) HRM-2a (РПЛ), HRM-2b – ПОМ та HRM-2c (DSL) [G.8261.1], які мають забезпечити синхронізацію мереж доступу. Гіпотетична базова модель HRM-2 з деталізацією для ділянки доступу з ПОМ – HRM-2b наведена на рис.1

В цьому призначенні PON майже єдина технологія яка завдяки відсутності проміжних вузлів, комутаторів, маршрутизаторів, шлюзів тощо може забезпечити високу пропускну здатність і високу якість високоточної синхронізації в умовах асинхронного засобу передавання пакетами:

- невеликої та сталої затримки передавання пакетів,
- незначних флуктуацій на фізичному рівні та незначної дисперсії часу прибуття пакетів на каналному рівні,
- наявності в обладнанні OLT, а зараз і ONU стандартних інтерфейсів синхронізації (точки T3 та T4 на рис.1), які відповідають вимогам [G.703] стиків для підключення обладнання мережевої синхронізації (E12; 2,047МГц, 10МГц, РТР, ToD – час доби),
- сталої топологічної архітектури, яка має структуру дерева та можливість резервування.

Слід зазначити, що гіпотетична базова модель HRM-2 визначає лише обмеження на ділянці власно до обладнання OLT (точка T3) та має припущення, що кінцеве обладнання, яку приєднується до ONU (точка T4), має

функціональні можливості веденого пакетного генератора. Саме параметри передавання ділянки ПОМ залишаються для подальшого вивчення [G.8261.1].

Таким чином, при вивченні якісних показників частотної синхронізації дослідженню підлягає одно направлена ділянка ПОМ, а саме HRM-2b між (PON in) та (PON out) яка має забезпечити одно направлене передавання на хвилі 1310 нм за протоколом RTPv2 (IEEE1588) або синхронного Ethernet (SyncEth). В разі фазової та часової синхронізації в структурі ПОМ має використатись двосторонній протокол RTPv2 та RTPv2+ SyncEth.

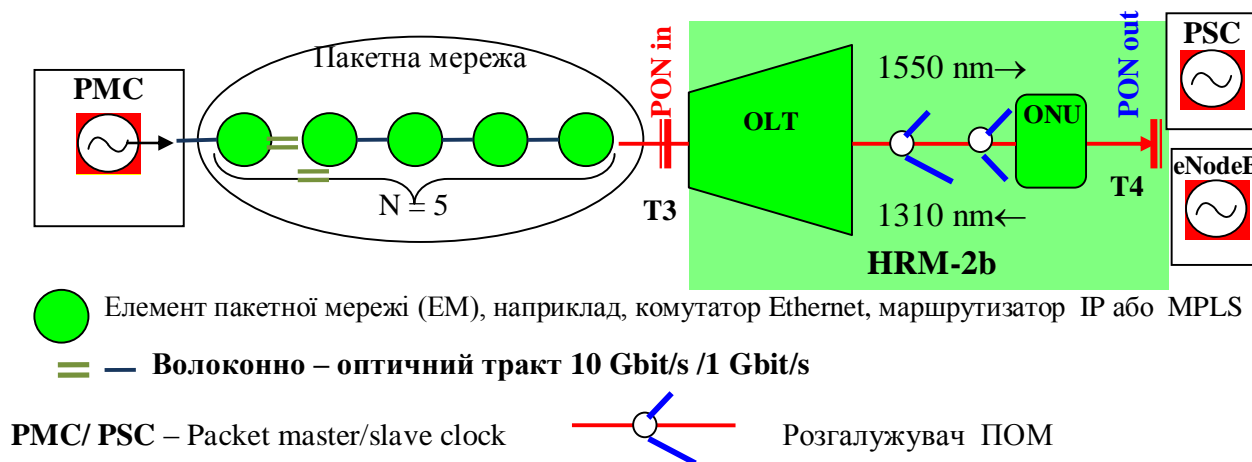


Рис. 1 Гіпотетична базова модель для ділянки доступу з ПОМ – HRM-2b.

Деякі попередні висновки, ґрунтовані на вимірюваннях обладнання різних постачальників, зокрема показують прямо пропорційну залежність розміру PDV (дисперсії затримок пакетів) від навантаження, розміру пакетів, швидкості передавання [7]. Але про все те ПОМ стає більш прийнятною технологією для надання послуг мережам наступного покоління.

Література

1. Бірюков М.Л., Стеклов В.К., Костік Б.Я. Транспортні мережі телекомунікацій: Системи мультиплексування: Підручник для студентів вищ. техн. закладів; За ред. В.К. Стеклова. – К.: Техніка, 2005. – 312 с., іл.
2. ITU-T Recommendation G.987.1 (01/10) 10-Gigabit-capable passive optical networks. (XG-PON): General requirements.
3. ITU-T Recommendation G.989.1 (03/13) 40-Gigabit-capable passive optical networks. (NG-PON2): General requirements.
4. PON – оптические сети с пассивной оптической магистралью [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <http://deps.ua/>.
5. Всеукраинский проект UA.PON [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://ic-line.ua/projects/ua-pon>.
6. Access network systems for future mobile backhaul networks Nov. 6, 2012 Seiji Yoshida.
7. Illustration of Packet Delay Variation (PDV) over GPON (access network) technology. ITU-T COM 15 – C 1438 – E June 2015/ Daniel Ph. Venmani, Yannick Lagadec.