

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
Навчально-науковий інститут Інформаційних технологій
(назва інституту (факультету))

Комп'ютерних наук
(назва кафедри)

ПЛАН КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ
з дисципліни «Конвергентна мережна інфраструктура»
за спеціальністю 124 Системний аналіз
(шифр та повна назва напрямку (спеціальності))
Спеціалізації

Укладач(і): к.т.н. Сєрих С.О.
(науковий ступінь, вчене звання, П.І.Б. викладача)

Конспект лекцій розглянутий та схвалений на
засіданні кафедри Комп'ютерних наук
(повна назва кафедри)

Протокол № 8 від «11» лютого 2019 року
Завідувач кафедри Вишнівський В. В.

**Модуль 2 Сучасні мережеві технології конвергентної мережної
інфраструктури**
**Тема 3. Високошвидкісні мережі та інформаційні технології що їх
забезпечують.**

Лекція № 5

Тема лекції: Високошвидкісні мережі та інформаційні технології що їх забезпечують

План лекції

Вступ

1. Визначення та класифікація високошвидкісних технологій.
2. Технологія ATM.
3. Технології FDDI та Token Ring.

Виконати самостійне завдання № 5.

1. Вивчити питання лекції.
2. Виконати порівняльну оцінку технологій за показниками ефективності мереж доступу за завданням лабораторного заняття № 1.

Література:

1. Гніденко М.П., Вишнівський В.В., Серих С.О., Зінченко О.В., Прокопов С.В. Конвергентна мережна інфраструктура. – Навчальний посібник. – Київ: ДУТ, 2019. – 179 с.
2. Соколов В. Ю. Інформаційні системи і технології : Навч. посіб. К.: - ДУІКТ, 2010. - 138 с.
3. Воробієнко П.П. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.
4. Олифер Виктор, Олифер Наталия. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. (Учебник для вузов). — ISBN 978-5-496-01967-5. 5-е изд. — СПб.: Питер, 2016. — 992 с.
5. Сосновский О.А. Телекоммуникационные системы и компьютерные сети. – Минск: БГЭУ, 2007.-176с.

Класифікація телекомунікаційних мереж

Телекомунікаційні системи та мережі поділяють за призначенням, принципами побудови, приналежністю тощо.

За функціональним призначенням мережі поділяються на транспортні мережі та мережі доступу.

Транспортна мережа, або ядро мережі (backbone або core network), — це універсальна мережа, що реалізує функції транспортування/комутації й об'єднує окремі мережі доступу із забезпеченням транзиту трафіка між ними високошвидкісними каналами. До складу транспортної мережі можуть входити:

- транзитні вузли, що виконують функції перенесення і комутації;
- кінцеві (граничні) вузли, що забезпечують доступ абонентів до транспортної мережі;
- сервери сигналізації, що виконують функції обробки інформації сигналізації, управління викликами та з'єднаннями;
- шлюзи, що дозволяють здійснити підключення різнорідних, тобто апаратно і програмно несумісних між собою мереж зв'язку.

Сервери сигналізації можуть бути винесені в окремі пристрої, призначені для обслуговування декількох вузлів комутації. Використання спільних серверів дозволяє розглядати їх як єдину систему комутації, розподілену мережею. Це не тільки спрощує алгоритми встановлення з'єднань, але є найбільш економічним для операторів зв'язку, оскільки дозволяє замінити коштовні системи комутації великої ємності невеликими, гнучкими і доступними за вартістю системами.

Під *мережею доступу (access network)* розуміється системно-мережна інфраструктура, яка призначена для концентрації інформаційних потоків, що надходять від обладнання користувачів, і складається з абонентських ліній, вузлів доступу і систем передачі, що забезпечують підключення термінальних пристроїв користувачів до точки агрегації трафіка.

За відомчою приналежністю телекомунікаційні мережі поділяють на такі групи:

- мережі зв'язку загального користування;
- виділені мережі зв'язку;
- технологічні мережі зв'язку;
- мережі спеціального призначення.

Мережа зв'язку загального користування (ЗК) призначена для надання телекомунікаційних послуг будь-якому користувачеві. Мережа зв'язку ЗК є комплексом взаємодіючих мереж зв'язку, включаючи мережі зв'язку для розповсюдження програм телевізійного і радіомовлення.

Виділені технологічні, а також мережі зв'язку спеціального призначення утворюють групу мереж обмеженого користування (ОБК). *Виділені мережі зв'язку* — це мережі, призначені для надання послуг обмеженому колу користувачів. Такі мережі можуть взаємодіяти між собою, проте поєднані з мережами загального користування.

Технологічні мережі зв'язку призначені для забезпечення виробничої діяльності організацій і управління технологічними процесами.

Мережі зв'язку спеціального призначення застосовують для забезпечення потреб державного управління, оборони, безпеки й охорони правопорядку в країні.

За типом абонентських терміналів, які використовуються в ТКС, телекомунікаційні мережі поділяються:

- на мережі фіксованого зв'язку, що забезпечують приєднання стаціонарних абонентських терміналів;
- мережі рухомого зв'язку, що забезпечують приєднання рухомих (що перевозяться або переносяться) абонентських терміналів.

Традиційно телекомунікаційні мережі поділяють на первинні та вторинні. *Первинна мережа* є сукупністю каналів і трактів передачі, утворених обладнанням вузлів і ліній передачі (або фізичних ланцюгів), що з'єднують ці вузли. Первинна мережа надає канали передачі (фізичні ланцюги) вторинній мережі для утворення каналів зв'язку. *Вторинна мережа* є сукупністю каналів зв'язку, утворюваних на базі первинної мережі шляхом їх комутації (маршрутизації) у вузлах комутації й організації зв'язку між абонентськими пристроями користувачів.

За кількістю підтримуваних служб зв'язку мережі бувають:

- моносервісні, спочатку призначені для надання однієї служби зв'язку (наприклад, мережі радіомовлення, кабельного телебачення, телефонна мережа загального користування (ТМЗК), мережа передачі даних загального користування (МПДЗК));
- мультисервісні, призначені для організації двох і більше служб зв'язку (наприклад мережа телефонної, факсимільної і низки мультимедійних служб).

За типом передавального середовища мережі можуть бути також класифіковані на проводові (аналогові та цифрові мережі; кабельні й оптоволоконні мережі), безпроводові або радіомережі (стільникові, транкінгові мережі та супутникові мережі) та змішані.

За кількістю мережних технологій і протоколів, що підтримуються в мережі, ТКС поділяються на однорідні та неоднорідні, які ще називають гетерогенними (мультипротокольними). *Однорідні мережі*, як правило, функціонують на основі єдиної телекомунікаційної технології (IP, ATM, MPLS). *Мультипротокольна мережа* — мережа зв'язку, що забезпечує перенесення різних видів інформації з використанням різних технологій і протоколів передачі. Для мереж, які складаються з неоднорідних підмереж, часто використовується термін інтермережа.

За видами комутації мережі поділяють на:

- некомутовані;
- комутовані — з комутацією каналів, повідомлень, пакетів.

Під час використання режиму комутації каналів встановлюється пряме фізичне з'єднання між вузлами мережі.

При комутації повідомлень між вузлами «відправник — одержувач» фізичне з'єднання не встановлюється, а мережні вузли дозволяють накопичувати (буферизувати) повідомлення і надсилати їх відповідно до заданої системи пріоритетності за певним маршрутом.

При пакетній комутації повідомлення користувача розбиваються на дрібніші частини — пакети, причому кожний пакет містить службові поля і поле даних. Існують два основні режими передачі даних при пакетній комутації:

- режим віртуальних з'єднань, коли між вузлами встановлюється й підтримується логічне з'єднання — віртуальний канал;
- дейтаграмний режим (дейтаграмна служба), при якому кожний пакет повідомлення, у загальному випадку, передається між мережними вузлами незалежно один від одного.

За адміністративним розподілом мережі поділяють на:

- магістральну мережу, яка зв'язує між собою телекомунікаційні вузли країни в цілому й забезпечує транзит потоків повідомлень між зоновими мережами;
- зонові (або регіональні) мережі, побудовані в межах території одного або декількох регіонів (груп областей) країни;
- місцеві мережі, які утворені в межах адміністративної або визначеної за іншим принципом території і не належать до регіональних мереж зв'язку. Місцеві мережі поділяються на міські та сільські;
- міжнародна мережа — мережа загального користування, приєднана до мереж зв'язку іноземних держав.

