

УДК 004.32(045)

О.П. Ткаліч, к.т.н.  
О.П. Нечипорук, к.т.н.  
О.В. Ткаліч**АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ GIGABIT ETHERNET**

Національний авіаційний університет, e-mail: styop\_el@bigmir.net

В статті проведено огляд технології Gigabit Ethernet, режими роботи та її специфікації. Проведено аналіз максимальних відстаней між сегментами для різних специфікацій Gigabit Ethernet, довжини хвиль та типи кабелів.

**Ключові слова:** мережа, передача даних, формат кадру, фізичне середовище.

**Вступ**

В наш час лідерами серед технологій LAN є технології сімейства Ethernet то залишається лише вибрати одну з них. Вибір серед технологій Ethernet, Fast Ethernet, Gigabit Ethernet та 10G Ethernet робиться на основі маркетингових досліджень компанії Dell'Oro Group. Дані Dell'Oro Group щодо поставок портів для різних технологій Ethernet наведено на рис. 1.

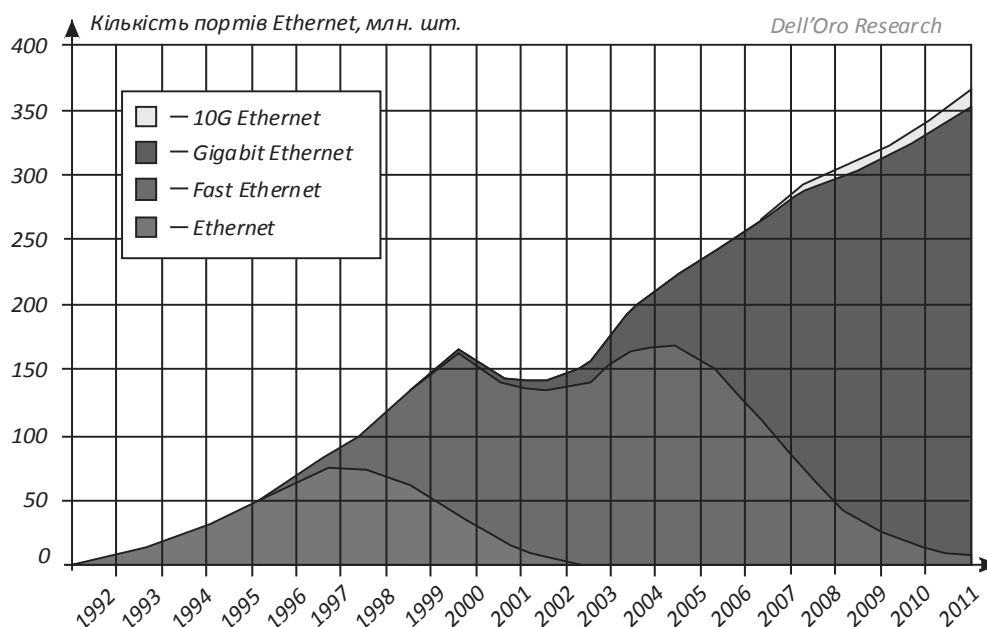


Рис. 1. Поставки портів для технологій Ethernet

Як бачимо з рис. 1, оригінальна технологія Ethernet застаріла, оскільки вона вже не спроможна задовольняти зростаючі потреби користувачів з швидкості передачі даних. Технологія Fast Ethernet займає деяку долю ринку, що обумовлене гарними показниками ціна/якість яку вона мала в останні роки. Найбільшу долю ринку в наш час займає технологія Gigabit Ethernet, оскільки обладнання 10G Ethernet має більшу собівартість.

Таким чином найбільшу популярність серед малих корпоративних мереж має бути саме Gigabit Ethernet (на найближчі декілька років).

**Основний зміст роботи**

Загальні відомості про технологію Gigabit Ethernet. Технологія Gigabit Ethernet представляє собою технологію LAN, яка дозволяє передавати дані зі швидкістю 1 Гбіт/с. Технологія заснована на принципах оригінальної Ethernet, тому основні характеристики стандарту залишилися не змінними.

- Зберігаються всі формати кадрів Ethernet;
- Існує напівдуплексна версія протоколу, яка підтримує метод доступу CSMA/CD. Збереження недорогого рішення на основі середовища, що розділяється, дозволяє застосовувати Gigabit Ethernet у невеликих робочих групах.

▪ Підтримуються всі основні види кабелів, які використовуються в Ethernet та Fast Ethernet: волоконно-оптичний, UTP, STP.

Мережі Gigabit Ethernet будуються за принципом «точка-точка», у них не застосовується моноканал, як у оригінальній Ethernet. Найпростіша гігабітна мережа складається лише з 2-комп'ютерів, напряму з'єднаних один з одним. У більш загальному випадку використовується комутатор або концентратор, до якого під'єднується множина робочих станцій (PC) абонентів.

