НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут комп’ютерних інформаційних технологій

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

# Лабораторна робота № 5

з дисципліни «Комп’ютерні мережі»

Виконав: Клокун В. Д. Роботу захищено:

Група: СП-425

Перевірив: Зіньков Ю.Г. \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

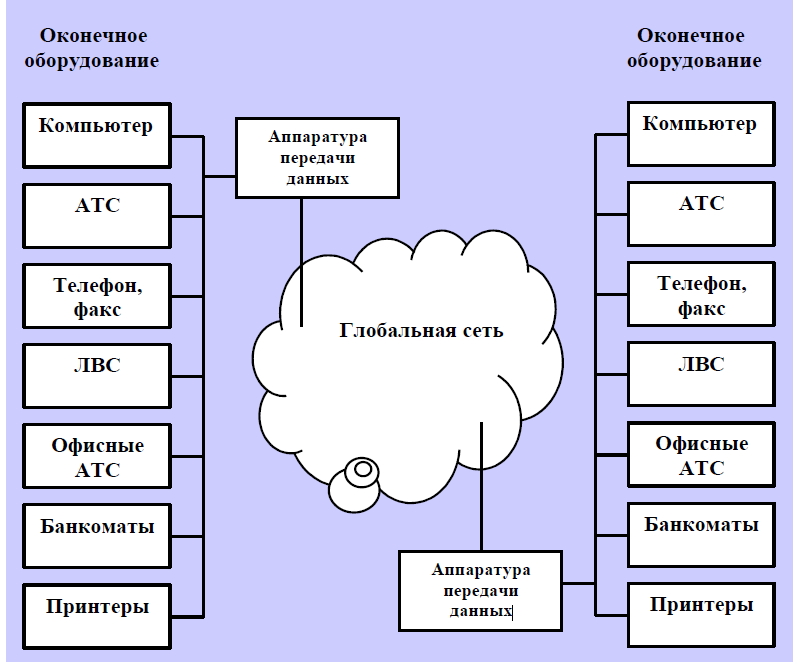
Київ 2019

**Технології глобальних мереж і канали доступу до Internet-провайдерів.**

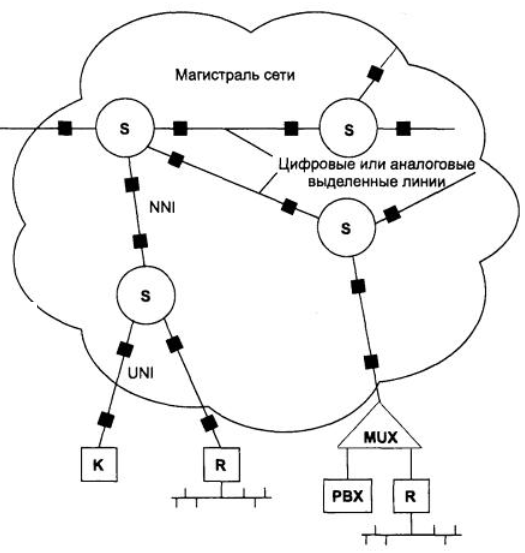
**Базові поняття технології глобальних мереж**

Глобальні мережі служать для надання своїх сервісів великій кількості кінцевих абонентів, розкиданих по великій території. Типовими абонентами глобальної комп'ютерної мережі є локальні мережі та окремі комп'ютери. Оператор мережі (network operator) - це та компанія, яка підтримує нормальну роботу мережі. Постачальник послуг, (провайдер service provider) - та компанія, яка надає послуги абонентам мережі. Послуги: передачу пакетів локальних мереж, передачу пакетів комп'ютерів, обмін факсами, передачу трафіку офісних АТС, вихід в міські, міжміські та міжнародні телефонні мережі та інші.

**Абоненти глобальних мереж:**



**Структура глобальних мереж**



**S (switch) - комутатори,**

**К - комп'ютери,**

**R (router) - маршрутизатори,**

**MUX (multiplexor) - мультиплексор,**

**РВХ- офісна АТС,**

**UNI (User-Network Interface) -інтерфейс користувач - мережа,**

**NNI (Network-Network Interface) -інтерфейс мережу - мережу.**

**DCE, апаратура передачі даних (Data Circuit Terminating Equipment).**

**Технологія Frame Relay**

У зв’язку зі збільшенням попиту на широкосмугову комутацію пакетів з низькою затримкою провайдери зв’язку почали використовувати технологію *Frame Relay (Frame Relay*– *FR)*. Хоча загальна структура такої мережі схожа на мережу Х.25, допустимі швидкості передачі даних в ній досягають значень до 4 Мбіт/с, а деякі провайдери пропонують і більші швидкості.

Мережі Frame Relay відрізняються від мереж Х.25 у декількох аспектах. Найбільш важливою відмінністю є те, що Frame Relay використовує значно простіший протокол на канальному рівні. Для позначення модуля даних на канальному рівні використовується термін *фрейм (frame).*

Протокол Frame Relay не здійснює контролю помилок і керування потоками. Завдяки спрощеній обробці фреймів досягається мала затримка. Заходи, прийняті для запобігання скупчення фреймів на проміжних комутаторах, допомагають зменшити рівень деренчання.

Більшість з’єднань Frame Relay використовують постійні канали PVC, а не комутовані канали SVC. З’єднання із межею мережі часто здійснюється виділеною лінією. Тарифи Frame Relay ґрунтуються на пропускній здатності порту на межі мережі й зазначеної в контракті пропускної здатності або *погодженої швидкості передачі інформації* *(committed information rate*– *CIR)* різних каналів PVC, що проходять через цей порт.

Frame Relay забезпечує постійні, спільно використовувані з’єднання, із середньою шириною смуги пропускання, якими передаються як звичайні, так і голосові дані. Технологія Frame Relay є ідеальним варіантом для з’єднання між собою LAN-мереж підприємства. Маршрутизатору LAN-мережі потрібен тільки один інтерфейс, навіть якщо використовуються кілька віртуальних каналів, а коротка лінія доступу або локальне відгалуження до межі мережі Frame Relay забезпечує ефективні з погляду фінансових витрат з’єднання між розділеними більшими відстанями LAN-мережами.

