

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ МЕРЕЖІ ДОСТУПУ НА БАЗІ ТЕХНОЛОГІЇ GPON

Varfolomeieva O.G., Polishchuk V.O. Modalities for the operation of the access network based on the GPON technology. The article describes the features distinguishing the operation of the functioning of the network based on the GPON, technology and recently used xPON, technologies and major technological competitors like ETHERNET and FTTH, the development trends and quality characteristics of their functioning. Optimal number of indicators were defined for qualified functioning of GPON network for forming a given network. It is shown in the given example how the network, based on GPON technology look like, the distribution of the transmission and receiving channels. The functioning of the GPON network with the given example is described. It was analysed what kind of facilities are needed for the functioning of the given network.

The purpose of the GPON technology is to offer used services of broadband Internet access, SIP-telephony, IP-television, Video Conference service with the speed of communications 1GB/S. GPON might be of great concern to expand the scope of application of digital broadband systems. The main advantage of GPON technology is that it makes best use of resources fibre optic cables. For example, only 4 fibre optic segment are needed to be installed for connecting 256 users within a radius of 20 km.

Specific factors are typical for GPON like: the centralization of facilities and network control, simple and reliable passive network infrastructure, the lass of active facilities within the system, relatively significant electricity savings and renting costs.

The key advantage is that due to the highest speed and and a control mechanism of network traffic, the GPON technology offers the best and the most qualitative package of services and maximize the profit of operators.

Key words: GPON, xPON, ETHERNET, FTTH, Internet, SIP-Telephony, IP-Television, broadband access, Video Conference service network functioning, optic cables, technological competitors, segment with fiber optic cabling system.

Варфоломеева О.Г., Поліщук В.О. Особенности функционирования сети доступа на базе технологии GPON. У статті проводиться аналіз особливостей функціонування мережі доступу на базі технології GPON, її раніше напрацьованих технологій xPON, та основних технологічних конкурентів ETHERNET та FTTH, тенденції їх розвитку та характеристики якості їх функціонування. Визначено оптимальну кількість показників для якісного функціонування мережі GPON при побудові даної мережі. Показано для наведеного прикладу як виглядає мережа доступу за технологією GPON, розподіл каналів прийому та передачі. Описано функціонування мережі GPON з наведеним прикладом. Проаналізовано, яке обладнання потрібне для функціонування даної мережі.

Ключові слова: GPON, xPON, ETHERNET, FTTH, мережа доступу, функціонування мережі, технологічні конкуренти.

Варфоломеева О.Г., Полищук В.О. Особенности функционирования сети доступа на базе технологии GPON. В статье проводится анализ особенностей функционирования сети доступа на базе технологии GPON, её раньше наработанных технологий xPON, и основных технологических конкурентов ETHERNET и FTTH, тенденции их развития и характеристики качества их функционирования. Определены оптимальное количество показателей для качественного функционирования сети GPON при построении данной сети. Показано для приведенного примера как выглядит сеть доступа по технологии GPON, распределение каналов приема и передачи. Описано функционирования сети GPON с приведенным примером. Проанализировано, какое оборудование нужно для функционирования данной сети.

Ключевые слова: GPON, xPON, ETHERNET, FTTH, сеть доступа, функционирование сети, технологические конкуренты.

Вступ

Тенденція розвитку телекомунікаційної мережі в XXI столітті повинна відповідати часу, тобто бути високоорганізованою, інтелектуальною, автоматизованою, відповідати технічному рівню високорозвинених країн світу, забезпечувати передачу різноманітних повідомлень і надання користувачам широкого спектру послуг з високою якістю і надійністю [1].

Технічний вигляд мережі визначає впровадження передових технологій, що забезпечують її модульність, гнучкість, економічність і найвищі потенційні можливості.

