ПРОТОКОЛИ

1. Визначення протоколів.

.2. Робота протоколів.

.3. Стеки протоколів.

Ключові слова: протоколи, стек, прив'язка.

6.1. Опис протоколів.

Протоколи - це правила і технічні процедури, що дозволяють декільком комп'ютерам при об'єднанні в мережу спілкуватися один з одним.

Слід запам'ятати три основних моменти:

1. Існує багато протоколів. Всі вони беруть участь в реалізації зв'язку, але кожен протокол має різні цілі, виконує різні завдання, має свої перевагами і обмеження.

2. Протоколи працюють на різних рівнях моделі OSI. Функціїї протоколу (П) визначаються рівнем, на якому він працює. Наприклад, П на фізичному рівні, -

це означає, що він забезпечує проходження пакетів через плату мережевого адаптера і їх надходження в мережевий кабель.

3. Кілька П можуть працювати спільно. Це стек, або набір протоколів.

Як мережеві функції розподілені по всіх рівнях моделі OSI, так і протоколи спільно працюють на різних рівнях стека протоколів. Рівні в стеку протоколів відповідають рівням моделі OSI. У сукупності протоколи дають повну характеристику функцій і можливостей стека.

6.2. Робота протоколів.

Передача даних по мережі, з технічної точки зору, повинна бути розбита на ряд послідовних кроків, кожному з яких відповідають свої правила і процедури, або протокол. Таким чином, зберігається сувора черговість у виконанні певних дій.

Крім того, ці дії повинні бути виконані в одній і тій же послідовності на кожному мережевому комп'ютері. На комп'ютері-відправнику ці дії виконуються в напрямку вниз, а на комп'ютері-одержувачі від низу до верху.

Комп'ютер-відправник відповідно до протоколу виконує наступні дії:

• розбиває дані на невеликі блоки, звані пакетами, з якими може працювати протокол;

• додає до пакетів адресну інформацію, щоб комп'ютер-одержувач міг визначити, що ці дані призначені йому;

• готує дані до передачі через плату мережевого адаптера і далі - по мережевому кабелю.

Комп'ютер-одержувач відповідно до протоколу виконує ті ж дії, але тільки в зворотному порядку:

• приймає пакети даних з мережевого кабелю;

• через плату мережевого адаптера передає пакети в комп'ютер;

• видаляє з пакету всю службову інформацію, додану комп'ютером-відправником;

• копіює дані з пакетів в буфер для об'єднання в вихідний блок даних;

• передає додатком цей блок даних в тому форматі, який він використовує.

На рис.6.1. показані фрагменти даних, відповідні кожному рівню моделі OSI.

Рис. 6.1. Фрагменти даних, відповідні моделі OSI

Робота різних протоколів повинна бути скоординована так, щоб виключити конфлікти або незакінчені операції. Цього можна досягти за допомогою розбиття на рівні.

6.3. Стеки протоколів

Стеки протоколів - це комбінація протоколів. Кожен рівень визначає різні протоколи для управління функціональними зв'язками або їх підсистемами. Кожному рівню притаманний свій набір правил. В табл. 6.2 показана модель OSI і рівні протоколів.

Табл. 6.2. Модель OSI і рівні протоколів

Прикладний рівень	Ініціація або прийом запиту
Представницький рівень	Додавання в пакет інформації, що форматується, відображається і шифрується.
Сеансовий рівень	Додавання інформації про трафік з зазначенням моменту відправки пакета
Транспортний рівень	Додавання інформації для обробки помилок
Мережевий рівень	Додавання адресної інформації і інформації про місце пакета в послідовності переданих пакетів
Канальний рівень	Додавання інформації для перевірки помилок і підготовка даних для передачі по фізичному з'єднанню
Фізичний рівень	Передача пакета як потоку бітів

Так само як і рівні в моделі OSI, нижні рівні стека описують правила взаємодії обладнання, виготовленого різними виробниками. А верхні рівні описують правила проведення сеансів зв'язку та інтерпретації додатків. Чим

вище рівень, тим складніше стають завдання, що вирішуються ними і пов'язані з цими завданнями протоколи.