**Технологія ATM**

Паралельно з розвитком технології Frame Relay провайдери служб зв’язку усвідомили необхідність у технології постійного спільного використання з дуже малою затримкою, низьким рівнем деренчання і пропускною здатністю, значно більшою, ніж була доступна раніше. Таким рішенням стала технологія*асинхронного режиму передачі (Asynchronous Transfer Mode*– *ATM)*. У мережах ATM досягаються швидкості передачі до 155 Мбіт/с. Структура мережі ATM аналогічна структурам інших мереж спільного доступу, таких як Х.25 і Frame Relay, однак технологія ATM забезпечує з’єднання з дуже високими швидкостями передачі даних. Ця технологія особливо ефективна при передачі даних, для яких вкрай небажана затримка, таких як відео.

Режим асинхронної передачі являє собою технологію, що дозволяє передавати голос, відео й звичайні дані відкритими (загальнодоступними) і приватними мережами. Основою архітектури ATM є не фрейми, а гнізда. Ці гнізда ATM мають фіксовану довжину 53 байти. Таке гніздо містить у собі 5-байтовий ATM-заголовок, за яким ідуть 48 байтів корисного навантаження. Використовувані в ATM невеликі гнізда фіксованої довжини в 53 байти добре підходять для передачі голосових і відеоданих, оскільки для таких даних неприпустима затримка. Вони не можуть очікувати закінчення передачі великого пакета даних.

53-байтове гніздо ATM, у якому на 48 байтів корисного навантаження доводиться 5 байтів службових даних, менш ефективне, ніж фрейми і пакети технологій Frame Relay і Х.25, які мають більший розмір. Якщо в гніздах передаються розбиті на частини пакети мережевого рівня, то рівень службового навантаження зростає, оскільки комутатор ATM повинен бути здатним зібрати первісні пакети в пункті призначення. Для передачі того самого обсягу даних мережевого рівня типовій лінії ATM потрібно на 20 % більше пропускної здатності, ніж каналу Frame Relay.

У технології ATM використовуються як канали PVC, так і канали SVC, хоча в WAN-мережах частіше використовуються постійні канали PVC. Як і в інших технологіях спільного доступу, ATM дозволяє реалізувати кілька віртуальних каналів в одному з’єднанні виділеною лінією із межею мережі.

**Віртуальні приватні мережі**

VPN (скорочення від [англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/Англійська_мова) *Virtual Private Network* — віртуальна приватна мережа) — загальна назва віртуальних приватних мереж, що створюються поверх інших мереж, які мають менший рівень довіри. *VPN-тунель*, який створюється між двома вузлами, дозволяє приєднаному клієнту бути повноцінним учасником віддаленої мережі і користуватись її сервісами — внутрішніми сайтами, базами, принтерами, політиками виходу в [Інтернет](https://uk.wikipedia.org/wiki/Інтернет). Безпека передавання інформації через загальнодоступні мережі реалізується за допомогою [шифрування](https://uk.wikipedia.org/wiki/Шифрування), внаслідок чого створюється закритий для сторонніх канал обміну інформацією. Технологія VPN дозволяє об'єднати декілька географічно віддалених мереж (або окремих клієнтів) в єдину мережу з використанням для зв'язку між ними непідконтрольних каналів. Багато провайдерів пропонують свої послуги як з організації VPN-мереж для бізнес-клієнтів, так і для виходу в мережу Інтернет. VPN є [клієнт-серверною](https://uk.wikipedia.org/wiki/Клієнт-серверна_архітектура) технологією.

Прикладом створення віртуальної мережі використовується інкапсуляція протоколу [PPP](https://uk.wikipedia.org/wiki/PPP) в будь-який інший протокол — [IP](https://uk.wikipedia.org/wiki/IP) (ця реалізація називається також [PPTP](https://uk.wikipedia.org/wiki/PPTP) — Point-to-Point Tunneling Protocol) або [Ethernet](https://uk.wikipedia.org/wiki/Ethernet) ([PPPoE](https://uk.wikipedia.org/wiki/PPPoE)). Деякі інші протоколи так само надають можливість формування захищених каналів ([SSH](https://uk.wikipedia.org/wiki/SSH)).

**Приватна IP-мережа**

VLAN ([англ.](https://uk.wikipedia.org/wiki/Англійська_мова) *Virtual Local Area Network*  — віртуальна локальна [комп'ютерна мережа](https://uk.wikipedia.org/wiki/Комп'ютерна_мережа))  — є групою [хостів](https://uk.wikipedia.org/wiki/Хост) з загальним набором вимог, що взаємодіють так, ніби вони прикріплені до одного домену, незалежно від їх фізичного розташування. VLAN має ті самі атрибути, як і фізична локальна мережа, але дозволяє кінцевим станціям бути згрупованими разом, навіть якщо вони не перебувають на одному мережевому комутаторі. Реконфігурація мережі може бути зроблена за допомогою програмного забезпечення замість фізичного переміщення пристроїв.

Щоб фізично копіювати функції VLAN, необхідно встановити окремий, паралельний збір мережевих кабелів і перемикачів, які зберігаються окремо від первинної мережі. Однак на відміну від фізичної відділеної мережі, VLAN ділить пропускну здатність; дві окремих одно- гігабітних віртуальних мережі які використовують одно-гігабітний зв'язок мають знижену пропускну здатність. Це віртуалізує поведінку VLAN (настроювання портів комутатора, позначки кадрів при вході в мережу VLAN, пошук MAC таблиці, щоб перейти до магістральних зв'язків і видалення тегів при виході з VLAN).

VLAN, які створені, щоб забезпечити послуги сегментації, зазвичай надаються маршрутизаторами в конфігурації локальної мережі. VLAN, розглядають такі питання, як масштабованість, безпека та управління мережею. Маршрутизатори в топологіях VLAN забезпечують фільтрацію, безпеку, узагальнення адрес та управління трафіком. За визначенням, вимикачі не можуть з'єднувати IP-трафік між мережами VLAN, так як це буде порушенням цілісності широкомовного домену VLAN.

Це також корисно, якщо хтось хоче створити кілька мереж 3-го рівня на тому ж комутаторі 2 рівня. Наприклад, якщо сервер DHCP (який буде перевіряти його наявність) підключений до комутатора він буде обслуговувати будь-який хост, який налаштований на отримання свого IP від сервера DHCP. За допомогою віртуальних локальних мереж можна легко розділити мережу так, щоб вузли не використовували цей сервер DHCP і отримували локальні адреси, або отримували адресу з іншого серверу DHCP.