За характером топології мережі поділяються на повнозв'язні, тобто мережі, в яких кожний вузол мережі пов'язаний зі всіма іншими вузлами, і неповнозв'язні. За великої кількості вузлів повнозв'язана мережа вимагає багато каналів зв'язку і її важко реалізувати через технічні складнощі і високу вартість. Тому переважна більшість мереж є неповнозв'язними. Незважаючи на те, що при заданій кількості вузлів у неповнозв'язній мережі може існувати досить велика кількість варіантів з'єднання вузлів мережі, на практиці зазвичай використовується декілька основних схем з'єднання вузлів (топологій) мережі.

Відповідно до цих топологій телекомунікаційні мережі поділяють на такі основні класи:

- *зірка (зіркоподібна)*, коли всі вузли мережі підключаються до одного центрального вузла, що називається *хостом* (host) або *хабом* (hub);
- *кільцева*, коли всі вузли мережі підключаються до одного замкнутого кільцевого каналу;
- *шинна*, коли всі вузли мережі підключаються до одного незамкнутого каналу, який зазвичай називається *шиною*;
- *ієрархічна* топологія — топологія типу «дерево».

Топологія типу «зірка». Пропускна здатність мережі зв'язку з такою топологією визначається продуктивністю центрального вузла (рис. 5.1), який

може бути «вузьким місцем» такої мережі. У разі виходу з ладу центрального вузла порушується робота всієї мережі. Колізій (зіткнень) даних при цьому не виникає. Кабельне з'єднання досить просте, оскільки кожна робоча станція пов'язана з вузлом. Витрати на прокладку кабелів високі, особливо коли центральний вузол географічно розташований не в центрі топології.

При розширенні мереж зв'язку не можуть бути використані раніше використовувані кабельні зв'язки: до нового робочого місця необхідно прокладати окремий кабель із центру мережі.

Топологія у вигляді зірки має найбільшу швидкодію зі всіх топологій мереж зв'язку, оскільки передача даних між робочими станціями проходить через центральний вузол (при його високій продуктивності) за окремими лініями, які використовуються тільки цими робочими станціями.

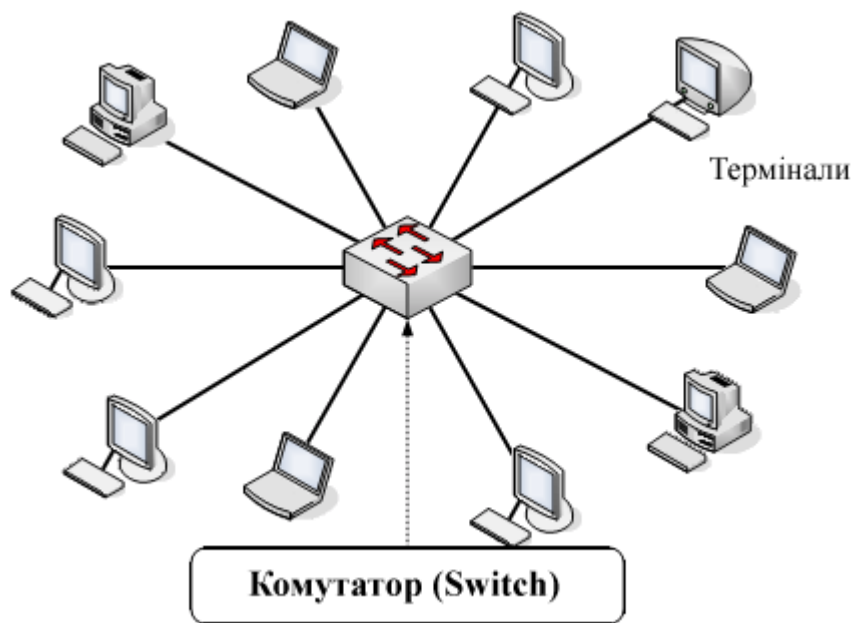


Рис. 5.1. Топологія мережі у вигляді зірки

Кільцева топологія. У разі кільцевої топології мережі робочі станції зв'язані одна з одною по колу, тобто робоча станція 1 з робочою станцією 2, робоча станція 3 з робочою станцією 4 тощо. Остання робоча станція пов'язана з першою. Комунікаційний зв'язок замикається в кільце (рис. 5.2).

Прокладка кабелів від однієї робочої станції до іншої може бути досить складною й коштовною, особливо якщо географічно робочі станції розташовані далеко від кільця (наприклад, у лінію). Повідомлення циркулюють регулярно колом. Робоча станція розсилає за певною кінцевою адресою інформацію, заздалегідь отримуючи з кільця запит. Пересилання повідомлень є дуже ефективним, оскільки більшість повідомлень можна надсилати кабельною системою одне за іншим. Дуже просто можна зробити кільцевий запит на всі станції. Тривалість передачі інформації збільшується пропорційно кількості робочих станцій, що входять до мережі зв'язку.

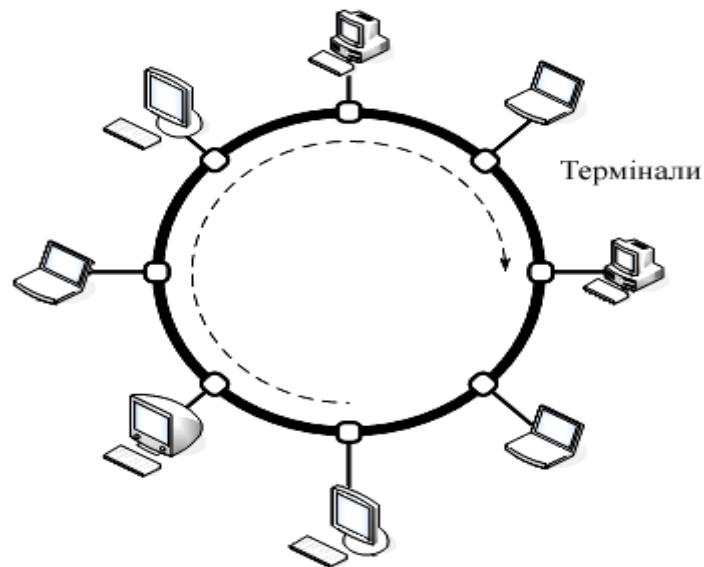


Рис. 5.2. Кільцева топологія мережі

Основна проблема організації кільцевої топології полягає в тому, що кожна робоча станція повинна брати активну участь у пересиланні інформації, й у разі виходу з ладу хоча б однієї з них вся мережа паралізується. Окрім того, ймовірні несправності в кабельних з'єднаннях локалізуються легко. Підключення нової робочої станції вимагає короткого термінового вимкнення мережі, оскільки під час установки кільце має бути розімкнутим. Обмеження на довжину мережі не існує, тому що воно, зрештою, визначається винятково відстанню між двома робочими станціями.

Спеціальною формою кільцевої топології є логічна кільцева мережа. Фізично вона монтується як з'єднання зіркоподібних топологій. Окремі зірки включаються за допомогою спеціальних комутаторів (від англ. *hub* — концентратор). Залежно від кількості робочих станцій і довжини кабелю між робочими станціями застосовують активні або пасивні концентратори. Активні концентратори додатково містять підсилювач для підключення від 4 до 16 робочих станцій. Пасивний концентратор є винятково пристроєм-розгалужувачем (максимум на три робочі станції). Управління окремою робочою станцією в логічній кільцевій мережі відбувається так само, як й у звичайній кільцевій мережі. Кожній робочій станції присвоюється відповідна адреса, за якою передається управління (від старшого до молодшого й від наймолодшого до найстаршого). Розрив з'єднання відбувається тільки для нижчого (найближчого) вузла мережі, так що робота всієї мережі може порушуватися лише зрідка.

Шинна топологія. За умов шинної топології (рис. 5.3) середовище передачі інформації представляється у формі комунікаційного шляху, доступного для всіх робочих станцій, до якого вони всі повинні бути підключені. Усі робочі станції можуть безпосередньо вступати в контакт із будь-якою робочою станцією, наявною в мережі.