Прив'язка дозволяє з достатньою гнучкістю налаштовувати мережу, тобто поєднувати протоколи і плати мережевих адаптерів, як того вимагає ситуація. Наприклад, два стека протоколів IPX/SPX можуть бути прив'язані до однієї плати МА. Якщо на комп'ютері більше однієї плати МА, то стек протоколів (СП) може бути прив'язаний як до однієї, так і до декількох плат МА.

Порядок прив'язки визначає черговість, з якою ОС виконує протоколи. Якщо з однією платою МА пов'язано кілька протоколів, то порядок прив'язки визначає черговість, з якою будуть використовуватися протоколи при спробах встановити з'єднання. Зазвичай прив'язку виконують при установці ОС або протоколу. Наприклад, якщо TCP/IP перший протокол у списку прив'язки, то саме він буде використовуватися, при спробі встановити зв'язок. Якщо спроба невдала, комп'ютер спробує встановити з'єднання, використовуючи наступний по порядку протоколів списку прив'язки.

Прив'язка не обмежується встановленням відповідності стеків протоколів платі МА. МА повинен бути прив'язаний до компонентів, рівні яких і вище, і нижче його рівня. Так TCP/IP нагорі може бути прив'язаний до мережевого рівня NetBIOS, а внизу – до драйвера плати МА. Драйвер, в свою чергу, прив'язаний до плати МА.

У комп'ютерній промисловості в якості стандартнихмоделей протоколів розроблено кілька стеків. Важливі:

• набір протоколів ISO/OSI;

• IBM System Network Architecture (SNA);

• Digital DECnetTM;

• Novell NetWare;

• Apple AppleTalk®;

• Набір протоколів Інтернету TCP/IP.

На рис. 6.3 показано відображення протоколів на модель OSI. Протоколи цих стеків виконують роботу специфічну для свого рівня. Однак, комунікаційні завдання, які покладені на мережу, призводять до поділу протоколів на три типи: прикладний; транспортний, мережевий (табл. 6.4).