Мережі Gigabit Ethernet можуть працювати в двох режимах: дуплексному та напівдуплексному. «Нормальним» вважається дуплексний, при цьому трафік може передаватися в двох напрямках. Цей режим використовується тоді, коли є центральний комутатор, з'єднаний з периферійними PC або комутаторами. У такій конфігурації сигнали всіх ліній буферизуються, відправник не прослуховує канал. На лінії між комп'ютером та комутатором комп'ютер – єдиний потенційний відправник; передача виконається успішно навіть у тому випадку, якщо одночасно з нею ведеться передача зі сторони комутатора (лінія дуплексна). Так як конкуренції в даному випадку немає, метод доступу CSMA/CD не використовується, тому максимальна довжина сегмента обмежується лише потужністю сигналу, а питання часу розповсюдження шумового сплеску тут не виникають. Комутатори можуть працювати на змішаних швидкостях; більш того, вони автоматично вибирають оптимальну швидкість [1].

Специфікації Gigabit Ethernet. У технологію Gigabit Ethernet входять специфікації, які відрізняються реалізацією фізичного рівня та середовищем передачі даних (рис. 2).

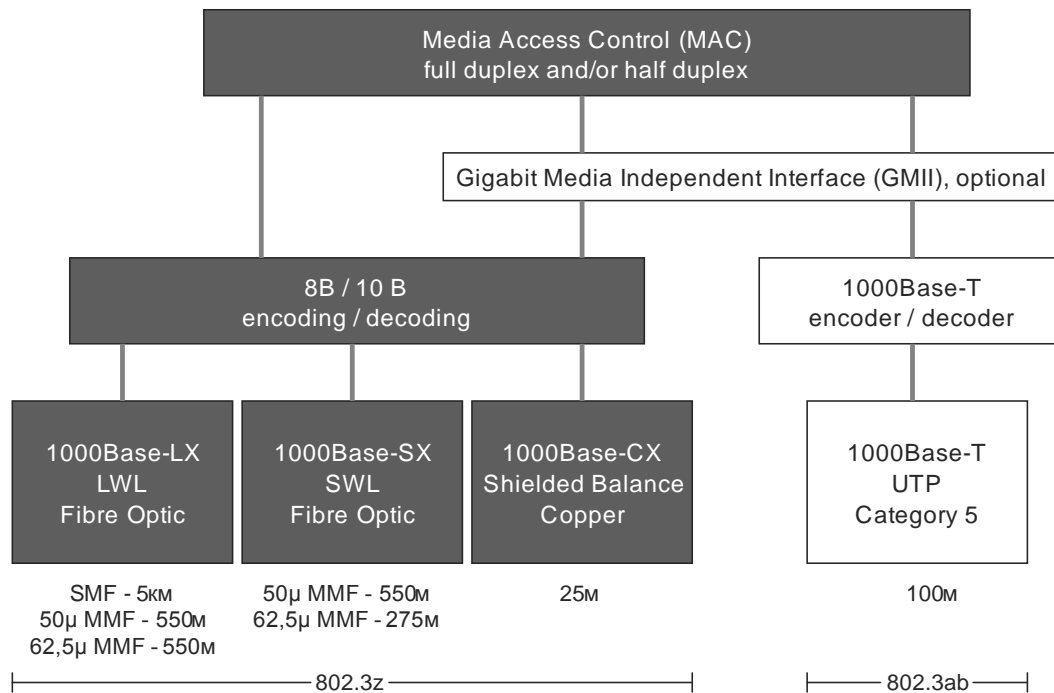


Рис. 2. Структура специфікацій Gigabit Ethernet.

За допомогою підтримки різних видів фізичного середовища, технологією Gigabit Ethernet досягається значний розмах у максимальній довжині між сегментами мережі (діаметрі мережі), від 25 м до 5000 м (рис. 3).

Для передачі даних по традиційному для комп'ютерних мереж багатомодовому волоконно-оптичному кабелю стандарт визначає застосування випромінювачів, працюючих на двох довжинах хвиль: 1300 та 850 нм. Застосування світлодіодів з довжиною хвилі 850 нм пояснюється тим, що вони набагато дешевші, ніж світлодіоди, працюючі на хвилі 1300 нм, хоча при цьому максимальна довжина сегменту зменшується, так як затухання багатомодового оптичного волокна на хвилі 850 нм більш ніж у два рази вище, ніж для хвиль 1300 нм [2].