Рис. 5.3. Шинна топологія мережі

Робочі станції в будь-який час, без переривання роботи всієї мережі, можуть бути підключені до неї або відключені. Функціонування мережі зв'язку не залежить від стану окремої робочої станції. У стандартній ситуації для шинної мережі Ethernet часто використовують тонкий кабель або Cheapernet-кабель із трійниковим з'єднувачем. Вимикання й особливо підключення до такої мережі вимагають розриву шини, що викликає порушення циркулюючого потоку інформації й зависання системи. Нові технології пропонують пасивні штепсельні коробки, через які можна вимикати й (або) вмикати робочі станції під час роботи мережі.

У мережах зв'язку із прямою (без модуляції) передачею інформації завжди може існувати тільки одна станція, що передає інформацію. Для запобігання колізій у більшості випадків застосовується часовий метод поділу, відповідно до якого для кожної підключеної робочої станції в певні моменти часу надається виключне право на використання каналу передачі. Тому вимоги до пропускної здатності мережі при підвищеному навантаженні знижуються, наприклад, при введенні нових робочих станцій. Робочі станції приєднуються до шини за допомогою пристроїв — точок підключення терміналу TAP (Terminal Access Point), який являє собою спеціальний тип приєднання до коаксіального кабелю.

У мережах із використанням ширококугової передачі інформації різні робочі станції одержують, за необхідності, частоту, на якій ці робочі станції можуть відправляти й одержувати інформацію. Дані, що пересилають, модулюються на відповідних носійних частотах, тобто між середовищем передачі інформації й робочими станціями знаходяться відповідно модеми для модуляції й демодуляції. Техніка ширококугових повідомлень дозволяє одночасно транспортувати в комунікаційному середовищі досить великий обсяг інформації. Для подальшого розвитку дискретного транспортування даних не важливо, яка первісна інформація подана в модем (аналогова або цифрова), оскільки її все одно надалі буде перетворено.

Порівняльну характеристику різних топологій мереж зв'язку наведено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 Порівняльна характеристика різних мережних топологій

Характеристика	Топологія		
	Зірка	Кільце	Шина
Вартість розширення	Незначна	Середня	Середня
Приєднання абонентів	Пасивне	Активне	Пасивне
Захист від відмов	Незначний	Незначний	Високий
Розмір мережі	Будь-який	Будь-який	Обмежений
Захист від прослуховування	Добрий	Добрий	Незначний
Вартість підключення	Незначна	Незначна	Висока
Поводження мережі при високих навантаженнях	Добре	Задовільне	Незадовільне
Можливість роботи в реальному режимі часу	Дуже добра	Добра	Незадовільна
Розведення кабелю	Добре	Задовільне	Добре
Обслуговування	Дуже добре	Середнє	Середнє

Деревоподібна структура мережі. Разом із відомими топологіями мереж — кільце, зірка й шина — на практиці застосовується й комбінована, наприклад, деревоподібна структура мережі (рис. 5.4). Вона створюється переважно у вигляді комбінацій вищезгаданих топологій мереж. Основа дерева мережі зв'язку розташовується в точці (корінь), у якій збираються лінії зв'язку (гілки дерева). Мережі з деревоподібною структурою застосовуються там, де неможливе безпосереднє застосування базових мережних структур у чистому вигляді.

Для підключення великої кількості робочих станцій застосовують мережні підсилювачі й (або) комутатори. Комутатор, що виконує одночасно й функції підсилювача, називають *активним концентратором*. На практиці застосовують два їх основні різновиди, що забезпечують підключення відповідно восьми або шістнадцяти ліній. Пристрій, до якого можна приєднати максимум три станції, називають *пасивним концентратором*, який зазвичай використовують як розгалужувач. Він не потребує наявності підсилювача. Передумовою для підключення пасивного концентратора є те, що максимальна можлива відстань до робочої станції не має перевищувати декількох десятків метрів.

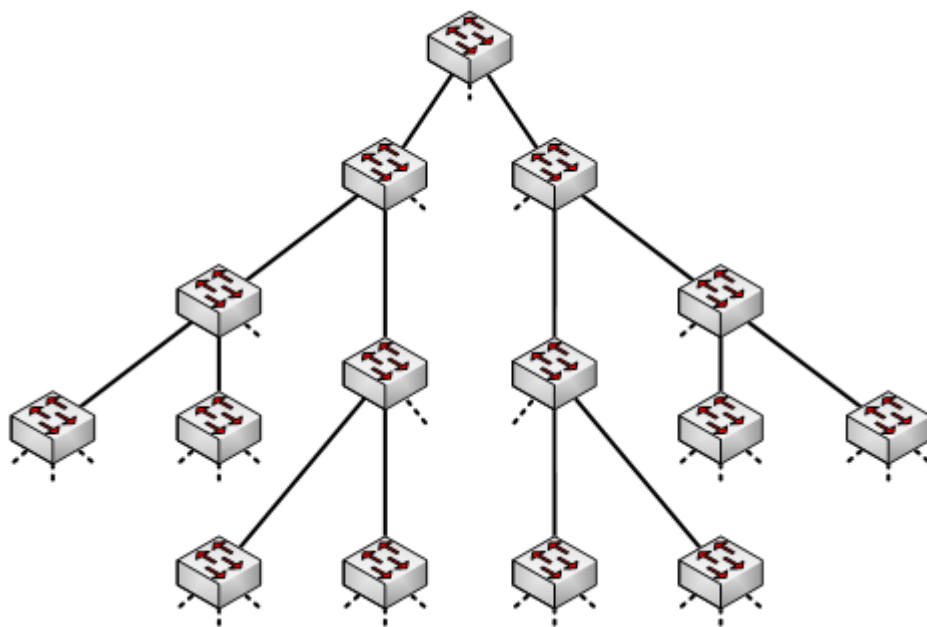


Рис. 5.4. Деревоподібна структура мережі

Мережі можуть бути також змішаної топології, коли окремі фрагменти мережі (підмережі) мають різну топологію.

За сферою використання мережі можуть бути наприклад, банківськими, мережами наукових установ, університетськими мережами.

За формою функціонування можна виділити комерційні мережі (з оплатою за використання обладнання й мережних ресурсів) і безкоштовні мережі, корпоративні (приватні) мережі й мережі загального користування.

За територіальним принципом мережі поділяються:

- на глобальні мережі (Wide Area Network, WAN);
- міські мережі (Metropolitan Area Network, MAN);
- локальні мережі (Local Area Network, LAN).

Глобальна мережа — це територіально-розподілена мережа, що надає свої сервіси великій кількості кінцевих абонентів, які рознесені по великій території (сотні і тисячі кілометрів), як правило, в межах країни, континенту або всієї земної кулі.

Міські мережі об'єднують абонентів, розташованих на значній відстані один від одного (десятки кілометрів). Вони можуть забезпечувати інформаційну взаємодію абонентів усередині великого міста або окремого економічного району.

Локальна мережа об'єднує абонентів, розташованих у межах певної невеликої обмеженої за площею території, за допомогою одного або декількох високошвидкісних каналів передачі цифрової інформації — від 1 до 100 Мбіт/с (на сьогодні вже існують промислові зразки локальних мереж зі швидкостями близько 1 Гбіт/с). Нині відсутні чіткі обмеження на територіальний розкид абонентів локальної мережі. Зазвичай така мережа прив'язана до конкретного місця. До класу локальних мереж зв'язку належать мережі окремих підприємств, фірм, банків, офісів тощо. Протяжність такої мережі можна

обмежити 1—2,5 км. Територіями, що обслуговуються, можуть бути як заводи, судна, літаки, так і установи, університети, коледжі.

Окремо слід відзначити *корпоративні мережі*, які надають послуги тільки користувачам — співробітникам того підприємства, яке користується мережею. На відміну від мереж операторів зв'язку, корпоративні мережі, у загальному випадку, не надають послуг іншим організаціям або користувачам. Для корпоративних мереж, які використовують технології мережі Інтернет, останнім часом все частіше використовується термін *мережа Intranet*. Залежно від масштабу підприємства, а також від складності й різноманіття розв'язуваних завдань розрізняють *мережі відділу*, *мережі кампуса* і *мережі масштабу підприємства*.