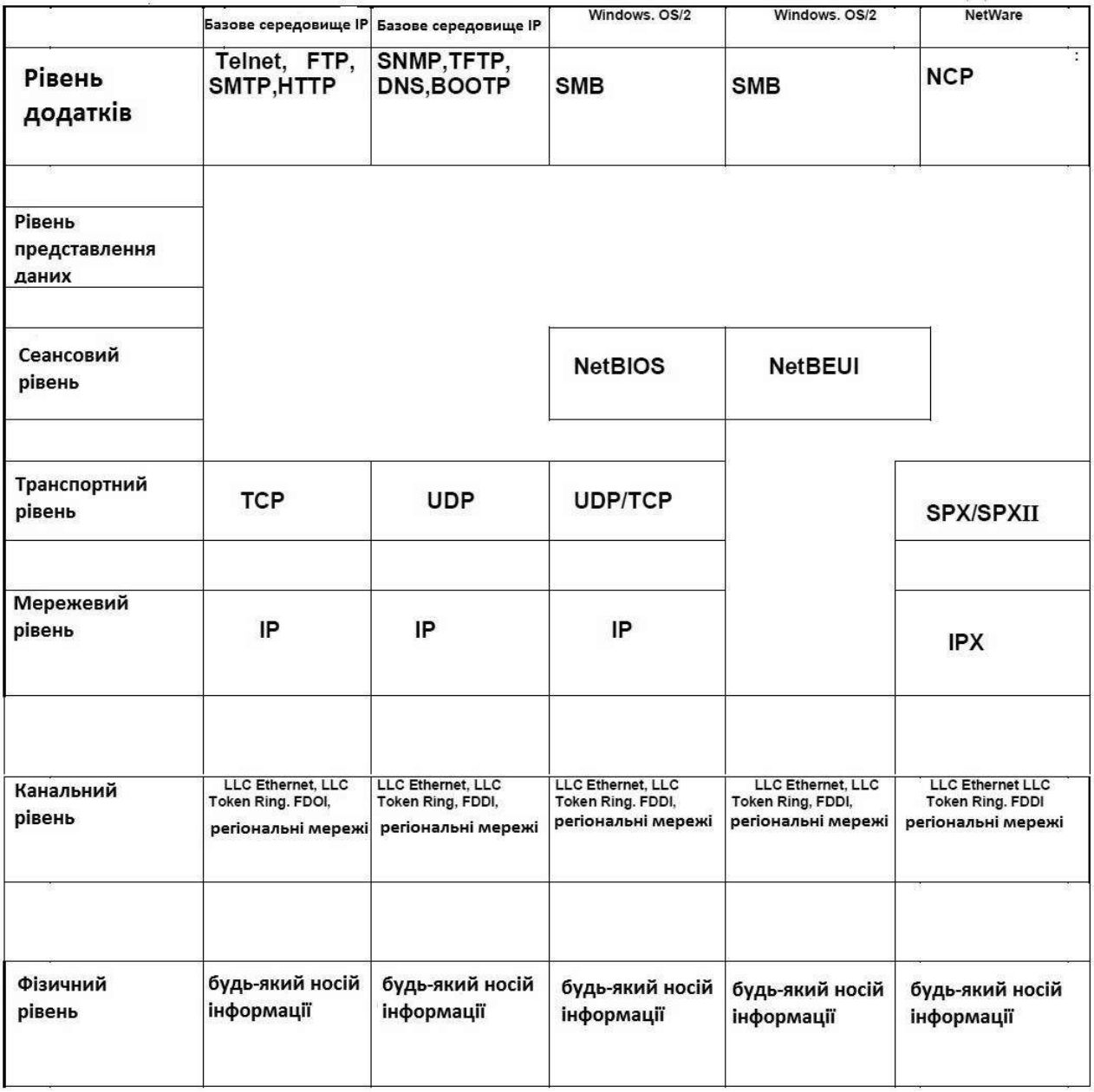

Рис. 6.3 Відображення популярних протоколів на модель OSI

Табл. 6.4 Модель OSI і типи протоколів

Прикладний рівень	Користувачі послуг мережі прикладного рівня
Представницький рівень	
Мережевий рівень	
Транспортний рівень	Транспортні служби
Мережевий рівень	Мережеві служби
Канальний рівень	
Фізичний рівень	

Прикладні протоколи (ПП) працюють на верхньому рівні моделі OSI. Вони забезпечують взаємодію додатків і обмін даними між ними. До найбільш популярних ПП відносяться:

• Telnet - протокол Інтернету (I) для реєстрації на віддалених хостах і обробки даних на них;

• FTP (File Transfer Protocol) - протокол I для передачі файлів;

• SMTP (Simple Mail Transfer Protocol) - протокол I для обміну електронною поштою;

• SNMP (Simple Network Management Protocol) - протокол I длямоніторингу мережі і мережевих компонентів;

• TFTP (Trivial File Transfer Protocol) - найпростіший протокол передачі даних для доставки виконуваного файлу без дискової клієнтської системи;

• DNS (Domain Name System) - служба централізованого розпізнавання імен;

• BOOTP (Bootstrap Protocol) - протокол динамічної конфігурації хоста;

• SMB (Server Message Blocks) - блоки серверних повідомлень;

• NCP (Network Control Protocol) - протокол управління мережею зметою визначення параметрів з'єднання кожного з протоколів Мережевого рівня;

• NetBIOS (Network Basic Input / Output System) - мережева базова система введення виведення

• NetBEUI (NetBIOS Extended User Interface) – розширений користувацький інтерфейс мережевої BIOS.

Транспортні протоколи підтримують сеанси зв'язку між комп'ютерами і гарантують надійний обмін даними міжними. До популярних відносяться:

• TSP (Transmission Control Protocol) - протокол для гарантованої доставки даних, розбитих на послідовність фрагментів;

• SPX - частина набору протоколів IPX/SPX (Interwork PacketExchange / Sequential Packet Exchange) - для даних, розбитих на послідовність фрагментів, фірми Novell;

• NetBEUI - встановлює сеанси зв'язку між комп'ютерами (NetBIOS) і представляє верхнім рівням транспортні послуги (NetBEUI);

• ATP (Apple Talk Transaction Protocol), NBP (Name BindingProtocol) - протоколи сеансів зв'язку і транспортування даних фірми Apple.

