

ЗМІСТ

Вступ.....	4
ФУНКЦІОНАЛЬНА ПОБУДОВА І ІНТЕРФЕЙСИ.....	5
1. Ввідна лекція	5
1.1 Термінологія і тлумачення	5
1.2 Модель цифрового каналу зв'язку	5
1.3 Структура курсу	6
2. Функціональна схема.....	7
2.1 Структурна схема, яка прийнята в стандарті GSM.....	7
2.2 Система комутації	7
2.3 Три види інтерфейсів GSM	8
3. Зони обслуговування.....	9
3.1 Класифікація зон обслуговування	9
3.2 Система нумерації мережі GSM	9
3.3 Кодування голосу в мережі	10
ХАРАКТЕРИСТИКИ І ТЕХНОЛОГІЇ ГЛОБАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ	12
4. Базові технології.....	12
4.1 Огляд технологій.....	12
4.2 Служби розподілених мереж.....	12
4.3 Провайдери послуг розподілених мереж	13
5. Пристрої розподілених мереж	13
5.1 Канали розподілених мереж.....	13
5.2 Стандарти сигналізації і швидкості передачі в розподілених мережах.....	13
5.3 Пристрої розподілених мереж	14
6. Розподілені мережі і еталонна модель OSI.....	14
6.1 Фізичний рівень розподіленої мережі	14
6.2 Канальний рівень OSI розподіленої мережі	14
6.3 Формати інкапсуляції фреймів в розподілених мережах	15
7. Фундаментальні типи каналів	15
7.1 Виділені лінії	16
7.2 Комутація пакетів.....	16
7.3 Комутація каналів	17
7.4 Висновки до тематичного модуля 2	18
ПРИНЦИП ОРГАНІЗАЦІЇ І ПРОЕКТУВАННЯ ГЛОБАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ІНФРАСТРУКТУР	19
8. База даних	19

8.1	Моделі даних	19
8.2	Етапи проектування	20
9.	Аналіз вимог	20
9.1	Характеристики обміну даними в розподіленій мережі.....	20
9.2	Інтеграція локальних і розподілених мереж.....	21
10.	Перший етап проектування	21
10.1	Вихідні дані.....	21
10.2	Збір вимог замовника.....	22
10.3	Аналіз вимог	22
11.	Форматування інформаційних інфраструктур	23
11.1	Метод синтезу глобальної мережі	23
11.2	3-рівнева ієрархічна модель	23
11.3	1-рівнева глобальна мережа	24
11.4	Аналіз і оптимізація мережі	24
11.5	Протокол Frame Relay і канали ISDN в розподіленій мережі.....	24
ВИДІЛЕНИЙ КАНАЛ		26
12	Протокол точка-точка	26
12.1	Загальні відомості щодо протоколу PPP	26
12.2	Установка сеансу зв'язку в протоколі PPP	27
13	Перевірка автентичності сеансу PPP	27
13.1	Протокол PAP	27
13.2	Протокол CHAP	28
Висновки до тематичного модуля 4		28
ЦИФРОВА МЕРЕЖА ІНТЕГРОВАНИХ ПОСЛУГ		30
14.	Загальні відомості щодо мережі ISDN	30
14.1	Загальні відомості щодо мережі	30
14.2	Основні пристрої мережі ISDN	31
15.	Стандарти мережі ISDN.....	32
15.1	Стандарти міжнародного союзу електрозв'язку.....	32
15.2	Інкапсуляція	33
16.	Застосування ISDN в ГП.....	33
16.1	Інтерфейс базової швидкості і первинної швидкості	33
16.2.	Установки параметрів конфігурації ISDN	34
Висновки до тематичного модуля 5		34
ПРОТОКОЛ РЕТРАНСЛЯЦІЇ КАДРІВ		35
17.	Загальні відомості про протокол ретрансляції кадрів	35
17.1	Огляд протоколу.....	35
17.2	Функціонування протоколу Frame Relay	36

17.3 Формат кадру протоколу Frame Relay.....	36
18. Реалізація протоколу ретрансляції кадрів в маршрутизаторах.....	37
18.1 Формат LMI-фрейма	37
18.2 Додаткові функції інтерфейсу LMI	37
19. Завдання конфігурації протоколу ретрансляції кадрів в маршрутизаторах.....	38
19.1 Установка базової конфігурації мережі	38
19.2 Тестування	39
20. Моніторинг стану і майбутнє глобальних інформаційних інфраструктур.....	39
20.1 Перевірка наявності мапи відображення	39
20.2 Перевірка зв'язку з маршрутизатором центрального сайту	40
20.3 Установка конфігурації часткових інтерфейсів	40
Висновки до тематичного модуля 6	41
ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК	43
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	44

Вступ

Дисципліна вивчається на п'ятому курсі студентами, які готуються за напрямом «Телекомунікації».

ФУНКЦІОНАЛЬНА ПОБУДОВА І ІНТЕРФЕЙСИ

1. Ввідна лекція

1.1 Термінологія і тлумачення

У назві дисципліни є одне поняття – інфраструктура, яке вимагає визначення. Слово це має англійське походження і пояснено в книзі «Словарь активного усвоения лексики английского языка – М.: Рус. Яз., 1988 – 710с.

Infrastructure – the system which supports the operation of an organization: the country's transport infrastructure (=its roads, railways, ets.).

Таким чином, глобальна інформаційна інфраструктура – це система каналів зв'язку, які підтримують роботу глобальної інформаційної мережі.

Interface: The common boundary between two associated systems (source: ITU-T I.112).