Мережі відділів (рис. 5.5) — це мережі, які використовуються порівняно невеликою групою співробітників, що працюють в одному відділі підприємства. Ці співробітники розв'язують певні загальні завдання, наприклад ведуть бухгалтерський облік або займаються маркетингом. Вважається, що відділ може налічувати до 100—150 співробітників.

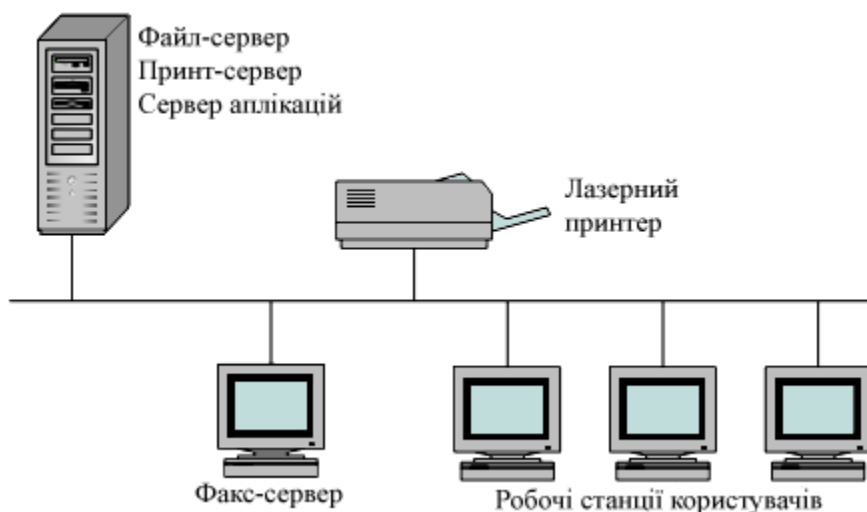
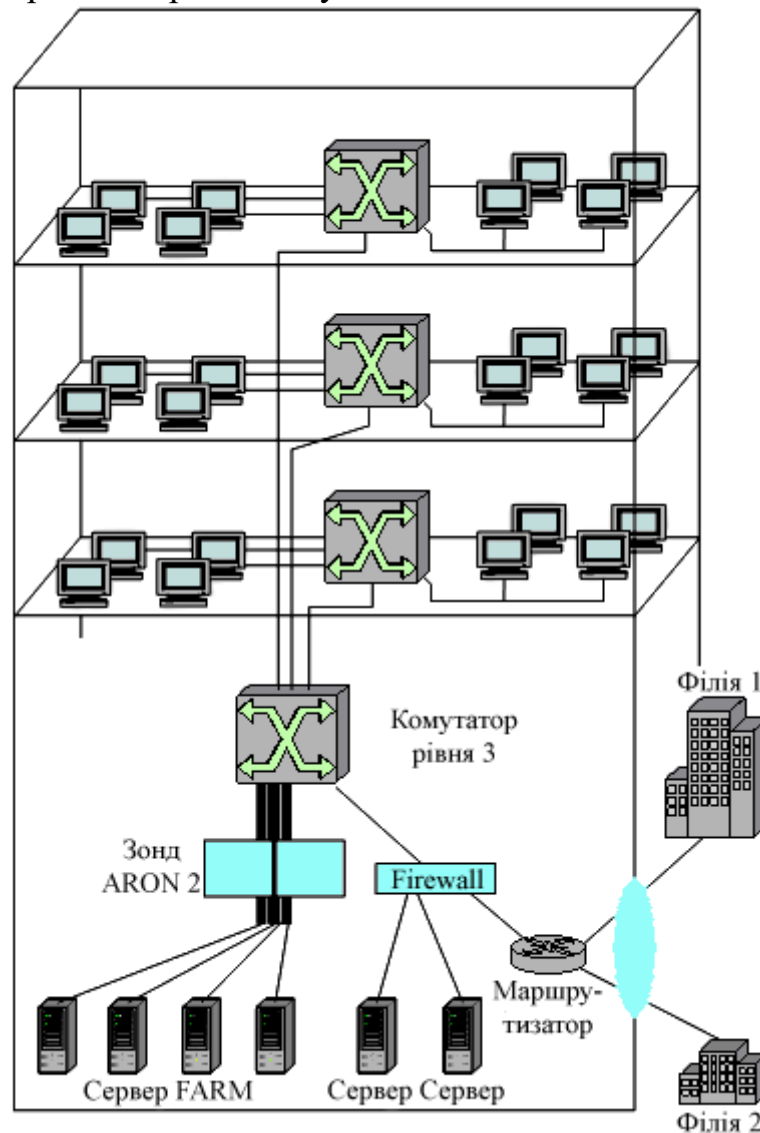


Рис. 5.5. Приклад мережі масштабу відділу

Існує й інший тип мереж, близький до мереж відділів, — *мережі робочих груп*. До таких мереж належать зовсім невеликі мережі, що включають до 10—20 користувачів. Характеристики мереж робочих груп практично не відрізняються від описаних вище характеристик мереж відділів. Такі властивості, як простота мережі й однорідність, тут виявляються найбільшою мірою, тоді як мережі відділів можуть наближатися в деяких випадках до наступного за масштабом типу мереж — *мереж кампусів*.

Мережі кампусів отримали свою назву від англійського слова *campus* — студентське містечко. Нині цю назву не пов'язують із студентськими містечками, а використовують для позначення мереж підприємств і організацій. Мережі кампусів (рис. 5.6) об'єднують безліч мереж різних відділів одного підприємства в межах окремої будівлі або однієї території, що покриває площу в декілька квадратних кілометрів. Служби такої мережі

включають взаємодію між мережами відділів, доступ до загальних баз даних підприємства, факс-серверів, високошвидкісних модемів і високошвидкісних принтерів. У результаті співробітники кожного відділу підприємства дістають доступ до деяких файлів і ресурсів мереж інших відділів. Мережі кампусів забезпечують доступ до корпоративних баз даних незалежно від того, на яких типах комп'ютерів вони розташовуються.



Мережні технології

Ethernet

На даний момент це найпопулярніша мережева технологія у всьому світі. У розвиток мережної технології Ethernet створені високошвидкісні варіанти: **Ieee802.3u/Fast Ethernet** і **Ieee802.3z/Gigabit Ethernet**. Основна топологія, яка використовується в локальних мережах Fast Ethernet і Gigabit Ethernet — пасивна зірка.

1. Мережева технологія Fast Ethernet забезпечує швидкість передачі 100 Мбіт/с.

2. Мережна технологія локальних мереж Gigabit Ethernet — забезпечує швидкість передачі 1000 Мбіт/с.

Локальні мережі Fast Ethernet і Gigabit Ethernet сумісні з локальними мережами, виконаними за технологією (стандарту) Ethernet, тому легко і просто сполучати сегменти Ethernet, Fast Ethernet і Gigabit Ethernet в єдину обчислювальну мережу.

Token-Ring

Мережеві інформаційні технології даного типу використовуються для створення розділяється середовища передачі даних, яка в кінцевому підсумку утворюється як об'єднання всіх вузлів в одне кільце. Будується дана технологія на зірково-кільцевій топології. Перша йде як основна, а друга — додаткова. Щоб отримати доступ до мережі, застосовується маркерний метод. Максимальна довжина кільця може становити 4 тисячі метрів, а кількість вузлів — 260 штук. Швидкість передачі даних при цьому не перевищує 16 Мбіт/секунду.

ArcNet

Цей варіант використовують топологію шина і пасивна зірка. При цьому він може будуватися на неекранованій кручений парі і оптоволоконном кабелі.

ArcNet — це справжній старожил у світі мережевих технологій. Довжина мережі може досягати 6000 метрів, а максимальна кількість абонентів — 255. При цьому слід зазначити основний недолік цього підходу — його низьку швидкість передачі даних, яка становить тільки 25 Мбіт/секунду. Але ця мережева технологія все ще широко використовується. Це відбувається завдяки її високій надійності, низькій вартості адаптерів і гнучкості. Мережі і мережні технології, побудовані за іншими принципами, можливо, і володіють більш високими показниками швидкості, але саме через те, що ArcNet забезпечує високу доходимість даних, це дозволяє нам не скидати її з рахунків. Важливою перевагою даного варіанту є те, що використовується метод доступу за допомогою передачі повноважень.

