

УДК 004.71

Г.М. Осухівська, к.т.н., доц., П.Д. Кривий

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

**ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ І ХАРАКТЕРИСТИК
МУЛЬТИПЛЕКСУВАННЯ ТА ЧАСТОТНОГО РОЗДІЛЕННЯ СИГНАЛІВ В
ОПТОВОЛОКОННОМУ КАБЕЛІ**

H.M. Osukhivska, Ph.D., Assoc. Prof., P.D. Kryvyi

**RESEARCH OF FEATURES AND CHARACTERISTICS OF MULTIPLEXING AND
FREQUENCY-DIVISION OF SIGNALS IN FIBER OPTIC CABELS**

Мультиплексування – це ущільнення каналу передачі даних, тобто, передача кількох потоків (каналів) даних по одному каналу. Найчастіше даний метод застосовується тоді, коли ємність каналу перевищує потреби одного користувача, а встановлення лінії передачі є надто затратним.[1]

На сьогоднішній день, найвищу швидкість передачі інформації в мережі можуть забезпечити волоконно-оптичні системи передачі інформації (ВОСП). Оскільки з кожним роком їхня пропускна здатність зростає, тому з метою ефективного використання ресурсів, виникає потреба в підключенні максимальної можливої кількості користувачів до однієї лінії. Саме тому дослідження методів та технологій мультиплексування сигналу є актуальним.

Однією з основних характеристик передачі, що безпосередньо впливає на згущання та дальність передачі без підсилювачів сигналу в оптоволоконному кабелі – є частота (довжина хвилі) світлового сигналу. Світловий сигнал у оптоволоконному кабелі передається лише на окремих ділянках ближнього інфрачервоного спектру, де його згущання є мінімальним. Такі ділянки називають «вікнами прозорості»[2]. В таблиці 1 наведено граничні значення оптичних діапазонів відповідно до ITU G.Sup.39 для одномодового волокна.

Таблиця 1 – Границі оптичних діапазонів та їх назв

Смуга	Назва	Діапазон (нм)
<i>O</i>	Original	1260 ÷ 1360
<i>E</i>	Extended	1360 ÷ 1460
<i>S</i>	Short wave length	1460 ÷ 1530
<i>C</i>	Conventional	1530 ÷ 1565
<i>L</i>	Long wave length	1565 ÷ 1625
<i>U</i>	Ultra long wave length	1625 ÷ 1675

В волоконно-оптичній комунікації (ВОК) двома основними формами мультиплексування є мультиплексування з поділом довжин хвиль (wavelength-division multiplexing – WDM) і мультиплексування з поділом часу або часове мультиплексування (time-division multiplexing – TDM).

Принцип часового мультиплексування (TDM) полягає у виокремленні окремого вікна часу на передачу даних для кожного користувача. Але даний вид мультиплексування може забезпечити передачу даних без втрат лише на швидкості до 10 Гбіт/с. На вищій швидкості передачі сигналу, його якість суттєво погіршується через виникнення явищ поляризаційної та хроматичної дисперсії. Тому в сучасних ВОСП принцип часового мультиплексування в основному не застосовується, лише іноді використовується, як додаток до технології мультиплексування.

Мультиплексування з поділом довжин хвиль (WDM) – це варіант частотного мультиплексування, який полягає в одночасному пересиланні окремих сигналів через оптоволоконний кабель на різних довжинах хвиль. Технологія WDM дозволяє суттєво збільшити пропускну здатність лінії зв'язку, дає можливість організувати двосторонню передачу даних по одному волокну, причому нарощування пропускну здатності може відбуватись на вже існуючому волоконно-оптичному кабелі.

На рисунках 1 та 2 представлено моделі TDM та WDM.

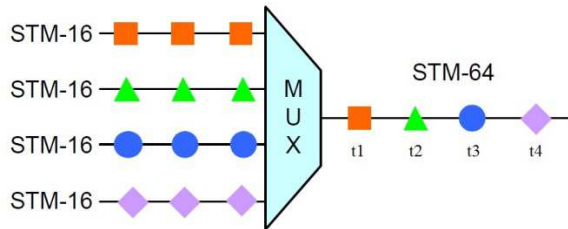


Рис. 1. Модель TDM.

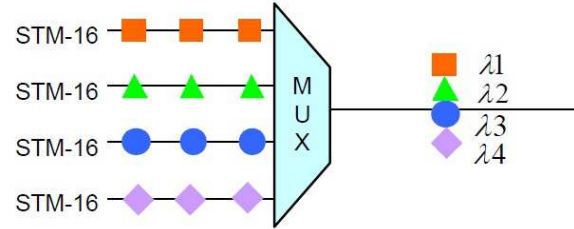


Рис. 2. Модель WDM.

Сучасні WDM системи на основі стандартного частотного плану (ITU-T Rec. G.692) поділяють на три групи:

- Системи з щільним спектральним розділенням каналів DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing).
- Системи з нещільним (грубим) спектральним розділенням каналів CWDM (Coarse Wavelength Division Multiplexing).
- Системи з надщільним спектральним розділенням каналів HDWDM (High Dense Wavelength Division Multiplexing).

Однією з найпоширеніших технологій, що поєднують принципи WDM та TDM – є пасивна оптична мережа (PON - Passive Optical Network). Особливістю PON, в першу чергу, є одночасна передача висхідного та низхідного сигналу по одній лінії, завдяки реалізації WDM, тобто висхідний та низхідний сигнали мають різні довжини хвиль. Передача сигналу від користувачів (ONT) до терміналу мережі (OLT) за принципом дії нагадує TDM.

На сьогодні регламентовано п'ять варіантів технології оптичних пасивних мереж PON: APON (ATM PON), BPON (Broadband PON), EPON (Ethernet PON), GPON (Gigabit Ethernet PON), GEAPON (Gigabit Ethernet PON). Варто зауважити, що технології APON, BPON, EPON вважаються застарілими по відношенню до конкуруючих GPON та GEAPON.[3]

Кожна технологія мультиплексування сигналу має свої особливості та відмінності. Дослідження та аналіз технологій мультиплексування надає інформацію про доцільність використання тої чи іншої технології в залежності від потреб, вимог та призначення ВОСП; дозволяє визначити існуючі проблеми та недоліки технологій мультиплексування та способи їхнього вирішення.

Література

1. А. Л. Дмитриев. Оптические системы передачи информации /Учебное пособие. – СПб: СПбГУИТМО, 2007. – 96 с.
2. Однорог П. М., Михайленко Є. В., Омецінська О. Б. WDM під редакцією Катка В. Б. – Київ, 2005. – 194с.
3. Однорог П. М., Михайленко Є. В., Котенко М. О., Омецінська О. Б. Оптичні мережі доступу (xPON) під редакцією Катка В. Б. – Київ, 2006. – 65с.