Мережеві протоколи забезпечують послуги зв'язку. Ці протоколи керують кількома типами даних: адресацією, маршрутизацією, перевіркою помилок і запитами на повторну передачу. Мережеві протоколи крім того

визначають правила для здійснення зв'язку в конкретних мережевих середовищах, наприклад, Ethernet або Token Ring. До популярних відносяться:

• IP (Internet Protocol) - протокол для передачі пакетів;

• IPX (Internet work Packet Exchange) - протокол фірми NetWare для передачі і маркування пакетів;

• DDP (Datagram Delivery Protocol) - Apple Talk протокол для транспортування даних.

7 МЕРЕЖЕВІ АРХІТЕКТУРИ

7.1 ETHERNET

7.2 Кадр ETHERNET

7.3 Стандарти IEEE

Ключові слова: мережеві архітектури, трафік, передача, метод доступу, кадр, адреса.

Поняття *мережеві архітектури* (МА) включає загальну структуру мережі, тобто всі компоненти, завдяки яким мережа функціонує, в тому числі апаратні засоби і системне програмне забезпечення. Найбільш часто використовувані архітектури: Ethernet, Token Ring, Arc Net.

7.1 ETHERNET

ETHERNET - найпопулярніша мережева архітектура. Вона використовує вузькосмугову передачу зі швидкістю 10 Мбіт/с, топологію "шина", а для регулювання трафіку в основному сегменті кабелю CSMA / CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection - множинний доступ з контролем несучої і виявленням колізій) - метод доступу, який використовується в топологіях "шина" і "зірка". Алгоритм множинного доступу з прослуховуванням несучої і дозволом колізій наведено на рис.7.1.

Робочі станції "прослуховують" канал передачі даних, щоб визначити, чи не здійснює вже інша станція передачу кадру даних. Якщо жодна зі станцій його не передає, "слухаюча станція" посилає свої дані. Суть «прослуховування» - перевірити наявність несучої (певного рівня напруги або світла). Середовище (кабель) Ethernet є пасивним, тобто отримує живлення від комп'ютера. Отже, воно припинить роботу через фізичне пошкодження або неправильне підключення термінатора. Мережа Ethernet має наступні характеристики:

• традиційна топологія - лінійна шина;

• інші топології - зірка, шина;

• тип передачі - вузькосмуговий;

• метод доступу - CSMA / CD;

• специфікації - IEEE 802.3;

• швидкість передачі даних - 10 і 100 Мбіт / с;

• кабельна система - товстий і тонкий коаксіальний, UTP.