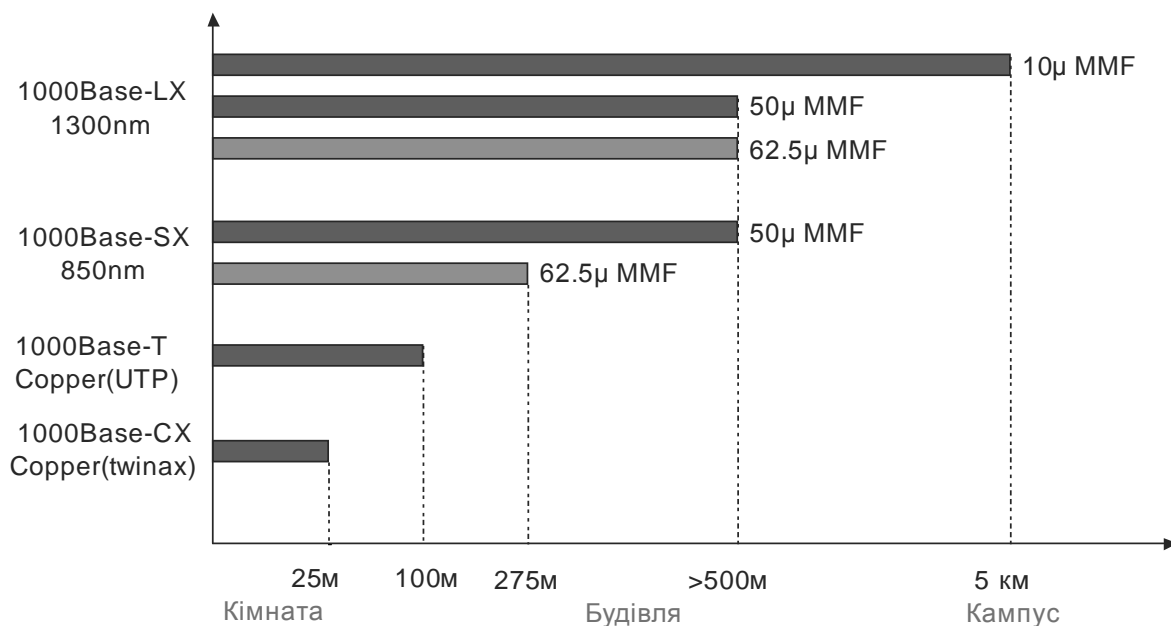


Рис. 3. Максимальні відстані між сегментами для різних специфікацій Gigabit Ethernet.

Для багатомодового оптичного волокна стандарт 802.3z визначає специфікації 1000Base-SX та 1000Base-LX. У першому випадку використовується довжина хвилі 850 нм, а в другому – 1300 нм.

Офіційно допускається застосування трьох діаметрів оптичного волокна: 10, 50 та 62,5 мкм. Перший призначений для одномодової передачі, два інших – для багатомодової.

П'ятикілометровий кабель можливо застосовувати лише з лазером, розрахованим на довжину хвилі 1,3 мкм і працюючим з 10-мікрометровим одномодовим оптичним волокном.

В якості середовища передачі даних у специфікації 1000Base-CX визначений кабель типу STP. Максимальна довжина сегменту складає всього 25 м, тому таке рішення підходить для з'єднання обладнання, розміщеного в одній кімнаті.

Формат кадру в технології Gigabit Ethernet.

Оскільки кадр мінімального розміру може передаватися в 100 разів швидше, ніж в оригінальній Ethernet, максимальна довжина сегменту повинна була теж зменшитися в 100 разів і дорівнювати 25 м. Для збільшення максимальної довжини сегменту Gigabit Ethernet у напівдуплексному режимі комітет 802.3 прийняв відповідні міри. Вони засновані на відомому співвідношенні часу передачі кадру мінімальної довжини та часу обертуту (PDV) [3].

Мінімальний розмір кадру був збільшений (без урахування преамбули) з 64 до 512 байт. Відповідно, час обертуту також можливо було збільшити до 4096 бітових інтервалів, що робить допустимим діаметр мережі біля 200 м при використанні одного повторювача. Такий метод було названо як метод розширення носія.

Для збільшення довжини кадру до потрібної величини мережний адаптер повинен доповнити поле даних до довжини 448 байт розширенням, яке представляє собою поле, заповнене нулями. Формально мінімальний розмір кадру не змінився, він як і раніше дорівнює 64 байт, але це пояснюється тим, що поле розширення розміщується після поля контрольної суми кадру FCS (рис. 4). Відповідно, значення цього поля не включається в контрольну суму й не враховується при вказуванні поля даних та поля довжини. Поле розширення є лише розширенням сигналу несучої частоти. Звичайно ефективність такої передачі досить низька, тому крім методу розширення носія комітет 802.3 застосував метод пакетної передачі кадрів.