FDDI

Мережеві комп'ютерні технології даного виду є стандартизованими специфікаціями архітектури високошвидкісної передачі даних, що використовує оптоволоконні лінії. На FDDI значним чином вплинули ArcNet і Token-Ring. Тому цю мережеву технологію можна розглядати як вдосконалений механізм передачі даних на підставі наявних напрацювань. Кільце цієї мережі може досягати в довжину сто кілометрів. Незважаючи на значну відстань, максимальна кількість абонентів, які можуть підключитися до неї, становить лише 500 вузлів. Слід зазначити, що FDDI вважається високонадійною завдяки наявності основного та резервного шляхів передачі даних. Додає їй популярність і можливість швидко передавати дані — приблизно 100 Мбіт/секунду.

2. Технологія АТМ.

Пристрої АТМ встановлюють зв'язок між собою і передають дані по віртуальних каналах зв'язку, які можуть бути тимчасовими або постійними. Постійний канал зв'язку - це шлях, по якому передається інформація. Він завжди залишається відкритим незалежно від трафіку. Тимчасові канали створюються на вимогу і, як тільки передача даних закінчується, закриваються.

Із самого початку АТМ проектувався як система комутації за допомогою віртуальних каналів зв'язку, які забезпечують наперед специфікований рівень якості сервісу (Quality of Service - QoS) і підтримують постійну або змінну швидкість передачі даних. Модель QoS дозволяє додаткам запитати гарантовану швидкість передачі між приймачем і джерелом, не звертаючи уваги на те, наскільки складний шлях між ними. Кожен АТМ - комутатор, зв'язуючись з іншим, вибирає такий шлях, який гарантує потрібну додатком швидкість.

Якщо система не може задовольнити запит, то вона повідомляє про це додатку. Правда, існуючі протоколи передачі даних і додатку не мають ніякого поняття про QoS, так що це ще одна відмінна властивість, яку ніхто не використовує.

Завдяки наявності таких корисних властивостей АТМ нікого не дивує загальне бажання продовжувати вдосконалювати цей стандарт. Але поки існуючі реалізації устаткування досить обмежені первинним підходом, який орієнтувався на інші, некомп'ютерні, завдання.

Наприклад, АТМ не має вбудованої системи широкомовного сповіщення (це характерно для АТМ, є ідея, але немає стандарту). І хоча широкомовні повідомлення - одвічний головний біль для будь-якого адміністратора, в деяких випадках вони просто необхідні. Клієнт, який шукає сервер, повинен мати можливість розіслати повідомлення "Де сервер?", що б потім, одержавши відповідь, направляти свої запити вже безпосередньо за потрібною адресою.

Форум АТМ спеціально розробив специфікації для емуляції мережі - LAN emulation (LANE). LANE перетворює "точка-точка"-орієнтовану АТМ мережу в звичайну, де клієнти і сервери бачать її як нормальну широкомовну мережу, що використовує протокол IP (а скоро і IPX). LANE складається з чотирьох різних протоколів: протоколу конфігурації сервера (LAN emulation configuration service - LECS), протоколу сервера (LAN emulation server - LES), протоколу загального віщання і невідомого сервера (Broadcast and Unknown Server - BUS) і протоколу клієнта (LAN emulation client - LEC).

Коли клієнт за допомогою LANE намагається підключитися до мережі АТМ, то спочатку він використовує протокол LECS. Оскільки АТМ не підтримує широкомовних повідомлень, форум АТМ виділив спеціальну адресу LECS, яку ніхто інший вже не використовує. Посилаючи повідомлення за цією адресою клієнт одержує адресу відповідного йому LES. Рівень LES забезпечує необхідні функції ELAN (emulated LAN). З їх допомогою клієнт може одержати адресу BUS-сервісу і послати йому повідомлення

"підключився такий-то клієнт", щоб потім BUS рівень міг, одержуючи повідомлення, переслати його всім клієнтам, що реєструються.

Для того, щоб використовувати не ATM протоколи, необхідно використовувати LEC. LEC працює як конвертор, емулюючи звичайну топологію мережі, яку має на увазі IP. Оскільки LANE тільки моделює Ethernet, то він може усунути деякі старі технологічні помилки. Кожен ELAN може використовувати різні розміри пакетів. ELAN, який обслуговує станції, підключені за допомогою звичайного Ethernet, використовує пакети розміром 1516 байт, тоді як ELAN, що забезпечує зв'язок між серверами може посилати пакети по 9180 байт. Всім цим управляє LEC.

LEC перехоплює широкомовні повідомлення і посилає їх BUS. Коли BUS одержує таке повідомлення, то посилає його копію тому, що реєструється в LEC.

Так, ATM - складна технологія і поки його використання обмежує LANE. Все це сильно стримує широке розповсюдження даного стандарту. Правда, існує обґрунтована надія, що він дійсно застосовуватиметься, коли з'являться додатки, які зможуть скористатися перевагами ATM безпосередньо.

ATM - даною аббревіатурою може позначатися технологія асинхронної передачі даних (Asynchronous Transfer Mode), а не тільки Adobe Type Manager або Automaton Teller Machine, що багатьом може здатися звичнішим. Дану технологію побудови високошвидкісних обчислювальних мереж з комутацією пакетів характеризує унікальна масштабованість від невеликих локальних мереж швидкостями обміну 25-50 Мбіт/сек до трансконтинентальних мереж.

Як передавальне середовище використовується або вита пара (до 155 Мбіт/сек) або оптоволокну.

Загальні характеристики ATM:

1.Лінії зв'язку – оптичні, локальні і довгі. Довгі лінії можуть бути виділеними (орендованими) та комутаційними.

2.Забезпечення паралельної передачі. Кожний вузол може мати виділене з'єднання з будь-яким іншим вузлом.

3.Робота завжди на максимальній швидкості.

4.Використання пакетів фіксованої довжини - по 53 байти.

5.Корекція помилок і маршрутизації на апаратному рівні (частково завдяки фіксованому розміру комірок).

6.Одночасна передача даних, відеоінформації та голосу. Фіксований розмір комірок забезпечує рівномірний голосовий потік.

7.Легкість балансування завантаження. Комутація пакетів дозволяє при необхідності підвищення пропускної можливості встановити множину віртуальних ланцюгів між передатчиком та приймачем.

Переваги ATM:

ATM комбінує мультиплексацію і комутацію пакетів в одному універсальному методі передачі даних. Він підтримує передачу даних в локальних мережах, а також передачу голосової і відеоінформації. Так як чарунки мають невеликий розмір, вони обробляються швидко. Затримка на

перемикання пакетів невелика. Це має важливе значення для передачі мови і відео, які дуже залежать від часу.

АТМ – це транспортний протокол, який працює на підрівні MAC рівня зв'язку даних. Завдяки цьому він може працювати над багатьма топологіями фізичного рівня, на відміну від FDDI (Fiber Distributed Data Interface – використовується для міжмережної передачі даних, використовує топологію подвійного кільця). АТМ не базується на якомусь конкретному протоколі. Він може відображати будь-який вид пакету в 53-байтову комірку і передавати її по кабелю або глобальній мережі.

АТМ може використовуватися в якості фізичного носія для організації глобальних мереж SONET, які телефонні компанії використовують в телефонних лініях і мережних комунікаціях. Стандарт АТМ не обмежений швидкістю передачі як FDDI (працює зі швидкістю 100 Мбіт/с). Малий розмір комірок не потребує спеціальної обробки як в FDDI.

Головний **недолік** мереж з технологією АТМ складається в їхній повній несумісності з жодною з наявних мереж. Плавний перехід на АТМ у принципі неможливий, потрібно міняти відразу все встаткування, а вартість його поки що дуже висока. Правда, роботи із забезпечення сумісності ведуться, знижується й вартість устаткування. Тим більше що завдань по передачі зображень по комп'ютерних мережах стає усе більше й більше. Технологія АТМ ще в недалекому минулому вважалася перспективною й універсальною, здатною потіснити звичні локальні мережі. Однак у даний момент внаслідок успішного розвитку традиційних локальних мереж застосування АТМ обмежене тільки глобальними й магістральними мережами.