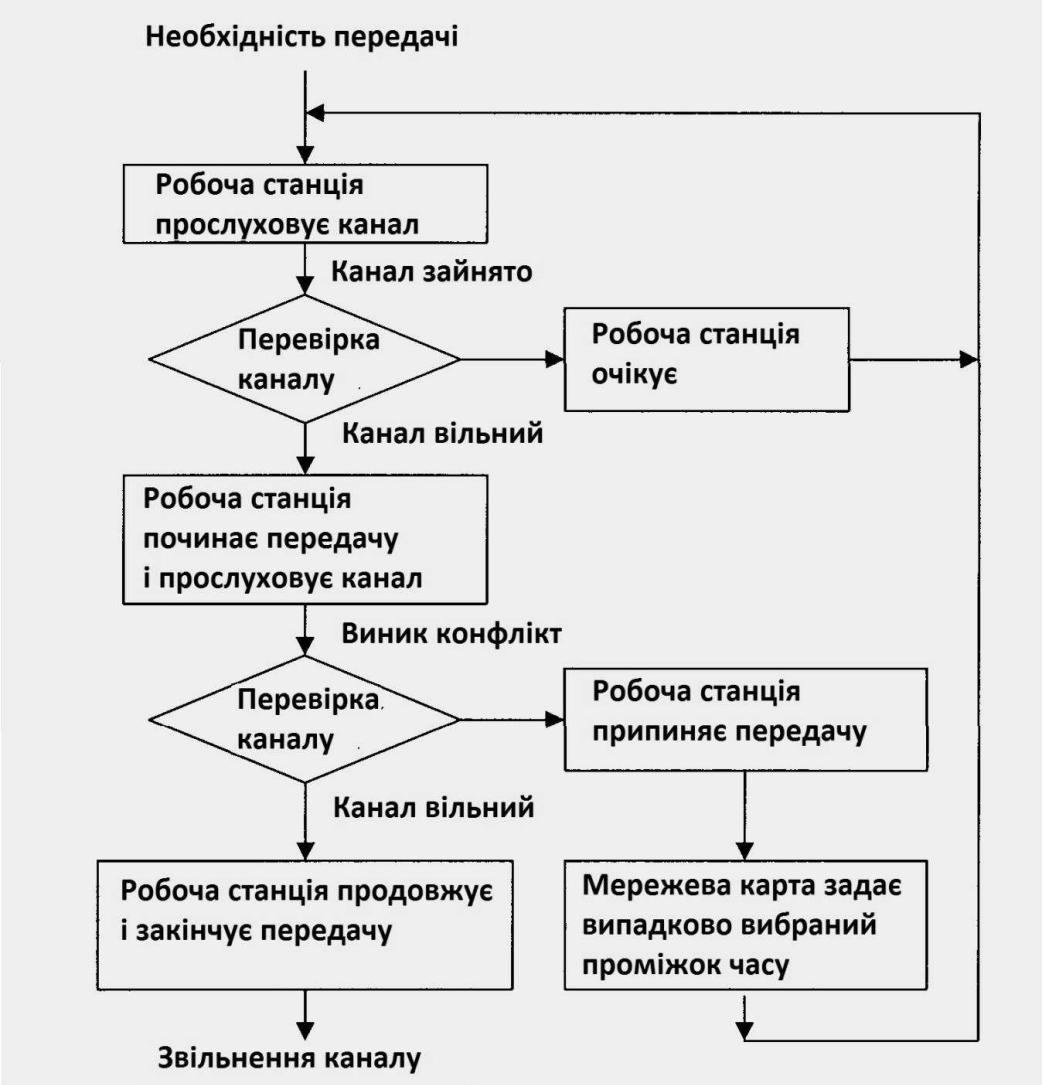

Рис. 7.1 Алгоритм CSMA/CD

7.2. Кадр Ethernet

Кадр Ethernet - це послідовність біт, яка починає і закінчує кожен пакет Ethernet, що передається по мережі. Кадр складається із заголовка і постінформації, які оточують і інкапсулюють дані, що генеруються протоколами вищих рівнів моделі OSI. Інформація в заголовку і постінформації вказує адресу системи, яка послала пакет, і системи, яка повинна отримати

його, а також виконує кілька інших функцій, важливих для доставки до місця призначення.

Кадр IEEE 802.3 Основний формат кадру Ethernet, визначений стандартом IEEE 802.3, і виглядає, як показано на рис. 7.2. Функції окремих полів розглядаються нижче.

7.2.1. Преамбула і початковий роздільник.

Преамбула складається з 7 байтів з перемежованими значеннями 0 і 1, які системи використовують для синхронізації генераторів тактових імпульсів, а потім відкидають. Застосуванняв Ethernet манчестерської системи кодування вимагає, щоб генератори тактових імпульсів, взаємодіючих систем були синхронізовані, тобто уклали угоду по тривалості часу, проходження біта.

Більшість вироблених сьогодні мережевих адаптерів розроблені для синхронізації протягом часового інтервалу, що досягає часу проходження 11 біт, але це не абсолютне значення. Для того щоб вказати початок дійсної передачі пакету, відправник передає 1-байтовий початковий роздільник, який продовжує послідовність з почергових 0 і 1, за винятком двох останніх біт, які обидва містять 1. Це - сигнал одержувачу, що будь-які наступні за ним дані є частиною пакета і повинні бути зчитані в буфер пам'яті мережевого адаптера для подальшої обробки системи в холостому режимі (тобто що не здійснює в даний момент передачу або процес виправлення колізії) нездатні приймати будь-які дані, поки вони обробляють сигнали послідовності біт преамбули в ході підготовки до подальшої передачі даних. Під час передачі преамбули приймаюча система синхронізує генератор тактових імпульсів з генератором відправника, але прицьому одержувач не знає про те, як багато біт з 7 байт преамбули пройшли, перш ніж він включився в синхронізацію.