Віртуальні локальні мережі 2-го рівня конструкції є важливими, порівняно з IP-підмережами, які є конструкціями 3-го рівня При використанні VLAN, можна управляти пакетами трафіку і швидко реагувати на переміщення. Мережі VLAN забезпечують гнучкість, щоб адаптуватися до змін у мережі вимогам і дозволяють спрощене адміністрування.

Позначення членства в VLAN:

Для цього існують такі рішення:

**по порту (Port-based, 802.1Q)**

порту комутатора вручну призначається одна VLAN. У випадку, якщо одному порту повинні відповідати кілька VLAN (наприклад, якщо з'єднання VLAN проходить через кілька світчів), цей порт повинен бути членом транка. Тільки одна VLAN може отримувати всі кадри, не віднесені до жодної VLAN (у термінології 3Com, Planet, D-link, Zyxel, HP — untagged, у термінології Cisco — native VLAN). Світч буде додавати мітки даної VLAN до всіх прийнятих кадрів, які не мають жодних позначок. VLAN, побудовані на базі портів, мають деякі обмеження. Вони дуже прості в установці, але дозволяють підтримувати для кожного порту тільки одну VLAN. Отже, таке рішення мало прийнятне при використанні концентраторів або в мережах з потужними серверами, до яких звертається багато користувачів (сервер не вдасться включити в різні VLAN). Крім того, вносити зміни в VLAN на основі портів досить складно, оскільки при кожній зміні потребується фізичне перемикання пристроїв.

**по MAC-адресі (MAC-based)**

членство в VLAN ґрунтується на MAC-адресі робочої станції. У такому випадку світч має таблицю MAC-адрес всіх пристроїв разом із VLAN, до яких вони належать.

**по протоколу (Protocol-based)**

дані 3-4 рівня в заголовку пакета використовуються для того, щоб визначити членство в VLAN. Наприклад, IP-машини можуть бути переведені в першу VLAN, а AppleTalk-машини в другу. Основний недолік цього методу в тому, що він порушує незалежність рівнів, тому, наприклад, перехід з IPv4 на IPv6 приведе до порушення працездатності мережі.

**методом аутентифікації (Authentication based)**

пристрої можуть бути автоматично переміщені в VLAN ґрунтуючись на даних аутентифікації користувача або пристрою при використанні протоколу 802.1x.

**Протоколи HDCL і PPP**

Протокол PPP (протокол "точка-точка", [PPP](https://uk.wikipedia.org/wiki/PPP)) — набір стандартних протоколів, що забезпечують взаємодію [програмного забезпечення](https://uk.wikipedia.org/wiki/Програмне_забезпечення) [віддаленого](https://uk.wikipedia.org/wiki/Віддалене_адміністрування) (дистанційного) доступу від різних постачальників. За допомогою підключення з підтримкою РРР можна виробляти підключення до віддалених мереж через будь-який [сервер](https://uk.wikipedia.org/wiki/Сервер) РРР, що підтримує цей промисловий стандарт. РРР також дозволяє комп'ютеру, на якому функціонує служба віддаленого доступу [Windows 2000](https://uk.wikipedia.org/wiki/Windows_2000) Server, приймати запити і забезпечувати доступ до мережі клієнтам з програмним забезпеченням віддаленого доступу третіх фірм, відповідним стандартам РРР. Стандарти РРР також відкривають додаткові можливості, недоступні при старіших стандартах, наприклад Slip. РРР підтримує декілька методів [аутентифікації](https://uk.wikipedia.org/wiki/Аутентифікація), стискування і [шифрування даних](https://uk.wikipedia.org/wiki/Шифрування_даних).- Більшість реалізацій РРР дозволяють повністю автоматизувати послідовність входу в систему.

Компоненти PPP. РРР забезпечує метод передачі [дейтаграм](https://uk.wikipedia.org/wiki/Дейтаграма) через послідовні канали зв'язку з безпосереднім з'єднанням типу "точка-точка" (point-to-point). Він включає три основні компоненти:

1. Метод інкапсуляції (метод формування дейтаграмм для передачі по послідовних каналах). РРР як базис для формування дейтаграмм при проходженні через канали з безпосереднім з'єднанням використовує кадри, подібні до кадрів процедури [HDLC](https://uk.wikipedia.org/wiki/HDLC) (High-level Data Link Control - управління каналом передачі даних високого рівня).

2.Розширюваний протокол контролю каналу [LCP](https://uk.wikipedia.org/wiki/LCP) (Link Control Protocol). LCP призначений для організації, вибору конфігурації і перевірки з'єднання каналу передачі даних.

3.Сімейство протоколів контролю мережі NCP ([Network Control Protocols](https://uk.wikipedia.org/wiki/Network_Control_Protocol)). Служить для організації і вибору конфігурації різних протоколів мережевого рівня.

РРР може використовувати безліч різних протоколів контролю мережі, описаних в інших джерелах, тому в цій специфікації вони розглянуті узагальнено. Даний опис протоколу PPP містить розгляд його загальних принципів, методу інкапсуляції і детальний опис протоколу LCP.

Для того, щоб організувати зв'язок через канал з безпосереднім з'єднанням, РРР, що ініціює, на початку відправляє пакети LCP для завдання конфігурації з'єднання, а також перевірки каналу передачі даних. Після того, як канал встановлений і пакетом LCP виконано необхідне узгодження факультативних засобів, РРР, що ініціює, відправляє пакети NCP, щоб вибрати і визначити конфігурацію одного або більш протоколів мережевого рівня. Як тільки конфігурація кожного вибраного протоколу визначена, дейтаграмми з кожного протоколу мережевого рівня можуть бути відправлені через даний канал. Канал зберігає свою конфігурацію до тих пір, поки пакети LCP або NCP явно не закриють його або доки не станеться яка-небудь зовнішня подія (наприклад, витече термін бездіяльності таймера або втрутиться який-небудь користувач).

РРР може працювати через будь-який інтерфейс [DTE](https://uk.wikipedia.org/wiki/DTE)/[DCE](https://uk.wikipedia.org/wiki/DCE) (наприклад, EIA [RS-232](https://uk.wikipedia.org/wiki/RS-232)-c, EIA [RS-422](https://uk.wikipedia.org/wiki/EIA-422), EIA RS-423 і МСЕ-Т V.35). Єдиною абсолютною вимогою, яка пред'являє РРР, є вимога забезпечення дубльованих схем (або спеціально призначених, або перемиканих), які можуть працювати як в синхронному, так і в асинхронному послідовному режимі, прозорому для блоків даних канального рівня РРР. Протокол РРР не пред'являє яких-небудь обмежень, що стосуються швидкості передачі інформації, окрім тих, які визначаються використовуваним інтерфейсом DTE/DCE.