Хоча телефонія і зараз залишається найбільш затребованою послугою, значно виріс попит на послуги Інтернет не тільки серед офісних центрів, а й серед домашніх користувачів. Популярна останнім часом концепція «потрійної послуги» (Triple Play) передбачає надання користувачам телефонії, передачі даних і відеоінформації через одну мережу. Причому високошвидкісний Інтернет і відео вимагають широкосмуговості мережевих ресурсів. Крім того, підвищення попиту на широкосмуговий доступ визначається розвитком нових технологій: відео за запитом (VoD), потокове відео, інтерактивні ігри, відеоконференції, передача голосу в комп'ютерних мережах (VoIP), телебачення високої чіткості (HDTV) та інші [2].

При виборі технології широкосмугового доступу повинні бути враховані потреби користувачів, їх розташування, основні запитувані послуги, різні економічні аспекти.

На розвинуеному телекомунікаційному ринку небезпечно приймати поспішні рішення, так і чекати появи більш сучасних технологій. Тим більше що, така технологія вже з'явилася – це технологія пасивних оптичних мереж GPON (Gigabit passive optical network) .

Мережі GPON значно змінюють баланс сил на телекомунікаційному ринку, пропонуючи прагматичну модель роботи. У разі їх застосування оператор може бути більшою мірою впевнений у компенсації фінансових витрат, прокладаючи оптичне волокно від телефонного вузла до району з групою потенційних клієнтів – підприємств або індивідуальних користувачів.

Викладення основного матеріалу дослідження

Перед тим як перейти до особливостей мережі GPON, хотілось би згадати про розвиток сімейства технологій xPON та її технологічних конкурентів ETHERNET та FTTH.

Технології xPON

APON/BPON. Цей стандарт (ITU-T G.983.1) базується на транспорті комірок ATM, ним гарантується прийнятна якість послуг зв'язку QoS між кінцевими абонентами у дереві PON [2]. Далі з'явилися нові рекомендації у серії G.983.x швидкість передачі збільшилася до 622 Мбіт/с. У 2001 році з'явилася рекомендація G.983.3, що додає нові функції в стандарт PON:

- передачу різних видів інформації: голосу, відео, даних;
- розширення спектрального діапазону, яке дає можливість надання додаткових послуг на інших довжинах хвиль в умовах того ж самого дерева PON, наприклад, передачу телебачення на третій довжині хвилі; цей розширений стандарт зветься BPON.

GEPON [6]. Технологія Gigabit Ethernet Passive Optical Network є однією з різновидів технології пасивних оптичних мереж PON і одним з найсучасніших варіантів будівництва мереж зв'язку, що забезпечує високу швидкість передачі інформації (до 1,2 Гбіт / с). Основна перевага технології GEAPON полягає в тому, що вона дозволяє оптимально використовувати волоконно-оптичний ресурс кабелю. Наприклад, для підключення 64 абонентів у радіусі 20 км достатньо задіяти всього один волоконно-оптичний сегмент. На Рис.1 показана мультисервісна мережа на базі технології GEAPON[3].

Основними перевагами GEAPON є:

- використання стандартних механізмів 802.3ah, що дозволить у перспективі значно знизити вартість обладнання;
- підвищення швидкості передачі до 1 Гбіт / с в обидві сторони і надання більш широкосмугових послуг;

- забезпечення QoS за допомогою механізмів 802.1p/TOS. Можливе використання жорстких механізмів пріоритетності трафіку за допомогою восьми виділених черг для кожного типу трафіку. Дані механізми дозволяють надавати такі послуги як VoIP або VoD з гарантією якості;
- можливість підключення 64 абонентських пристроїв на гілку PON та ефективне використання оптичного волокна;
- повна підтримка DBA (Dynamic Bandwidth Allocation) - механізму динамічного перерозподілу смуги пропускання відповідно до запитів абонентів і наявності вільної смуги в дереві PON . Так абоненти , яким надана гарантована смуга пропускання для передачі даних , наприклад , 1Мб / с можуть отримати реальну швидкість до 1Гб / с , якщо смуга дерева PON залишається частково невикористаною (аналогічно UBR трафіку в ATM);
- підтримка передачі потокового відео (IGMP Snooping) ;
- простота установки і обслуговування.