Технологія АТМ ще в недалекому минулому вважалася перспективною й універсальною, здатною потіснити звичні локальні мережі. Однак у даний момент внаслідок успішного розвитку традиційних локальних мереж застосування АТМ обмежене тільки глобальними й магістральними мережами.

АТМ є розвитком STM (Synchronous Transfer Mode), технології передачі пакетованих даних і мови на великі відстані, традиційно використовуваної для побудови телекомунікаційних магістралей і телефонної мережі. Тому перш за все ми розглянемо STM.

Технологія АТМ спочатку розглядалася виключно як спосіб зниження телекомунікаційних витрат, можливість використання в ЛОМ (локально - обчислювальна мережа) просто не бралася до уваги. Більшість широкосмугових застосувань відрізняються вибуховим характером трафіку. Високопродуктивні додатки типу ЛОМ клієнт-сервер вимагають високій швидкості передачі в активному стані і практично не використовують мережу в решту часу. При цьому система знаходиться в активному стані (обмін даними) достатньо малий час. Навіть у тих випадках, коли користувачам реально не потрібна забезпечувана мережею смуга, традиційні технології ЛОМ все одно її виділяють. Отже, користувачам доводиться платити за зайву смугу. Переклад розподілених мереж на технологію АТМ дозволяє позбавитися від таких непотрібних витрат. Комітети із стандартизації

розглядали вирішення для забезпечення недорогих широкосмугових систем зв'язку на початку 80-х років. Важливе те, що метою цього розгляду було застосування принципів комутації пакетів або статистичного мультиплексування, які так ефективно забезпечують передачу даних, до систем передачі інших типів трафіку. Замість виділення спеціальних мережевих ресурсів для кожного з'єднання мережі з комутацією пакетів виділяють ресурси по запитах (сеансові з'єднання). Оскільки для кожного з'єднання ресурси виділяються тільки на час їх реального використання, не виникає великих проблем із-за спаду трафіку. Проблема, проте, полягає в тому, що статистичне мультиплексування не забезпечує гарантованого виділення смуги для додатків. Якщо безліч користувачів одночасно захочуть використовувати мережеві ресурси, комусь може просто не вистачити смуги. Таким чином, статистичне мультиплексування, вельми ефективне для передачі даних (де не потрібно забезпечувати гарантовану незначну затримку), виявляється малопридатним для систем реального часу (передача голосу або відео). Технологія АТМ дозволяє вирішити цю проблему.

Проблема затримок при статистичному мультиплексуванні пов'язана зокрема з великим і непостійним розміром передаваних по мережі пакетів інформації. Можлива затримка невеликих пакетів важливої інформації із-за передачі великих пакетів малозначимих даних. Якщо невеликий затриманий пакет виявляється частиною слова з телефонної розмови або multimedia-презентації, ефект затримки може виявитися вельми істотним і помітним для користувача. З цієї причини багато фахівців вважають, що статистичне мультиплексування кадрів даних дає дуже сильне тремтіння із-за варіації затримки (delay jitter) і не дозволяє передбачити час доставки. З цієї точки зору технологія комутації пакетів є абсолютно неприйнятною для передачі трафіку типу голосу або відео. АТМ вирішує цю проблему за рахунок ділення інформації будь-якого типу на невеликі комірки фіксованої довжини. У мережах АТМ дані повинні вводитися у формі комірок або перетворюватися в комірки за допомогою функцій адаптації. Мережі АТМ складаються з комутаторів, сполучених транковими каналами АТМ. Краєві комутатори, до яких підключаються призначені для користувача пристрої, забезпечують функції адаптації, якщо АТМ не використовується аж до призначених для користувача станцій. Інші комутатори, розташовані в центрі мережі, забезпечують перенесення комірок, розділення транків і розподіл потоків даних. У точці прийому функції адаптації відновлюють з комірок початковий потік даних і передають його пристрою-одержувачеві, як показано на рис.5.6.

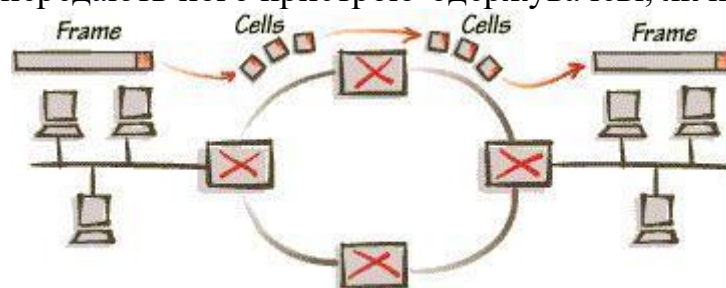


Рис. 5.6 Адаптація АТМ

Передача даних в коротких комірках дозволяє АТМ ефективно управляти потоками різної інформації і забезпечує можливість пріоритизації трафіку. Хай два пристрої передають в мережу АТМ дані, терміновість доставки яких розрізняється (наприклад, голос і трафік ЛОМ). Спочатку кожен з відправників ділить передавані дані на комірки. Навіть після того, як дані від одного з відправників прийматимуться в мережу, вони можуть чергуватися з терміновішою інформацією. Чергування може здійснюватися на рівні цілих комірок і малі розміри останніх забезпечують у будь-якому випадку нетривалу затримку. Таке рішення дозволяє передавати терміновий трафік практично без затримок, припиняючи на цей час передачу некритичній до затримок інформації. В результаті АТМ може забезпечувати ефективну передачу всіх типів трафіку.

Навіть при чергуванні і пріоритизації осередків в мережах АТМ можуть наступати ситуації насичення пропускнуої спроможності. Для збереження мінімальної затримки навіть в таких випадках АТМ може відкидати окремі комірки при насиченні. Реалізація стратегії відкидання комірок залежить від виробника устаткування АТМ, але в загальному випадку зазвичай відкидаються комірки з низьким пріоритетом (наприклад, дані) для яких досить просто повторити передачу без втрати інформації. Комутатори АТМ з розширеними функціями можуть при відкиданні комірок, що є частиною великого пакету, забезпечити відкидання і комірок, що залишилися, з цього пакету - такий підхід дозволяє додатково понизити рівень насичення і позбавитися від зайвого об'єму повторної передачі. Правила відкидання комірок, затримки даних і тому подібне визначаються набором параметрів, званою якістю обслуговування (Quality of Service) або QOS. Різним застосуванням потрібний різний рівень QOS і АТМ може забезпечити цей рівень.

Оскільки комірки, що приходять з різних джерел, можуть містити голос, дані і відео, потрібно забезпечити незалежний контроль для передачі всіх типів трафіку. Для вирішення цього завдання використовується концепція віртуальних пристроїв. Віртуальним пристроєм називається зв'язаний набір мережевих ресурсів, який виглядає як реальне з'єднання між користувачами, але насправді є частиною устаткування, що розділяється безліччю користувачів. Для того, щоб зробити зв'язок користувачів з мережами АТМ якомога ефективнішою, віртуальні пристрої включають призначене для користувача устаткування, засоби доступу в мережу і власне мережу АТМ. У заголовку АТМ віртуальний канал позначається комбінацією два полів - VPI (ідентифікатор віртуального шляху) і VCI (ідентифікатор віртуального каналу). Віртуальний шлях застосовується в тих випадках, коли 2 користувачі АТМ мають свої власні комутатори на кожному кінці шляху і можуть, отже, організовувати і підтримувати свої віртуальні з'єднання. Віртуальний шлях нагадує канал, що містить безліч кабелів, по кожному з яких може бути організоване віртуальне з'єднання.

Оскільки віртуальні пристрої подібні реальним, вони також можуть бути "виділеними" або "комутованими". У мережах АТМ "виділені" з'єднання

називаються постійними віртуальними пристроями (PVC), що створюються за угодою між користувачем і оператором (подібно до виділеної телефонної лінії). Комутовані з'єднання ATM використовують комутовані віртуальні пристрої (SVC), які встановлюються шляхом передачі спеціальних сигналів між користувачем і мережею. Протокол, використовуваний ATM для управління віртуальними пристроями подібний до протоколу ISDN. Варіант для ISDN описаний в стандарті Q.931, ATM - в Q.2931.