**High-Level Data Link Control** (**HDLC**) - біт-орієнтований кодопрозорий [мережевий протокол](https://uk.wikipedia.org/wiki/Мережевий_протокол) управління каналом передачі даних [канального рівня](https://uk.wikipedia.org/wiki/Модель_OSI) [мережевої моделі OSI](https://uk.wikipedia.org/wiki/Модель_OSI), розроблений [ISO](https://uk.wikipedia.org/wiki/ISO).

Поточним [стандартом](https://uk.wikipedia.org/wiki/Стандарт) для HDLC є [ISO](https://uk.wikipedia.org/wiki/ISO) 13239.

HDLC може бути використаний у з'єднаннях точка-багатоточка, але в наш часв основному використовується у з'єднаннях [точка-точка](https://uk.wikipedia.org/wiki/Мережа_точка-точка) з використанням асинхронного збалансованого режиму (ABM).

HDLC підтримує три режими логічного з'єднання, що відрізняються ролями взаємодіючих пристроїв.

* **Режим нормального відповіді (NRM - Normal Response Mode)** вимагає ініціації передачі у вигляді явного дозволу на передачу від первинної станції. Після використання каналу вторинної станцією (відповіді на команду первинної), для продовження передачі вона зобов'язана чекати іншого дозволу. Для вибору права на передачу первинна станція проводить кругової опитування вторинних. В основному використовується в з'єднаннях точка-багатоточка.
* **Режим асинхронного відповіді (ARM - Asynchronous Response Mode)** дає можливість вторинної станції самої ініціювати передачу. В основному використовується в сполуках типу [кільце](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=Кільце_(топологія_комп'ютерної_мережі)&action=edit&redlink=1) і багатоточкових з незмінною ланцюжком опитування, так як в цих з'єднаннях одна вторинна станція може отримати дозвіл від передачі від іншої вторинної і у відповідь почати передачу. Тобто дозвіл на передачу передається за типом маркера (token). За первинною станцією зберігаються обов'язки з ініціалізації лінії, визначення помилок передачі і логічному роз'єднання. Дозволяє зменшити накладні витрати, пов'язані з початком передачі.
* **Асинхронний збалансований режим (ABM - Asynchronous Balanced Mode)** використовується комбінованими станціями. Передача може бути ініційована з будь-якого боку, може відбуватися в [повному дуплексі](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=Повний_дуплекс&action=edit&redlink=1). У режимі ABM обидва пристрої рівноправні і обмінюються кадрами, які діляться на кадри-команди і кадри-відповіді.

Для забезпечення сумісності між станціями, які можуть змінювати свій статус (тип), в протоколі HDLC передбачено 3 конфігурації каналу:

* **Незбалансована конфігурація (UN - Unbalanced Normal)** забезпечує роботу 1 первинної і однієї або декількох вторинних станцій в (симплексному) [напівдуплексному](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=Напівдуплекс&action=edit&redlink=1) і [повнодуплексному](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=Повний_дуплекс&action=edit&redlink=1) режимах, з комутованим або некомутованими каналом.
* **Симетрична конфігурація (UA - Unbalanced Asynchronous)** забезпечує взаємодію двох двоточкових незбалансованих станцій. Використовується 1 канал передачі, в який [мультиплексуються](https://uk.wikipedia.org/wiki/Мультиплексор) і команди і відповіді. У наш час[[*Коли?*](https://uk.wikipedia.org/wiki/Вікіпедія:Статті,_що_необхідно_поліпшити)] не використовується.
* **Збалансована конфігурація (BA - Balanced Asynchronous)**складається з 2 комбінованих станцій. Передача в (симплексному) [напівдуплексному](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=Напівдуплекс&action=edit&redlink=1) і [повнодуплексному](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=Повний_дуплекс&action=edit&redlink=1) режимах, з комутованим або некомутованими каналом. Кожна станція несе однакову відповідальність за управління каналом.

Кадри HDLC можна передавати, використовуючи синхронні і асинхронні з'єднання. У самих з'єднаннях немає механізмів визначення початку і кінця кадру, для цих цілей використовується унікальна в межах протоколу послідовність прапорців (FD - Frame Delimiter) '01111110 '(0x7E в [шістнадцятковому представленні](https://uk.wikipedia.org/wiki/Шістнадцяткова_система_числення)), що поміщається в початок і кінець кожного кадру. Унікальність прапора гарантується використанням бітстаффінга у синхронних з'єднаннях і байтстаффінга в асинхронних. Бітстаффінг - вставка бітів, тут - біту 0 після 5 поспіль йдуть бітів 1. Бітстаффінг працює тільки під час передачі інформаційного поля (поля даних) кадру. Якщо передавач виявляє, що передано підряд п'ять одиниць, то він автоматично вставляє додатковий нуль в послідовність переданих бітів (навіть якщо після цих п'яти одиниць і так йде нуль). Тому послідовність 01111110 ніколи не з'явиться на полі даних кадру. Аналогічна схема працює в приймальнику і виконує зворотну функцію. Коли після п'яти одиниць виявляється нуль, він автоматично видаляється з поля даних кадру. У байтстаффінге використовується escape-послідовність, тут - '01111101 '(0x7D в [шістнадцятковому представленні](https://uk.wikipedia.org/wiki/Шістнадцяткова_система_числення)), тобто байт FD (0x7E) в середині кадру замінюється послідовністю байтів (0x7D, 0x5E), а байт (0x7D ) - послідовністю байтів (0x7D, 0x5D).

Під час простою середовища передачі при синхронному з'єднанні FD постійно передається по каналу для підтримки бітової синхронізації. Може мати місце поєднання останнього біта 0 одного прапора та початкової біта 0 наступного. Час простою також називається міжкадрових тимчасовим заповненням.