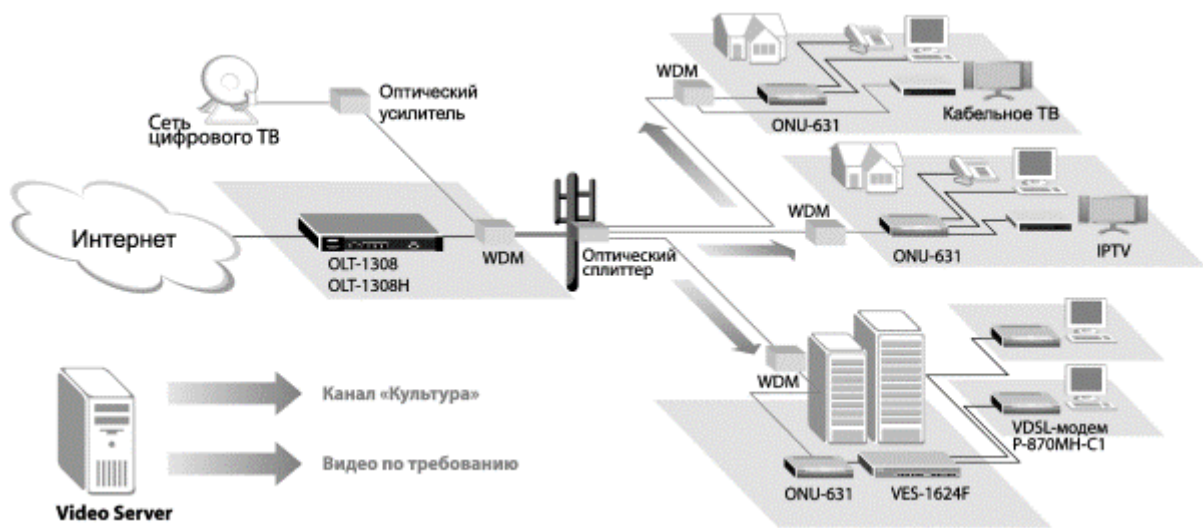


Рис. 1. Мультисервісна мережа на базі технології GEPON

Технологія Ethernet

Ethernet (лат. aether — етер) технологія локальних обчислювальних (комп'ютерних) мереж з комутацією пакетів, що використовує протокол CSMA/CD (множинний доступ з контролем несучої та виявленням колізій). Цей протокол дозволяє в кожний момент часу лише один сеанс передачі в логічному сегменті мережі. При появі двох і більше сеансів передачі одночасно виникає колізія, яка фіксується станцією, що ініціює передачу. Станція аварійно зупиняє процес і очікує закінчення поточного сеансу передачі, а потім знову намагається повторити передачу [5].

З самого початку Ethernet базувався на ідеї зв'язку комп'ютерів через єдиний коаксіальний кабель, що виконував роль транзитного середовища. Метод передавання був дещо схожим на методи радіопередавання (хоча й з суттєвими відмінностями, наприклад, те, що в кабелі значно легше виявити колізію, ніж в радіоефірі). Загальний мережний кабель, через який велася передача, був дещо подібним на ефір, і з цієї аналогії походить назва Ethernet (англ. net — «мережа»).

З плином часу з відносно простої початкової специфікації Ethernet розвинувся у складну мережну технологію, яка зараз використовується у більшості комп'ютерних систем. Щоб зменшити ціну та полегшити управління та виявлення помилок в мережі, коаксіальний кабель згодом був замінений зв'язками типу «точка — точка», що з'єднувалися між собою концентраторами/комутаторами (хабами/світчами). Своїм комерційним успіхом технологія Ethernet завдячує появі стандарту з використанням кабелю типу «вита пара» як транзитного середовища.

Основні характеристики [5]:

- максимальна довжина сегмента — 500 м;
- максимальна кількість сегментів, з'єднаних з використанням повторювачів — 5 (загальна довжина — 2500 м);
- три з п'яти сегментів можуть використовуватись для включення вузлів (Trunk Segments), два інші — як подовжувачі (Link Segments);
- на одному сегменті (Trunk) може бути до 100 вузлів разом з повторювачами.