	Преамбула (7 байтів)
	Початковий роздільник(1 байт)
	Адреса призначення(6 байтів)
	Адреса джерела(6 байтів)
	Довжина (2 байта)
	Дані та заповнення(46-1500 байтів)
	Контроль на послідовність кадру (4 байта)

Рис.7.2 Кадр Ethernet оточує інформацію, передану від мережевого рівня вниз по стеку протоколів, і готує її для передачі.

7.2.2. Адрес призначення і початкова адреса

Адресація є найбільш важливою функцією кадру Ethernet. Так як кадр можна уявити як "конверт" для даних Мережевого рівня, які переносяться всередині нього, то йому потрібна наявність адрес відправника і одержувача. Адреси протоколу Ethernet, використовуються для ідентифікації систем мережі, мають довжину 6 байт і "зашиті" в плати мережевих адаптерів машини. Ці адреси називаються апаратними адресами або MAC-адресами. Апаратна адреса кожного адаптера Ethernet унікальна. IEEE присвоює 3-байтовий префікс виробникам плат мережевих адаптерів. Він називається унікальним ідентифікатором виготовлювача (OUI, organizationally unique identifier). Решта 3 байта адреси апаратури виробники призначають самі.

Поле адреси призначення ідентифікує систему, якій був відправлений пакет. Адреса може вказувати на кінцеву систему, якій призначений пакет, якщо ця система знаходиться в локальній мережі, або адреса може належати пристрою, що надає доступ в іншу мережу, наприклад, маршрутизатора. Адреси Канального рівня завжди вказують на наступну точку зупинки пакета в локальній мережі. Контроль за проходженням по всьому маршруту між кінцевими точками здійснює Мережевий рівень, який і надає адресу місця призначення пакету.

Кожен вузол в мережі Ethernet зчитує цільовий адрес із заголовка пакета, переданого по мережі, для того, щоб визначити, чи не містить заголовок адресу цього вузла. Система, що зчитала заголовок кадру і знала свою власну адресу, зчитує пакет цілком у буфер пам'яті і обробляє його. Адреса призначення, що повністю складається, з двійкових одиниць означає, що пакет широкомовний, тобто призначений для всіх систем мережі. Певні адреси можуть бути груповими. Вони ідентифікують групу систем в мережі, які всі повинні прийняти надіслане повідомлення. Поле вихідної адреси містить 6-байтовий MAC-адрес системи, що відправила пакет. Значення полів адреси призначення, і адреси джерела формує драйвер мережевого адаптера системи, що передає пакет.

7.2.3. Довжина

Поле довжини кадру IEEE 802.3 становить 2 байта і вказує на кількість даних (в байтах), які переносяться кадром як корисне навантаження. Його значення включає тільки дійсні дані вище лежачих рівнів, що містяться в пакеті. Воно невключає розміри полів заголовка, постінформації, а також будь-якого навантаження, яке могло бути додане до даних для того, щоб забезпечити мінімальний розмір для пакета Ethernet (64 байта). Максимальний розмір для

пакета Ethernet, включаючи кадр, становить 1518 байт. Оскільки кадр складається з 18 байт, то найбільше значення поля довжини дорівнює 1500.

7.2.4. Дані і доповнення

Розглядуване поле містить корисні дані пакету, тобто внутрішній вміст оболонки. Передані вниз протоколом Мережевого рівня дані включають первинне повідомлення, створене додатком або процесом верхнього рівня, і інформацію заголовка, що додається протоколами проміжних рівнів. Крім цього пакет, що відповідає стандарту 802.3, містить 3-байтовий заголовок рівня управління логічного зв'язку (LLC), також розміщений в полі даних.

Наприклад, пакет, що містить ім'я хоста Інтернету, яке має бути перетворено DNS-сервером в IP-адресу, складається з початкового повідомлення DNS, заголовка, доданого на Транспортному рівні протоколом UDP, заголовка, доданого на Мережевому рівні протоколом IP, і заголовка LLC. Хоча ці три додаткових заголовка не є частиною початкового повідомлення, для протоколу Ethernet вони представляють просто корисні дані, які переносяться в поле даних, так само як і будь-яка інформація. Також як і поштові працівники, що не підозрюють про вміст переданих ними листів, протокол Ethernet не знає про вміст всередині оболонки.