Структура кадру HDLC, включаючи прапори FD:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Прапор** | **Адреса** | **Управляюче поле** | **Інформаційне поле** | **FCS** | **Прапор** |
| 8 біт | 8 біт | 8 або 16 біт | 0 або більше біт, кратно 8 | 16 біт | 8 біт |

* ***Прапори FD*** - відкриваючий і закриваючий прапори, що являють собою коди 01111110, обрамляють HDLC-кадр, дозволяючи приймачу визначити початок і кінець кадру. Завдяки цим прапори в межах HDLC-кадрі відсутнє поле довжини кадру. Іноді прапор кінця одного кадру може (але не обов'язково) бути початковим прапором наступного кадру.
* ***Адреса*** виконує свою звичайну функцію ідентифікації одного з декількох можливих пристроїв тільки в конфігураціях точка-багатоточка. У двухточечной конфігурації адресу HDLC використовується для позначення напрямку передачі - з мережі до пристрою користувача (10000000) або навпаки (11 млн).
* ***Управляюче поле*** займає 1 або 2 байти. Його структура залежить від типу переданого кадру. Тип кадру визначається першими бітами керуючого поля: 0 - інформаційний, 01 - керуючий, 11 - ненумерований тип. У структуру керуючого поля кадрів усіх типів входить біт P / F, він по-різному використовується в кадрах-командах і кадрах-відповідях. Наприклад, станція-приймач при отриманні від станції-передавача кадру-команди з встановленим бітом P негайно повинна відповісти керуючим кадром-відповіддю, встановивши біт F.
* ***Інформаційне поле*** призначене для передачі по мережі пакетів протоколу вищого рівня - мережевих протоколів IP, IPX, AppleTalk, DECnet, в окремих випадках - прикладних протоколів, коли ті викладають свої повідомлення безпосередньо в кадри канального рівня . Інформаційне поле може бути відсутнім в керуючих кадрах і деяких ненумерованні кадрах.
* ***Поле FCS (Frame Check Sequence )*** - контрольна послідовність, необхідна для виявлення помилок передачі. Її обчислення в основному проводиться методом циклічного кодування з виробляють поліномом X16 + X12 + X5 +1 ([CRC-16](https://uk.wikipedia.org/wiki/CRC)), відповідно до Рекомендації [CCITT](https://uk.wikipedia.org/wiki/CCITT) V.41. Це дозволяє виявляти всілякі кортежі помилок довжиною до 16 біт викликаються одиночної помилкою, а також 99,9984% всіляких більш довгих кортежів помилок. FCS складається по полях: Адреса, Управляюче поле, Інформаційне поле. У рідкісних випадках використовуються інші [методи циклічного кодування](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=Коди,_що_виправляють_помилки&action=edit&redlink=1). Після прорахунку FCS на стороні приймача він відповідає позитивною або негативною квитанцією. Повтор кадру передавальною стороною виконується по приходу негативною квитанції або після закінчення тайм-ауту.

**Технологія MPLS**

**Технологія багатопротокольної комутації за допомогою міток**

MPLS являє собою механізм з високопродуктивної телекомунікаційної мережі, який здійснює передачу даних від одного вузла мережі до іншого за допомогою міток. MPLS дозволяє досить легко створювати віртуальні канали між вузлами мережі. Так само дана технологія дозволяє інкапсулювати різні протоколи передачі даних.

Технологія MPLS була розроблена для організації єдиного протоколу передачі даних як для додатків з комутацією каналів, так і додатків з комутацією пакетів (маються на увазі програми з дейтаграмному передачею пакетів). MPLS може бути використаний для передачі різного виду трафіку, включаючи IP-пакети, осередки ATM, фрейми SONET / SDH, і кадри Ethernet. Для вирішення ідентичних завдань раніше були розроблені такі технології як Frame Relay і ATM. Багато інженерів вважали, що технологія ATM буде замінена іншими протоколами з меншими накладними витратами на передачу даних і при цьому забезпечують передачу пакетів даних змінної довжини з встановленням з'єднання між вузлами мережі. Технологія MPLS розроблялася з урахуванням сильних і слабких сторін АТМ. В даний час устаткування з підтримкою MPLS замінять на ринку обладнання з підтримкою згаданих вище технологій. Цілком можливо, що в майбутньому MPLS повністю витіснить дані технології. Зокрема MPLS обходиться без комутації осередків і набору сигнальних протоколів, характерних для банкоматів. При розробці MPLS прийшло розуміння того, що в рівні ядра сучасної мережі немає необхідності в осередках ATM маленького фіксованого розміру, так як сучасні оптичні мережі володіють такою великою швидкістю передачі даних (на 2011 р. Пропускна спроможність магістралей більшості провайдров становить 40 Гбіт / с або 100 Гбіт / с), що навіть пакет даних максимальної довжини в 1500 байт відчуває незначну затримку в чергах буферів обладнання комутації (необхідність скорочення таких затримок, наприклад для забезпечення заданої якості голосового трафіку, вплинула на вибір осередків малого розміру, характерною для АТМ). У той же час MPLS спробував зберегти механізми оптимізації та управління трафіком (Traffic Engineering англ.) І управління окремо від переданого потоку даних, які зробили технології Frame Relay і ATM привабливими для впровадження у великих мережах передачі даних. Незважаючи на те, що перехід на MPLS дає переваги управління потоками даних (поліпшення надійності і підвищення продуктивності мережі), існує проблема втрати контролю потоків даних, що проходять через мережу MPLS, з боку звичайних IP-додатків.

Технологія багатопротокольної комутації за допомогою міток об’єднує техніку віртуальних каналів з фунціональністю стека TCP/IP.

*Об’єднання проходить за рахунок того, що один і той же мережевий пристрій,яке називається комутуючим по міткам маршрутизатором,виконує функції як IP-маршрутизатора, так і комутатора віртуальних каналів. При чому це не механічне об’єднанння двох пристроїв, а тісна інтеграція, коли функції кожних пристроїв доповнюють один одного і використовуються разом.*

Багатопротокольність технологій MPLS полягає в тому, що вона дозволяє використовувати протоколи маршрутизації не тільки стека TCP/IP, а і любого іншого стека, наприклад IPX/SPX. В цьому випадку замість протоколів маршрутизації RIP IP, OSPF та IS-IS застосовується протокол RIP IPX або ж NLSP, а загальна архітектура LSR зостанеться такою ж. ПІд час розробки технології MPLS в середині 90-х років, коли на практиці функціонувало декілька стеків протоколів, така багатопротокольність вважалася важливою, проте сьогодні в умовах домінування стеку протоколів TCP/IP ця властивість не є важливою. Правда, сьогодні багатопротокльність MPLS можна розуміти по-іншому - як властивість передавати за допомогою з’єднання MPLS трафік різних протоколів канального рівня.