Віртуальні пристрої ATM підтримуються за рахунок мультиплексування трафіку, що істотно знижує витрати на організацію і підтримку магістральних мереж. якщо в одному з віртуальних пристроїв рівень трафіку невисокий, інший пристрій може використовувати частину вільних можливостей. За рахунок цього забезпечується високий рівень ефективності використання пропускної спроможності ATM і знижуються ціни. Невеликі комірки фіксованої довжини дозволяють мережам ATM забезпечити швидку передачу критичного до затримок трафіку (наприклад, голосового). Крім того, фіксований розмір комірки забезпечує практично постійну затримку, дозволяючи емулювати пристрою з фіксованою швидкістю передачі типу T1E1. Фактично, ATM може емулювати всі типи сервісу, що існують сьогодні.

Дослідження застосування оптоволоконних каналів в трансокеанських і трансконтинентальних масштабах виявили ряд особливостей передачі даних різних типів. У сучасних комунікаціях можна виділити два типу запитів:

1. передача даних, стійких до деяких втрат, але критичним можливих затримкам (наприклад, сигнали телебачення високої чіткості і звукова інформація);
2. передача даних, не дуже критичних до затримок, але що не допускають втрат інформації (цей тип передачі, як правило, відноситься до міжкомп'ютерних обмінів).

Передача різномірних даних приводить до періодичного виникнення запитів на обслуговування, що вимагають великої смуги пропускання, але при малому часі передачі. Вузол, деколи, вимагає пікової продуктивності каналу, але відбувається це відносно рідко, займаючи, скажімо, одну десяту часу. Для такого виду каналу реалізується одне з десяти можливих з'єднань, на чому, природно, втрачається ефективність використання каналу. Було б чудово, якби існувала можливість передати тимчасово невживаний слот іншому абоненту. На жаль, в рамках моделі STM це неможливо.

Модель ATM була узята на озброєння одночасно AT&T і декількома європейськими телефонними гігантами. (До речі, це може привести до появи відразу двох стандартів на специфікацію ATM.)

Головна ідея полягала в тому, що необхідності в жорсткій відповідності з'єднання і номера слота немає. Досить передавати ідентифікатор з'єднання разом з даними на будь-який вільний слот, зробивши при цьому пакет настільки маленьким, щоб у разі втрати втрата легко заповнювалася б. Все це неабияк змахує на комутацію пакетів і навіть називається схоже: "швидка комутація коротких пакетів фіксованої довжини". Короткі пакети вельми

привабливі для телефонних компаній, прагнучих зберегти аналогові лінії STM.

У мережі АТМ два вузли знаходять один одного по "віртуальному ідентифікатору з'єднання" (Virtual Circuit Identifier - VCI), використовуваному замість номерів слота і обойми в моделі STM. Швидкий пакет передається в такий же слот, як і раніше, але без яких-небудь вказівок або ідентифікаторів.

АТМ - єдина мережева технологія, що спочатку розроблялася для підтримки звичайного трафіку TCP і UDP разом з трафіком реального часу. Проте орієнтація на АТМ означає або створення нової мережевої інфраструктури для трафіку реального часу, або заміну наявної конфігурації на базі IP, причому обидві альтернативи обійдуться недешево.

АТМ — це метод передачі інформації між пристроями в мережі маленькими пакетами фіксованої довжини, що називаються комірками (cells). Фіксація розмірів комірки має ряд істотних переваг у порівнянні з пакетами змінної довжини. По-перше, комірки фіксованої довжини вимагають мінімальної обробки при операціях маршрутизації у комутаторах. Це дозволяє максимально спростити схемні завдання комутаторів при високих швидкостях комутації. По-друге, усі види обробки комірок у порівнянні з обробкою пакетів змінної довжини значно простіші, тому що зникає необхідність в обчисленні довжини комірки. По-третє, при застосуванні пакетів змінної довжини передача довгого пакета даних могла б викликати затримку видачі в лінію пакетів зі звуком або відео, що призвело б до їхнього викривлення.

Формування комірки

Для кожного класу сервісу встановлені протокольні блоки даних PDU (Protocol Data Unit), які є блоками даних для комірок. Кожний PDU містить 48 октетів – груп по 8 біт (разом 48 байт), що використовуються для заголовку, кінця і власне даних (Payload в термінології АТМ). Інші 5 октетів комірки (разом 5 байт) складають заголовок АТМ. В нього входять 4 біта загального керування потоком, 8 біт ідентифікатора віртуального шляху VPI (Virtual Path Identifier), 16 біт ідентифікатора віртуального каналу VCI (Virtual Channel Identifier), 3 біта вказівника типу даних (Payload Type), 1 біт CLP (Cell Loss Priority) та 8 біт HEC (Header Error Control). Біт CLP визначає можливість відкидання даної комірки у випадку напруженого рівня трафіку.

Розмір осередку в 48 байт плюс п'ятибайтовий заголовок є причиною того, що тільки 90,5% пропускнуої смуги витрачається на передачу корисної інформації. Таким чином, реальна швидкість передачі даних - всього лише 140 Мбіт/с. І це без урахування накладних витрат на установку зв'язки і інші службові взаємодії між різними рівнями протоколів - BUS і LECS.

3. Мережа FDDI

Свою назву мережі FDDI одержали від Fiber distributed data interface (Оптоволоконний інтерфейс розподілених даних). З метою широкого впровадження високошвидкісних каналів передачі даних у 1985 р. комітетом X3T9.5 Американського інституту національних стандартів (ANSI) був розроблений стандарт на оптоволоконний інтерфейс розподілених даних. Хоча цей стандарт офіційно називається стандартом ANSI X3T9.5, за ним закріпилася назва FDDI. Згодом стандарт FDDI був прийнятий як міжнародний стандарт ISO 9314.3 метою підвищення ефективності передачі цифрових, звукових і відео даних реального часу в 1986 р. розробили стандарт FDDI II.

Слід підкреслити, що основна увага при розробленні стандарту приділялася питанням підвищення продуктивності і надійності мережі. Перше завдання вирішувалося за рахунок використання високошвидкісних (100 Мбіт/с) оптоволоконних каналів передачі даних і удосконалених протоколів доступу до передавального середовища. Так, на відміну від Ethernet, тут застосовується детермінований метод доступу, який виключає можливість конфліктів. У свою чергу, мережі FDDI застосовується більш ефективний, порівняно із стандартом IEEE 802.5, метод передачі даних, званий раннім звільненням маркера — ETR (Early token Release). У мережі Token Ring маркер передається після підтвердження одержання даних, а в мережі FDDI станція, що передала дані, звільняє маркер, не чекаючи повернення свого кадру даних. Маркер надходить до наступної станції, дозволяючи їй передавати інформацію. Тобто у мережі FDDI одночасно може циркулювати декілька пакетів даних, переданих різними станціями.

Висока надійність мережі забезпечується здатністю мережі до динамічної реконфігурації своєї структури за рахунок використання подвійного кільця передачі даних і спеціальних процедур керування конфігурацією. Конфігурація змінюється шляхом обходження або ізоляції несправної ділянки мережі. Для реалізації цих можливостей визначається два типи станцій (адаптерів):

- одинарна станція (Single station) — станція з одним портом вводу-виводу для підключення оптоволоконного кабелю, за допомогою якого може бути утворене тільки одне кільце;
- подвійна станція (Dual station) — станція з двома портами вводу-виводу оптоволоконного каналу зв'язку, за допомогою яких утворюється два кільцевих тракту передачі сигналів.

Як правило, подвійні станції використовуються для утворення магістрального тракту передачі даних, а одинарні — для радіального підключення абонентських систем (комп'ютерів).