Щоб механізм виявлення колізій міг функціонувати, готовий пакет Ethernet (виключаючи преамбулу і початковий роздільник) повинен бути довжиною мінімум 64 байта. Таким чином, за вирахуванням 18 байт кадру, поле даних повинне мати розмір не менше 46 байт. Якщо "корисне навантаження" отримане від протоколу Мережевого рівня, надто коротке, то адаптер додає рядок нічого не значущих бітів для того, щоб доповнити поле даних до необхідного розміру.

Найбільша довжина для пакета Ethernet становить 1518 байт, відповідно, поле даних не може бути більше, ніж 1500 байт (Включаючи заголовок LLC).

7.2.5. Контрольная послідовність кадру

Останні 4 байта кадру, що слідують за полем даних (і доповненням, якщо воно є), містять значення контрольної суми, яку приймаючий вузол задіює для визначення цілісності пакету. Безпосередньо перед передачею мережевий адаптер вузла, що відправляє повідомлення, обчислює надлишковий циклічний код (CRC) для всіх інших полів пакету (завинятком преамбули і початкового роздільника), використовуючи поліноміальний алгоритм AUTODIN II. Значення CRC унікальнодля даних, які використовуються для його обчислення.

Коли пакет досягає свого місця призначення, мережевий адаптер приймаючої системи зчитує вміст кадру і виконує обчислення за тим же алгоритмом. Порівнюючи свіжоотримане значення з тим, що міститься в полі контрольної послідовності кадру (FCS, frame check sequence), система з високою ймовірністю може переконатися в тому, що один з бітів пакета не був змінений. Якщо значення збігаються, система приймає пакет і поміщає його в буфери пам'яті для подальшої обробки. Якщо значення не збігаються, система оголошує помилку звірки (alignment error) і відкидає кадр. Система також відкидає кадр, якщо кількість біт в пакеті не кратне 8. Якщо кадр відкинутий, то протоколи верхніх рівнів виявляють його відсутність і організовують повторну передачу.

Мережі Ethernet використовують різні варіанти кабелів і топологій, засновані на специфікації IEEE.

7.3 Стандарти IEEE на 10 Мбіт / с.

Тут існує 4 топології:

• 10 Base T;

• 10 Base 2;

• 10 Base 5;

• 10 Base FL.

10 BASE T (10-швидкість передачі даних 10 Мбіт/с, BASE-вузькосмугова, T-вита пара) мережу Ethernet для з'єднання комп'ютерів зазвичай використовують неекрановану виту пару (UTP), можна і екрановану (STP).

Більшість мереж цього типу будуються у вигляді зірки, але по системі передачі сигналів представляють собою шину (рис.7.3). Зазвичай концентратор мережі 10 Base T виступає як багато портовий ретранслятор (підсилювач).