Головна перевага MPLS в здатності надавати різноманітні транспортні послуги в IP-мережах, в першу чергу - послуги віртуальних приватних мереж. Ці послуги відрізняються різноманіттям, вони можуть подаватися як на мережевому, так і на канальному рівні. Крім того, MPLSдоповнює IP-мережі такою важливою властивістю, як передача трафіку у відповідності з технікою віртуальних каналів, що дозволяє вибирати потрібний режим передачі трафіку в залежності від потреб послуги. Віртуальні канали MPLS забезпечує інженеринг трафіку, так як вони підтримують детерміновані маршрути.

**Принцип роботи MPLS**

Технологія MPLS основана на обробці заголовка MPLS, який додається до кожного пакету даних. Заголовок MPLS може складатися з однієї або кількох «міток». Кілька записів (міток) в заголовку MPLS називаються стеком міток. Кожен запис в стеку міток складається з наступних чотирьох полів:

**1)**Значення мітки. Займає 20 біт.

**2)**Поле класу трафіку (англ. Traffic Class), необхідного для реалізації механізмів QoS (експериментальна підтримка)

і явного повідомлення про перевантаження (англ. Explicit Congestion Notification, ECN). Займає 3 біти.

**3)**Флаг дна стеку (англ. Bottom of stack). Якщо флаг встановлений, то це означає,

що поточна мітка остання в стеці. Займає 1 біт.

**4)**Поле TTL (Time To Live). Займає 8 біт.

У MPLS маршрутизаторі пакет з MPLS міткою комутується на наступний порт після пошуку мітки в таблиці комутації замість пошуку в таблиці маршрутизації.

Маршрутизатори, розташовані на вході або виході MPLS мережі називаються LER (англ. Lable Edge Router - граничний маршрутизатор міток). LER на вході в MPLS мережу додають мітку MPLS до пакету даних, а LER на виході з MPLS мережі видаляє мітку MPLS з пакету даних. Маршрутизатори, виконують маршрутизацію пакетів даних, якіпокладаються тільки на значенні мітки називаються LSR (англ. Lable Switching Router - комутуючий мітки машрутизатор). У деяких випадках пакет даних який надійшов на порт LER вже може містити мтку, тоді новий LER додає другу мітку в пакет даних.

Мітки між LER і LSR розподіляються за допомогою LDP (англ. Label Distribution Protocol - протокол розподілу міток). Для того, щоб отримати повну картину MPLS мережі LSR постійно обмінюються мітками та інформацією про кожного сусіднього вузла, використовуючи стандартну процедуру. Віртуальні канали (тунелі), звані LSP (англ. Label Switch Path - Шляхи комутації міток) встановлюються провайдерами для вирішення різних завдань, наприклад для організації віртуальних приватних мереж або для передачі трафіку через мережу MPLS по вказаному тунелю. Багато в чому LSP нічим не відрізняється від PVC в мережах ATM або Frame Relay за винятком того, що LSP не залежать від особливостей технологій канального рівня.

При описі віртуальних приватних мереж, заснованих на технології MPLS, розташовані на вході або виході мережі LER зазвичай називаються PE машрутизатори (англ. Provider Edge - маршрутизатори на кордоні мережі провайдера), а вузли, що працюють як транзитні маршрутизатори, називаються P маршрутизатори (англ. Provider - маршрутизатори провайдера).

**Ethernet-мережі операторського класу**

Поняття Carrier Ethernet, або Ethernet операторського класу, описує Ethernet-сервіси, пре-доставляються в територіально розподілених мережах (міських, регіональних, національних, міжнародних). На ранніх етапах розгортання послуг Ethernet оператори реалізовували їх за принципом best-effort (найкраще можливе, негарантоване, якість), тоді як поняття Carrier Ethernet передбачає гарантовану якість обслуговування відповідно до параметрів, визначених в угоді SLA.

Дотримання стандартів MEF є основою для "безшовного" взаємодії між сервіс-провайдерами, а також між апаратним забезпеченням, використовуваним для надання Ethernet-сервісів. Наприклад, специфікація на інтерфейс E-NNI (External Node-to-Node Interface) обіцяє спростити забезпечення інтероперабельності Ethernet-сервісів різних операторів зв'язку завдяки стандартизації вимог до з'єднань між їхніми мережами.

Для користувача послуга Carrier Ethernet виглядає як порт комутатора Ethernet. Переважною середовищем передачі для Ethernet-сервісів на "останній милі" є оптоволокно, оскільки воно дає найкраще співвідношення ціна / продуктивність. Віртуальні Ethernet-канали (Ethernet Virtual Circuits - EVC) фактично забезпечують продовження ЛВС через WAN-інфраструктури. Канали EVC складаються з двох або більше інтерфейсів UNI (User Network Interface), з'єднаних за принципом "точка-точка" (E-Line) або по багатоточковому принципом (E-LAN).

Представники Verizon, Bell South і інших операторів зв'язку не раз заявляли, що їхні клієнти не бажають миритися з ненадійністю Ethernet-сервісів, що працюють за принципом best-effort. Споживачі з "вертикальних" галузей, таких, як, фінанси, виробництво, роздрібна торгівля і утворення, потребують передбачуваному якості роботи мережі, яке характеризується наступними параметрами: доступна смуга пропускання, затримка пакетів в мережі, варіація затримки (джиттер), рівень втрат пакетів .

Сервіси Carrier Ethernet обходяться на 30-50% дешевше, ніж зіставні за характеристиками інші WAN-сервіси. Ми прогнозуємо, що їх вартість продовжить падати з ростом конкуренції між операторами зв'язку і за рахунок збільшення числа користувачів цих сервісів. Вирішивши проблему "останньої милі", сервіс-провайдери зможуть легко розширювати спектр послуг аж до насичення пропускної здатності каналів цієї "милі".

До потенційних вигод Ethernet-сервісів відносяться можливість надання смуги пропускання на вимогу (bandwidth-on-demand) і управління класами обслуговування. За швидкістю зміни параметрів обслуговування лідирують невеликі сервіс-провайдери. Так, представники компанії Yipes запевняють, що здатні змінити параметри обслуговування (provisioning changes) за п'ять хвилин.

А в компанії XO Communications заявляють, що для реалізації таких змін потрібно до п'яти днів.

Доступність Ethernet-сервісів багато в чому залежить від того, прокладено до вашого будинку (або довколишніх об'єктів) оптоволокно. Ден О'Коннел, директор з досліджень корпоративних мережевих сервісів та інфраструктури компанії Gartner, говорить, що близько 12% компаній вже знаходяться в зоні покриття оптоволоконного зв'язку, і оператори поступово її розширюють. Ну а тим часом продовжують розвиватися і технічні рішення Ethernet на базі мідної проводки і бездротових засобів передачі.