У FDDI широко використовуються концентратори, які, як і станції, можуть бути з одним або з двома портами вводу-виводу для підключення до магістрального каналу. Подвійні концентратори використовуються на магістральній ділянці мережі, а одинарні концентратори підтримують деревоподібну структуру мережі. Підключення абонентських систем до

концентраторів може здійснюватись як за допомогою оптоволоконних каналів, так і за допомогою витих пар провідників. У першому випадку проміжною ланкою виступають одинарні станції. В другому випадку — спеціальний адаптер, подібний до адаптера мережі стандарту IEEE 802.5. Широкий набір пристроїв різних типів дозволяє підтримувати мережеві структури з різною топологією, від простої кільцевої до складної деревовидно-кільцевої.

Як і більшість стандартів на локальні комп'ютерні мережі, FDDI визначає два нижніх рівні еталонної моделі OSI. На підрівні LLC FDDI використовує стандарт IEEE-802.2, що забезпечує сумісність мережі цього типу з іншими локальними мережами. На підрівні MAC FDDI можна розглядати як подальший розвиток стандарту IEEE-802.5 на шляху підвищення ефективності використання передавального середовища і розширення функціональних можливостей передачі інформації. При цьому факультативні можливості стандарту IEEE-802.5 з організації багаторівневої пріоритетної схеми керування доступом і режим раннього звільнення маркера переведені до розряду обов'язкових.

Стандартом визначено два режими передачі даних: синхронний і асинхронний. У синхронному режимі станція при кожному надходженні маркера може передавати дані упродовж певного часу, незалежно від часу появи маркера. Цей режим звичайно використовується для додатків, чутливих до часових затримок, наприклад у системах оперативного керування та ін.

В асинхронному режимі тривалість передачі інформації пов'язана з приходом маркера і не може продовжуватися довше визначеного часу. Якщо до зазначеного моменту часу маркер не з'явився, передача асинхронних даних взагалі не провадиться. В асинхронному режимі додатково встановлюється декілька (до семи) рівнів пріоритету, для кожного з яких установлюється свій граничний час передачі інформації.

2. Мережа 100VG-AnyLAN.

Мережа 100VG-AnyLAN є локальною комп'ютерною мережею деревоподібної топології. Як проміжні вузли мережі використовуються концентратори (повторювачі), а кінцевими вузлами (абонентськими системами) є робочі станції і сервери. Для підтримки багаторівневої структури концентратори мають порти двох видів:

- порти спадних зв'язків, які використовуються для підключення пристроїв нижчих рівнів; до цих портів можуть підключатися як кінцеві вузли, так і концентратори;
- порти висхідних зв'язків, призначені для підключення до концентратора більш високого рівня. Залежно від місця розташування, концентратор може бути кореневим або концентратором рівня, на якому він розташований. Як і для більшості сучасних локальних комп'ютерних мереж, специфікаціями стандартів мережі 100VG-AnyLAN визначаються каналний і фізичний рівні еталонної моделі OSI. На підрівні LLC використовується стандарт IEEE 802.2. Підрівень MAC і фізичний рівень визначаються за допомогою спеціально розробленого стандарту IEEE 802.12. Кожний з цих рівнів розбитий на два

підрівня. Фізичний рівень включає підрівень передачі фізичних сигналів, призначений для полегшення схемної інтеграції з каналним рівнем. Цей підрівень є незалежним від фізичного середовища і часто називається PMI (Physical Medium Independent). Підрівень модуля сполучення з середовищем у значній мірі залежний від характеру фізичного середовища і має іншу назву — PMD (Physical Medium Dependent).

Відповідно, на фізичному рівні визначаються:

- інтерфейс, незалежний від середовища (МИ), розташований між підрівнями PMI і PMD;
- інтерфейс, залежний від середовища (MDI), який є фізичним інтерфейсом з передавальним середовищем.

На фізичному рівні технологія мережі IOOVG-AnyLAN підтримує стандарти, прийняті в мережах Ethernet 10Base-T і Token Ring, що забезпечує можливість експлуатації існуючих кабельних інфраструктур цих мереж. Як передавальне середовище використовуються:

- неекранований кабель категорій 3, 4 і 5 (чотири витих пари);
- екранований кабель (дві виті пари);
- оптоволоконний кабель.

Канальний рівень складається з підрівнів LLC і MAC.

Як уже зазначалося, керування логічним каналом визначається стандартом IEEE 802.2, що дозволяє на цьому рівні забезпечити сумісність мережі IOOVG-AnyLAN з іншими локальними мережами, зокрема з Ethernet і Token Ring.

Підрівень LLC визначає два класи керування передачею:

- Class I, що підтримує передачу даних у режимі без встановлення з'єднання і підтвердження прийому;
- Class II, який визначає режим передачі даних із встановленням з'єднання.

Підрівень MAC включає протокол пріоритетів запитів DPP і визначає функції з підготовки каналу передачі даних і формування кадру даних.

Функції підрівня MAC в проміжних і кінцевих вузлах є різними. Зокрема, на кінцевому вузлі здійснюється:

- приєднання властивих підрівню полів до кадру перед пересиланням його на фізичний рівень;
- перевірка наявності помилок передачі в отриманих кадрах даних;
- ініціалізація керування для підрівня передачі фізичних сигналів;
- вилучення властивих підрівню полів після одержання кадру на фізичному рівні до пересилання його на мережевий рівень.

Швидка комутація пакетів. У мережах з комутацією пакетів функції комутації виконуються спеціальними комутаційними ЕОМ, що утворюють в мережі вузли (центри) комутації пакетів. У КК традиційних мереж пакетної комутації (мереж Х.25) пакети обробляються в багатопрограмному режимі в основному одним процесором. Швидка комутація пакетів (БКП) характеризує наступне покоління мереж з комутацією пакетів - мереж АТМ і відрізняється тим, що за рахунок використання в КК багатопроцесорних комутаційних систем (комутаторів АТМ) з численними входами і виходами в них

забезпечується паралельна обробка великої кількості одночасно комутованих пакетів (осередків АТМ). Метод БКП є найбільш досконалим методом комутації пакетів, що забезпечує за рахунок паралельної обробки осередків високу продуктивність КК.

Метод БКП може використовуватися в комутаційних системах КК як з електронними, так і з оптичними комутаторами.

Комутаційні системи БКП діляться на три типи:

- * Комутатори з колективною пам'яттю
- * Комутатори із загальною середовищем;
- * Комутатори з просторовим розділенням.

Незалежно від типу комутатора на його входах і виходах встановлюються контролери. У функції вхідних контролерів (ВГК) входять демультимплексирование вхідних потоків осередків, що надходять по вхідних заголовка, що визначає маршрут її руху всередині комутатора. Осередок ліній зв'язку, і введення в кожен клітинку деякого, доповнена таким заголовком, називається швидким пакетом (БП). Вихідний контролер (ВихК) пересилає БП з виходу комутаційної системи в вихідну лінію зв'язку, здійснюючи мультимплексування. При цьому в БП видаляється додатковий заголовок - і БП перетворюється знову в клітинку. Для уникнення втрати БП в разі виникнення конфлікту (дві та більше осередків направляються до одного і того ж виходу) контролери можуть містити вхідні і вихідні буферні пристрої, що запам'ятовують (БЗП).

самостійне завдання № 5.

1. Вивчити питання лекції.
2. Виконати порівняльну оцінку технологій за показниками ефективності мереж доступу за завданням лабораторного заняття № 1.

Література:

6. Гніденко М.П., Вишнівський В.В., Серих С.О., Зінченко О.В., Прокопов С.В. Конвергентна мережна інфраструктура. – Навчальний посібник. – Київ: ДУТ, 2019. – 179 с.
7. Соколов В. Ю. Інформаційні системи і технології : Навч. посіб. К.: - ДУІКТ, 2010. - 138 с.
8. Воробієнко П.П. Телекомунікаційні та інформаційні мережі: Підручник [для вищих навчальних закладів] / П.П. Воробієнко, Л.А. Нікітюк, П.І. Резніченко. – К.: САММІТ-Книга, 2010. – 708 с.
9. Олифер Виктор, Олифер Наталия. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. (Учебник для вузов). — ISBN 978-5-496-01967-5. 5-е изд. — СПб.: Питер, 2016. — 992 с.
10. Сосновский О.А. Телекоммуникационные системы и компьютерные сети. – Минск: БГЭУ, 2007.-176с.