Технологія FTTH

FTTH - оптоволокно до квартири. У квартирі встановлюється термінал, а від терміналу кабель до ПК. Однозначно на користь рішень FTTH виступають експерти компанії Motorola. Вони порівнюють тривалість життєвого циклу інвестицій в будь-яку технологію доступу і зростання вимог до пропускної здатності каналів доступу. Проведений аналіз показує, що якщо технічні рішення, які закладаються в основу сегмента доступу мережі, сьогодні виявляються нездатними забезпечити швидкість 100 Мбіт / с в 2013-2015 роках, це моральне старіння обладнання відбудеться до закінчення інвестиційного циклу.

Технологія FTTH має на увазі доведення оптичного волокна до квартири або приватного будинку користувача, використовуючи оптичний маршрутизатор на початку лінії, та медіа-конвертор безпосередньо в приміщенні користувача.

Переваги архітектури FTTH [4]:

- з усіх варіантів FTTx вона забезпечує найбільшу смугу пропускання;
- це повністю стандартизований і найбільш перспективний варіант;
- рішення FTTH забезпечують масове обслуговування абонентів на відстані до 20 км від вузла зв'язку;
- вони дозволяють істотно скоротити експлуатаційні витрати - за рахунок зменшення площі технічних приміщень (необхідних для розміщення обладнання);
- зниження енергоспоживання і власне витрат на технічну підтримку.

Після того як ми розглянули розвиток та технологічних конкурентів технології GPON, ми можемо перейти до детального розгляду особливостей функціонування мережі GPON.

Технологія GPON

Згідно рекомендацій ITU-T G.984 GPON входить до сімейства технологій пасивних оптичних мереж доступу PON. Серед інших технологій PON можна виділити застарілі: APON, BPON, EPON; та конкуруючу GEAPON[3, 6]. GEAPON є стандартом IEEE, та здебільшого присутня на азійських ринках, у глобальному вимірі перевагу надано GPON. Серед переваг GPON можна відзначити найбільшу швидкість, синхронний формат кадру, інтеграцію з ATM та TDM технологіями та визначені плани розвитку. На Рис. 2 показано схему побудови мережі за технологією GPON[6].

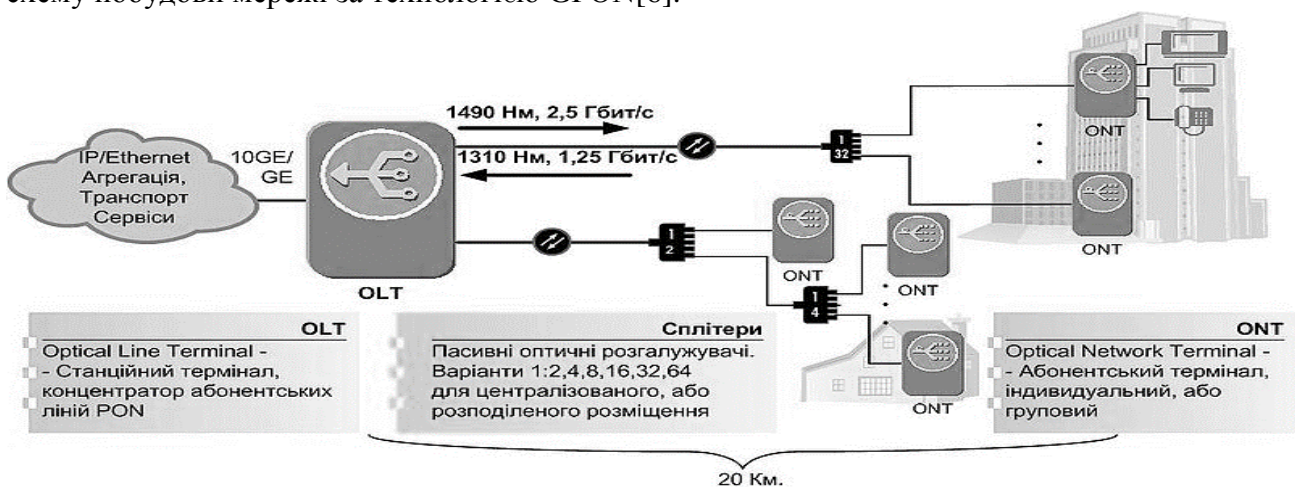


Рис. 2. Побудова мережі GPON

Мережа GPON складається з:

- станційного терміналу OLT (англ. OpticalLineTerminal), якій містить у собі певну кількість портів GPON (типово від 4 до 112) та порти Gigabit Ethernet або 10 Gigabit Ethernet для підключення до транспортної IP мережі;
- абонентського терміналу ONT (Optical Network Terminal). ONT може бути розрахованим на одного користувача та мати порти Ethernet, POTS та RF TV, або на групу користувачів, або на організацію, та мати порти Ethernet, xDSL, POTS, E1, RF TV;
- повністю пасивної оптичної розподільчої мережі між ними, яка складається зі сплітерів з коефіцієнтом розділення від 1:2 до 1:64, що розташовані централізовано, або розподілено.

Передача з OLT ведеться на довжині хвилі 1490 нм зі швидкістю 2,5 Гбіт/с, а прийом — на довжині хвилі 1310 нм зі швидкістю 1,25 Гбіт/с. Таким чином забезпечується робота системи по одному волокну за принципом WDM. Асиметричність швидкостей потоку обумовлена характером трафіку низхідного потоку (живлення файлів, передача відео). На Рис. 2 показано як ведеться розподіл каналу для прийому та передачі в мережі GPON [6].

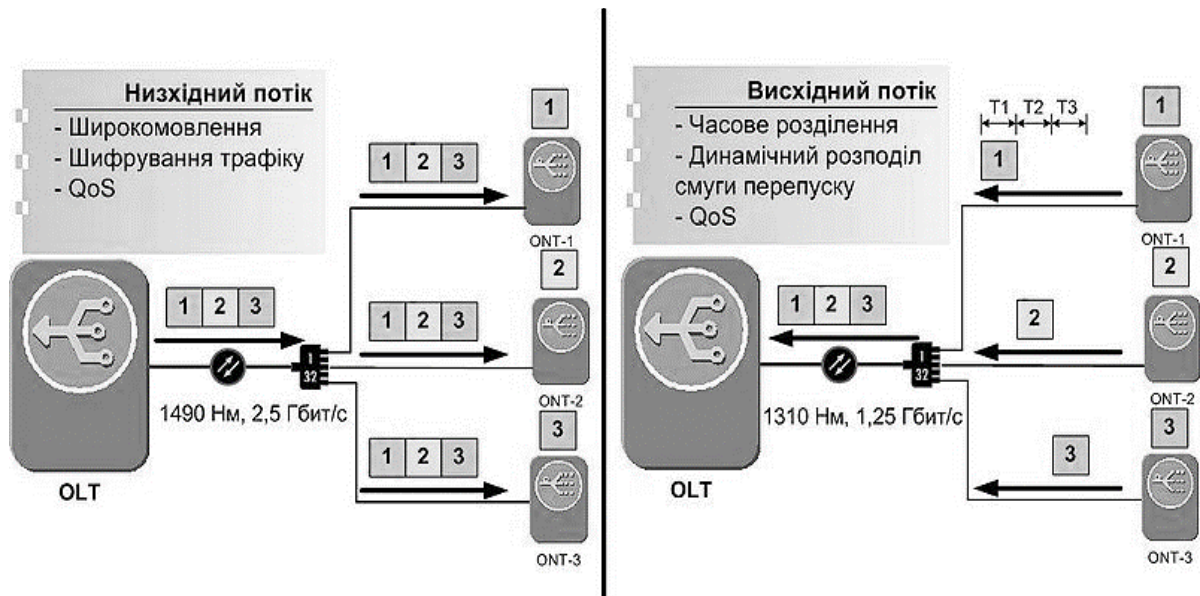


Рис. 3. Розподіл каналу для прийому та передачі в мережі GPON

Однчасна робота багатьох абонентів у одному волокні забезпечується:

- у вхідному потоці (від OLT до ONT) за принципом ширококомовлення - усі кадри передаються усім абонента у зашифрованому 128-бітним ключем, і кожен ONT має доступ своїх кадрів;
- у вихідному потоці працює принцип TDM. Кожен з ONT веде передачу тільки у своєму проміжку часу.