Важче визначити, чи зможе географічно розподілена компанія отримати Ethernet-сервіси для всіх своїх підрозділів від одного оператора. Деякі компанії, скажімо Sprint, Verizon і Yipes, пропонують Ethernet-сервіси в національному (мається на увазі територія США. Прим. Ред.) Та міжнародному масштабах, тоді як невеликі оператори, такі, як Optimum Lightpath, можуть забезпечити здебільшого тільки регіональні сервіси.

Представники MEF з оптимізмом пророкують успіх E-NNI, тоді як Девід Уілліс з компанії Gartner більш скептично налаштований щодо цього. Він згадує про укладені пірінгових угодах між провайдерами послуг Frame Relay, що використовують NNI-інтерфейси, а також про те, як в кінці 90-х років минулого століття, деякі компанії побудували на їх базі свої бізнес-моделі. Однак, за його словами, нинішні стратегії телекомунікаційних компаній відрізняються ізоляціонізмом, і ми все ніяк не дочекаємося реалізації MPLS-взаємодії між основними "гравцями".

Підводячи підсумки, скажімо, що Ethernet-сервіси привабливі в першу чергу гарантіями дотримання угод SLA (за рахунок нових механізмів Carrier Ethernet) і спрощенням міжмережевоговзаємодії. Все більше компаній використовують додатки, чутливі до тимчасової затримки, зокрема транзакційні бази даних і системи IP-телефонії (VoIP), яким потрібні більш висока пропускна здатність і передбачувана продуктивність в територіально розподілених мережах. Ну а Carrier Ethernet обіцяє все це надати. Ми очікуємо, що незважаючи на успіх або провал технології E-NNI, число операторів, що пропонують Ethernet-сервіси в національному і міжнародному масштабах, буде рости. Однак провайдери, що розширюють географічну зону свого охоплення за рахунок E-NNI, зможуть надавати Ethernet-сервіси швидше і дешевше, ніж оператори, які роблять ставку на наскрізний контроль за сполуками. Зрештою саме ця обставина може стати ключовим для комерційного успіху оператора.

**Схеми віддаленого доступу**

Глобальні мережі, побудовані з використанням: - виділених каналів; - комутації каналів; - комутації пакетів.

Виділений канал - це канал з фіксованою смугою пропускання або фіксованою пропускною спроможністю, постійно з'єднує двох абонентів (комп'ютери або ЛВС). Виділені канали діляться на аналогові і цифрові. Для передачі даних по виділених аналогових лініях використовуються модеми, що підтримують три режими: - тільки асинхронний режим роботи (швидкість до 1200 біт / с); - асинхронний і синхронний режими роботи (швидкість до 33,6 Кбіт / с.); - підтримують тільки синхронний режим роботи (тільки 4 дроти зі швидкістю передачі 2400 бит / с.-168 Кбіт / с.). Типи модемів: - професійні модеми, які призначені для роботи в модемних пулах корпоративних мереж; - модеми для застосування в невеликих офісах або вдома.

**Доступ через комутовані аналогові канали**

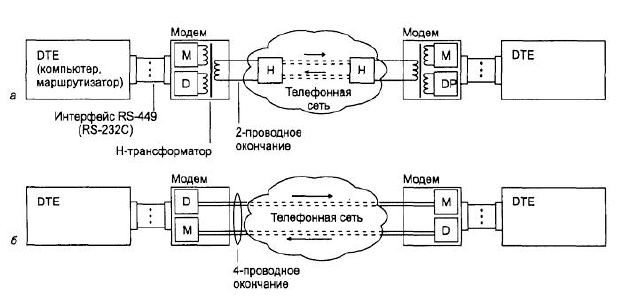


Рис.-З'єднання двох вузлів по виділеному каналу

Комутація каналів:

Для побудови глобальних зв'язків у корпоративній мережі в режимі комутації каналів використовуються мережі двох типів - традиційні аналогові телефонні мережі і цифрові мережі з інтеграцією послуг ISDN.

Перевагою мереж з комутацією каналів є їх поширеність.

Недоліком аналогових телефонних мереж є низька якість каналу.

Середня пропускна здатність комутованою аналогової лінії - 9600 біт / с.

Пропускна здатність цифрової лінії 56 Кбіт / с.

Доступ по телефонній мережі має назву "dial-up access".

Комутація пакетів:

Для побудови глобальних зв'язків у корпоративній мережі в режимі комутації пакетів використовуються мережі X.25, Frame Relay, ATM, IP. Типи територіальних мереж: магістральні мережі та мережі доступу.

Магістральні територіальні мережі (backbone wide-area networks) використовуються для зв'язку між великими локальними мережами. Основна вимога: висока пропускна здатність.

Мережі доступу використовуються для зв'язку невеликих локальних мереж і окремих віддалених комп'ютерів з центральною локальною мережею підприємства. Основна вимога: наявність розгалуженої інфраструктури доступу.

**Цифрові мережі інтегрального обслуговування ІSDN**

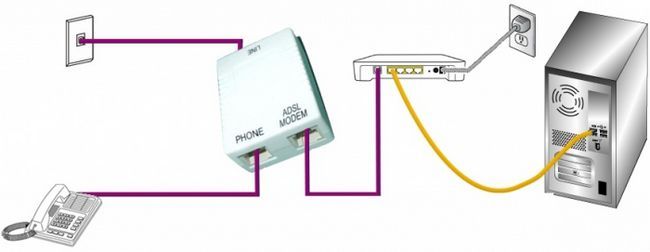
Мережі ISDN (Integrated Services Digital Network) - цифрова мережа з інтеграцією послуг. Основний режимом комутації - комутації каналів. Дані обробляються в цифровій формі. B-канал (bearer channel - основний, що несе канал) - передача інформації (голос, дані). Швидкість до 64 Кбіт / с. в двох напрямках. D-канал (Delta channel - додатковий канал) - інформація для комутації каналу між абонентами. Двохнаправлений канал 16 або 64 Кбіт / с. Архітектура мережі ISDN передбачає такі види служб: - некомутовані кошти (виділені цифрові канали); - коммутируемая телефонна мережа загального призначення; - мережа передачі даних з комутацією каналів; - мережа передачі даних з комутацією пакетів; - засоби контролю і управління роботою мережі. Технологія ISDN - основа всесвітньої телекомунікаційної мережі, для зв'язку телефонних абонентів та абонентів інших глобальних мереж.