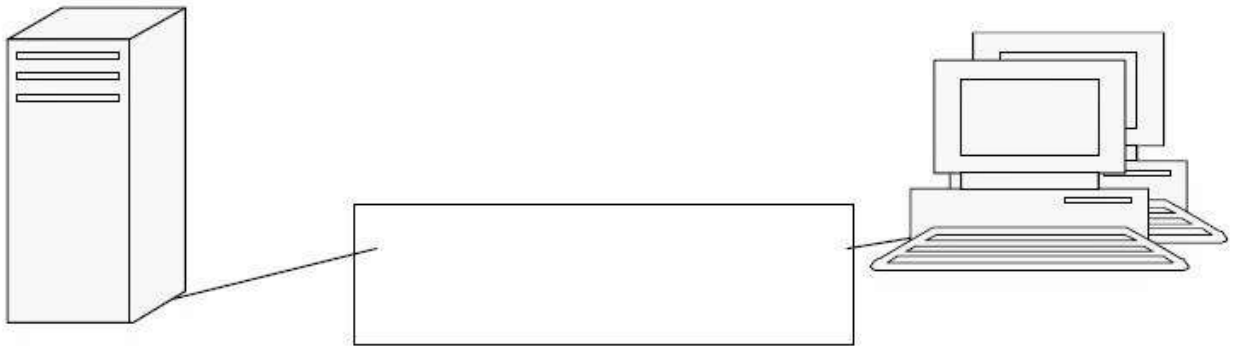

Рис. 7.3 Топологія 10 Base T

Характеристика топології 10 Base T представлена в табл. 7.1

Табл. 7.1

Категорія	Характеристика
Кабель	Категорія 3. 4 або 5 UTP
З'єднувач	RG-45 на кінцях кабелю
Трансівер (пристрій дляприйому і передачі сигналів)	Потрібен кожному комп'ютеру
Відстань від трансивера до концентратора	100 max
Магістраль для з'єднання концентраторів	Коаксіальний або оптоволоконний кабель
Загальна кількість PC в ЛС	За специфікації до 1024

10 Base 2 (10 - 10 Мбіт/с, Base-вузькосмугова передача, відстань до 185м). Мережа такого типу орієнтована на тонкий коаксіальний кабель, або тонкий Ethernet з максимальною довжиною сегмента 185 м, мінімальна довжина кабелю 0,5 м (Рис.7.4).

Рис.7.4 Топология 10 Base 2

Компоненти кабелю "тонкий Ethernet":

• BNC баррел-конектори (для подовження кабелю);

• BNCT - коннектори (з'єднують мережевий кабель з мережевою платою);

• BNC– термінатори.

Мережі на тонкому Ethernet мають топологію "шина".

Характеристика топології 10 Base 2 представлена в табл. 7.2

Табл. 7.2 - Характеристика топології 10 Base 2

Категорія	Характеристика
Максимальна довжина сегмента	185м
З'єднання з платою мережевогоадаптера	BNCT-коннектор
Кількість магістральних сегментів і репітерів	Використовуючи 4 репітери, можна з'єднати 5 сегментів
Максимальна кількість PC на сегмент	За специфікації 30
Кількість сегментів, до яких можна підключити PC	3 сегменти з 5
Максимальна загальна довжина мережі	925м
Загальна кількість PC в мережі	1024

10 Base 5 - Стандартний Ethernet (10-швидкість передачі 10 Мбіт/с, Base-вузькосмугова передача, 5-сегменти по 500 м.)

Компоненти кабельної мережі:

• трансивери (транслятори), забезпечують зв'язок між PC і головним кабелем ЛЗ, суміщені з "зубом вампіра", сполученим з кабелем;

• кабелі трансиверів з'єднують трансивер з платою мережевого адаптера;

• DIX (Digital Intel Xerox connector) - конектор, або AUI-конектор, цей коннектор розташований на кабелі трансивера;

• коннектори N-серії та термінатори N-серії.

Характеристика топології 10 Base 5 представлена в табл.7.3

Табл. 7.3

Категорія	Характеристика
Максимальна довжина сегмента	500м
Трансивери	Сполучені з сегментом
Максимальна відстань між комп'ютером і трансивером	50м
Мінімальна відстань між трансиверами	2, 5м
Кількість магістральних сегментів і репітерів	Використовуючи 4 репітери, можна з'єднати 5 сегментів
Кількість сегментів, до яких можуть бути підключені PC	3 сегменти з 5

Порівняльна характеристика топології мережі Ethernet представлена в табл. 7.4

Табл. 7.4

	10 Base 2	10 Base 5	10 Base T
Топологія	Шина	Шина	Зірка, Шина
Тип кабелю	RG-58 (тонкий, коаксіальний)	Товстий Ethernet кабель трансивера екранована вита пара	Неекранована вита пара категорії 3, 4 або 5
З'єднання з платою СА	BNCT-конектор	DIX-коннектор, AUI-коннектор	RG-45
Опір термінатора,	50	50	Не використовується
Хвильовий опір	50±2	50±2	85-115 для UTP 135-165 - STP
Відстань, м.	Від 0,5 між РС	Від 2,5 між Тр і до 50 між Тр РС	До 100 між трансивером (Тр) і концент-ом
Максим. довжина кабельного сегмен.	185	500	100
Максим. число з'єднаних сегментів	5 (звикористан. 4-х репитерів)	Те ж	Не визначено
Максимальна довжина мережі	925	2460	Не використовується
Максимальне число РС насегмент	30 (в мережі м.б.1024 РС)	100	1 (кожен РС має власний кабель)