Пакетна передача кадрів полягає у тому, що відправник може відсилати не одиничний кадр, а пакет, який об'єднує одразу декілька кадрів. Якщо повна довжина пакета є меншою 512 байт, то виконується апаратне фіктивними даними. Якщо ж кадрів, які чекають передачі, хватає на те, щоб заповнити такий великий пакет, то робота методу є дуже ефективною. Такий метод має перевагу перед розширенням носія.

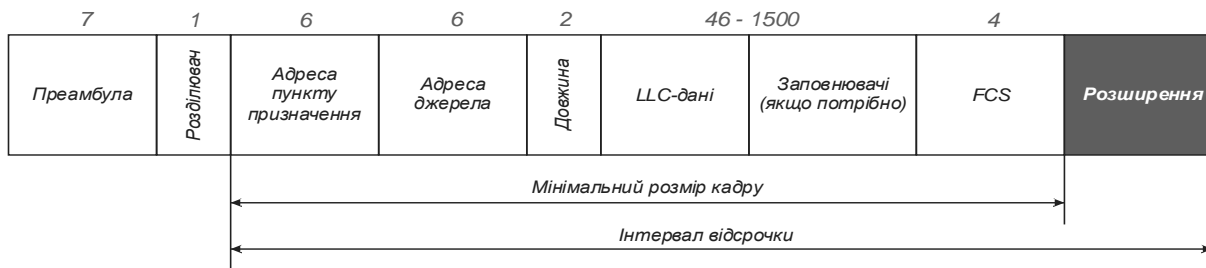


Рис. 4. Формат кадру в технології Gigabit Ethernet.

Для скорочення накладних витрат при використанні дуже довгих кадрів для передачі коротких пакетів комітетом 802.3 було дозволено кінцевим вузлам передавати кілька кадрів підряд без передачі середовища іншим станціям. Такий режим використовувався при використанні концентратора, який симулює моноканал. Він отримав назву *режиму пульсацій*. Він полягає в тому, що станція може передавати підряд кілька кадрів загальною довжиною на більше 65 536 біт або 8192 байт. Якщо станції потрібно передати кілька невеликих кадрів, то вона може не доповнювати перший кадр до розміру в 512 байт за рахунок розширення, а передавати кілька кадрів підряд до ліміту в 8192 байт (в цей ліміт входять всі байти кадру). Ліміт в 8192 байт називають *довжиною пульсацій*. Якщо станція почала передавати кадр і ліміт довжини пульсацій вичерпано на середині кадру, то кадр дозволяється передавати до кінця. Збільшення «сумісного» кадру до 8192 байт певним чином затримує доступ до середовища інших станцій, але при швидкості 1000 Мбіт/с ця затримка не суттєва.

Рівень MAC залишається спільним для всіх специфікацій Gigabit Ethernet. Порівняємо рівні MAC технологій Gigabit Ethernet та оригінальної Ethernet (табл. 1).

Таблиця 1

Параметри MAC рівнів

	<b>Ethernet</b>	<b>Gigabit</b>
<b>Бітова швидкість</b>	10 Мбіт/с	1000 Мбіт/с
<b>Час обертв</b>	512 бітових інт.	4096 бітових
<b>Міжкадровий інтервал</b>	9,6 мкс	0,096 мкс
<b>Максимальне число спроб передачі</b>	16	16
<b>Максимальне число збільшення паузи</b>	10	10
<b>Довжина jam-послідовності</b>	32 біт	32 біт
<b>Максимальна довжина кадру</b>	1518 байт	1518 байт
<b>Мінімальна довжина кадру</b>	64 байт	512 байт
<b>Максимальна відстань між станціями</b>	2500 м	5000 м
<b>Максимальне число станцій</b>	1024	-

### Висновки

Як бачимо з рис.2, специфікація 1000Base-T була розроблена окремою групою 802.3ab та має власну систему фізичного кодування (PAM5), відмінну від інших специфікацій Gigabit Ethernet. Це витікає з того, що реалізація технології Gigabit Ethernet на неекранованій крученій парі потребувала рішення багатьох проблем, які були успішно вирішені «проблемною» групою 802.3ab.

Саме цей факт пояснює можливість широкого впровадження Gigabit Ethernet в малих корпоративних мережах. До того ж вартість гігабітних портів комутаторів та мережних адаптерів дозволяє замінити 100Base-T на 1000Base-T з невеликою різницею в вартості відносно інших більш швидкісних технологій.

Також технологія є оптимальним, на сьогоднішній день, варіантом за критерієм мінімуму витрат при максимумі швидкості.

### Список літературних джерел

1. Кулаков Ю.А. Компьютерные сети / Кулаков Ю.А., Луцкий Г.М. – К.:Юниор, 1998. – 384с.
2. Баня Е.Н. Компьютерные сети / Баня Е.Н. – К.: СВІТ, 1999. – 112с.
3. Буров Є.С. Комп'ютерні мережі / Буров Є.С. – Львів: БаК, 1999. – 468с.