Області застосування: телефонія, передача даних, об'єднання ЛВС, доступ до глобальних комп'ютерних мереж, інтеграція різних видів трафіку, передача трафіку, чутливого до затримок (звук, відео). Через лінії ISDN можлива передача даних за допомогою протоколів глобальних мереж (Х.25, Frame Relay, IP і IPX).

**Технологія ADSL**

ADSL - це технологія несиметричного доступу до Інтернету. Вона за своєю структурою є асиметричною системою і дозволяє працювати з сполуками зі швидкістю, яка доходить до 8 Мбіт / с. ADSL-технологія, швидкість передачі якої розраховується до 1 Мбіт / с, діє в середньому на відстані більше 5 км.

Дія мережі будується на цифровий лінії абонента, яка по каналах телефонного зв'язку надає доступ до Інтернету. Але телефонні лінії використовують аналоговий сигнал для передачі голосових повідомлень. ADSL-з'єднання призначене для того, щоб аналоговий сигнал перетворювати в цифровий і передавати його прямо на комп'ютер. При цьому, на відміну від вже застарілих Dial-up модемів, пристрої на базі АДСЛ не блокують телефонну лінію і дозволяють використовувати цифровий та аналоговий сигнали одночасно. Суть технології (асиметричність) полягає в тому, що абонент отримує величезний обсяг даних - вхідний трафік, а від себе передає мінімум інформації - спадний трафік. В якості вхідного мається на увазі різного роду контент: відео- та медіа-файли, додатки, програми, графічні об'єкти. Спадний відсилає лише важливу технічну інформацію - різні команди і запити, електронні листи та інші другорядні елементи. Асиметричність полягає в тому, що швидкість від мережі до абонента в рази вище швидкості від користувача.



Найважливішим плюсом, яким володіє ADSL-технологія, є її бюджетность і економічність. Справа в тому, що для роботи системи застосовуються ті ж мідні телефонні дроти. Кількість кручених пар в них, звичайно, значно перевищує число аналогічних елементів в кабельних модемах. Але в той же час ніякої модернізації комутаційного обладнання та складної реконструкції проводити не потрібно. ADSL підключається швидко, а сучасні види модемів інтуїтивні в управлінні і настройці.

Можливості та ресурси технології ADSL ще далеко не вичерпані. Навіть стандарти ADSL2 і ADSL2 +, введені ще в середині 2000 років, досі зберігають свою актуальність і можливості. Це, по суті, єдина технологія, яка може забезпечити широкий доступ в Інтернет без збоїв і програмних проблем, тому є конкурентом для багатьох інших методів підключення до мережі Інтернет. Мінімальне технічне оснащення доповнюється сучасними видами модемів. Виробники щорічно випускають нові пристрої, розраховані на безперервну експлуатацію без необхідності обслуговування та сервісу. Крім того, швидкість ADSL постійно зростає і не обмежується мегабітами. Підключення стає актуальним як для дому, так і для цілої офісної компанії з кількома десятками комп'ютерних клієнтів.

**Доступ через мережі кабельного телебачення**

Мережі кабельного телебачення створили з первинною метою роз­повсюджувати телевізійні програми. Найчастіше вони використовують аналогове передавання по мідних коаксіальних кабелях.

Апаратна структура забезпечувала однобічне передавання (від го­ловного вузла до абонента). Зі збільшенням попиту на передавання да­них та на послуги Internet виникла потреба надавати такі послуги або­нентам з високою швидкістю та в обох напрямах. Задовольнити цю потребу, ще й за помірними цінами, дають змогу достатньо розгалуже­ні мережі кабельного телебачення. Водночас сучасні кабельні мережі потребують деякої технічної перебудови для передавання даних.

Мережі кабельного телебачення мають деревоподібну структуру. Від головного вузла фірми-оператора послуг - розходяться коаксіальні кабе­лі. З метою поновлення аналогового сигналу та збільшення відстані пере­давання у мережу вмонтовані підсилювачі, які можуть бути одно- або дво-напрямними. Отже, мережі кабельного телебачення створюють багатопу-нктовий канал (єдине середовище передавання), не допускають комутації. Для передавання даних використовують спеціальні кабельні модеми.

Модернізація мереж кабельного TV полягає, головним чином, у за­міні мідних коаксіальних кабелів волоконно-оптичними та заміни підсилювачів на двонапрямні. Отже, мережі стають гібридними, волоконно-оптичними та коаксіальними.

Смуга пропускання телевізійного кабелю поділяється на частини. Кожному каналу виділяється смуга у 6 МГц. Загалом, кабель може пе­редавати більше сотні каналів одночасно. При організації доступу до Internet по телевізійному кабелю для низхідного потоку виділяють смугу у 6 МГц, яка виглядає для зовнішнього користувача як ще один телеканал. Висхідному сигналу призначено вужчу смугу у 2 МГц, так, як правило, обсяги даних, що приймаються, значно перевищують об­сяги даних що передаються. Крім того, висхідний канал працює в режимі розподілу часу, коли користувачі в змозі передавати короткі команди.

Як правило, кабельна мережа допускає приєднання до 1000 користу­вачів до Internet на один канал. Максимальна швидкість передання в одному каналі - ЗО Мбіт/с. Швидкість передавання суттєво зменшується при збільшенні кількості користувачів. Водночас, кабельна компанія може виділити ще один канал, якщо кількість абонентів різко зросла.

Порівняно з DSL, кабельні мережі об'єднують більші території, і бі­льшу кількість користувачів на один канал, тому висхідна середня шви­дкість передавання для користувача може бути менша. З іншого боку, швидкість передавання в кабельних мережах не залежить від відстані до провайдера, а в DSL сполученнях швидкість суттєво падає при збі­льшені відстані, а також при поганій якості кабелів.

Головні оператори мереж кабельного телебачення об'єдналися в консорціум Multimedia Cable Network System (MCNS) та розробляють набір стандартів DOCSIS (Data Over Cable System Interface Specification). Окремі стандарти цього набору описують різні інтерфейси. Зокрема, інтерфейс СМСІ визначає правила взаємодії апаратури користувача та кабельного модему, CMTS-NSI - правила взаємодії головного вузла магістральної мережі, серверів та центру керування; CMTRI описує ін­терфейс між апаратурою користувача та телефонною мережею, що дасть змогу використовувати мережу кабельного телебачення для надання телефонних послуг.