Стабільна та гнучка робота досягається завдяки повній синхронізації мережі разом з динамічним розподілом смуги пропускання. Побудова розподільчої мережі GPON є цікавим і творчим процесом, при якому необхідно враховувати як технічні характеристики, так і економічні аспекти різних топологій. У міській місцевості раціональним є застосування сплітерів малої ємності (1:2 — 1:4 у зовнішній мережі), далі у будинку коефіцієнт сплітера залежить від кількості абонентів (1:8, 1:16, 1:24, 1:32, 1:64) і далі індивідуальне волокно іде до кожного з абонентів. У сільській місцевості переваги GPON проявляються навіть у більшій мірі. Тут раціональним є встановлення OLT на 256 абонентів (в залежності від кількості абонентів, вибирається OLT) в центрі мережі, кінцевого сплітера в залежності від групи близьких один до одного будинків, а також, застосування групових ONT в приміщенні абонента.

Висновки

Розподільна мережа доступу GPON, заснована на деревовидній волоконно-кабельній архітектурі з пасивними оптичними розгалужувачами на вузлах, можливо, видається найбільш економічною і здатною забезпечити широкопasmову передачу різноманітних додатків. При цьому архітектура GPON володіє необхідною ефективністю нарощування і вузлів мережі, і пропускної здатності, залежно від справжніх і майбутніх потреб абонентів. Всі абонентські вузли є термінальними, тобто відключення або вихід з ладу одного з них ніяк не впливає на роботу інших. Кожен абонентський вузол розрахований на звичайний житловий будинок або офісний будинок і може охоплювати сотні абонентів.

Технологія GPON являється технологією нового покоління в якій абоненту надається швидкість в 1 Гбіт/с. Таким чином, технологія GPON представляє особливий інтерес в плані розширення сфери застосування цифрових широкопasmових мереж. Основною перевагою технології GPON є те, що вона дозволяє оптимально використовувати волоконно-оптичний ресурс кабелю. Наприклад, для підключення 256 абонентів у радіусі 20 км достатньо задіяти всього чотири волоконно-оптичних сегменти. Побудова такої мережі дозволить надавати послуги широкопasmового доступу до Інтернет, SIP – телефонії, IP – телебачення, відео – конференц зв'язку.

Список використаної літератури

1. Телекомунікаційні мережі : Підруч. для студ. вищ. навч. закл. / В. К. Стеклов, Л. Н. Беркман. - К. : Техніка, 2001. - 390 с. - укр.
2. NGN: принципы построения и организации [Текст] : монографія / И. Г. Бакланов ; под ред. Ю.Н. Чернышова. - Москва : Эко-Трендз, 2008. - 399, [1] с. : ил. - Библиогр.: с. 398-399.
3. СвязьПроект [Електронний ресурс] // – Режим доступу : www.svpro.ru/gepon.htm (02.05.2017)
4. tInvest [Електронний ресурс] // – Режим доступу : www.tinvest.ru/glossery/926.html (02.05.2017)
5. Вільна енциклопедія Вікіпедія [Електронний ресурс] // – Режим доступу : www.uk.wikipedia.org (28.04.2017)
6. xPON [Електронний ресурс] // – Режим доступу : www.pon.kiev.ua/index.php/10gepon (28.04.2017)
7. Поліщук В.О. Побудова мереж доступу за технологією 40G – TDMA PON : диплом на здобуття кваліфікаційного рівня бакалавр; 18.05.2017 – Київ, 2017. – 56 с.

Автори статті

Варфоломесва Оксана Григорівна - кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри телекомунікаційних систем, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.

Поліщук Валерій Олегович – студент, Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна.

Authors of the article

Varfolomeieva Oksana Hryhorivna - candidate of science (technic), associate professor, associate professor of Department of Telecommunication systems and networks, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine.

Polishchuk Valerii Olegovich - student, State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine.

Дата надходження в редакцію: 25.02.2019 р.

Рецензент: к.т.н., с.н.с. В.О. Гребенніков