Інтерфейс: спільна межа між двома зв'язаними системами (джерело: СЕКТОР СТАНДАРТИЗАЦІЇ МІЖНАРОДНОГО СОЮЗУ ЕЛЕКТРОЗВ'ЯЗКУ I.112).

1.2 Модель цифрового каналу зв'язку

Всі цифрові мережі зв'язку будуються на основі цифрового каналу. Теоретичні основи цифрового каналу зв'язку були закладені в сорокові роки 20-го століття К.Е. Шеноном в його прославленій роботі «Математична теорія зв'язку» [1948].

З рідкісною інтуїцією Клод Шенон відчув, що надійний цифровий зв'язок каналами і максимально ефективно перетворення аналогових сигналів в цифрову форму – два аспекти однієї проблеми і, отже, допускають загальний опис і майже однакоє розв'язання.

Це рішення, за суттю, з'явилося вже в основоположній роботі Шенона. Наступні десятиліття цілий ряд дослідників був зайнятий уточненням і прикрашенням теорії і перекладом її на мову практичних розробок; їх зусилля супроводив розвиток технології, необхідної для реалізації продиктованих теорією методів і алгоритмів.

Джерело 1 моделюється як випадковий генератор даних, або як підготовлений до передавання стохастичний сигнал. Модуль кодування джерела 2 здійснює відображення виходу джерела 1 в дискретну послідовність. Відображення, яке здійснюється модулем кодування 2, може бути взаємно однозначним, якщо саме джерело 1 має дискретний вихід.

На деякий час замінимо канал 4 з модулем кодування 3 і декодування 5 безпосереднім з'єднанням, так званим каналом без шуму. Якщо відображення модуля кодування 2 джерела взаємно однозначне, то модуль декодування джерела 6 надає одержувачу інформацію, в точності співпадаючу із створеною джерелом 1. При цьому модуль декодування 6 здійснює тільки зворотне відображення.

Отже, призначення пари модуль кодування декодування джерела полягає в мінімальному представленні виходу джерела. Мірою стиснення даних, що досягається, служить швидкість, виражена числом символів в одиницю часу, які необхідні для повного представлення і подальшого відновлення декодером вихідної послідовності джерела. Мінімальна швидкість, з якою послідовність стохастичного дискретного джерела може бути передана по каналу без шуму з подальшим точним відновленням, пов'язана з основним параметром стохастичного джерела, званим ентропією.

Запровадивши при кодуванні в каналі достатню, але обмежену надмірність, декодером каналу можна відновити вхідну послідовність з будь-якою бажаною точністю.

Міра надмірності, що вводиться, визначається швидкістю, рівною числу дискретних символів в одиницю часу на вході модуля кодування і на виході модуля декодування каналу.

Головний результат роботи Шенона полягає в тому, що якщо швидкість на вході модуля кодування каналу не перевищує деякої межі, яка визначається пропускною спроможністю каналу, то існують такі операції кодування і декодування, які при досить довгих послідовностях можуть забезпечити асимптотичне безпомилкове відновлення вхідної послідовності. Пропускна спроможність – основний параметр каналу, яка є функцією від умовного розподілу ймовірності в каналі.

З теорії кодування джерела і теорії кодування в каналі витікає, що якщо мінімальна швидкість, при якій дискретна послідовність джерела може бути однозначно представлена модулем кодування джерела, менше максимальної швидкості, при якій вихідна послідовність каналу може бути безпомилково відновлена декодером каналу, то система може передати цифрові дані від джерела 1 до одержувача 7 з скільки завгодно великою точністю. Це справедливо і для аналогових джерел з тією різницею, що при певних допустимих похибках, які задають мінімальну швидкість джерела, ця швидкість повинна бути менше згаданої максимальної швидкості каналу.

Математична теорія зв'язку майже із самого початку одержала назву теорії інформації. І хоча один з аспектів вказаної теорії пов'язаний з визначенням інформації і з'ясуванням її сенсу з позицій інженера, до головних досягнень теорії слід віднести з'ясування можливостей і обмежень систем цифрового зв'язку у формі, корисній для інженера-зв'язківця.

1.3 Структура курсу

В першому тематичному модулі розглядається функціональна побудова, інтерфейси, характеристики і технології глобальної інформаційної інфраструктури мережі мобільного зв'язку стандарту GSM.

В другому тематичному модулі узагальнюється функціональна побудова, інтерфейси, характеристики і технології глобальної інформаційної інфраструктури.

Разом перший та другий тематичний модулі входять до складу першого залікового модуля.

Третій тематичний модуль присвячений розгляду всіх життєвих циклів глобальної системи.

У четвертому тематичному модулі детально розглянуті виділені канали на прикладі протоколу PPP. Описані основні компоненти, процеси і операції, що визначають функціонування протоколу точка-точка (Point-to-Point Protocol, PPP).

Комутовані канали розглядаються в п'ятому тематичному модулі. Опис служб, стандартів, компонентів, принципу дії і конфігурації цифрової мережі інтегрованих служб є прикладом комутації каналів.

Аналогічний опис протоколу ретрансляції кадрів представляє комутацію пакетів. Завершує дисципліну докладний опис правил експлуатації цих каналів (Integrated Services Digital Network ISDN & Frame Relay).

2. Функціональна схема

2.1 Структурна схема, яка прийнята в стандарті GSM

Кожна мобільна станція MS має свій ідентифікаційний міжнародний номер мобільного абонента (International Mobile Subscriber Identity – IMSI), записаний в модуль ідентифікації абонента (Subscriber Identity Mobile – SIM). Кожній MS привласнюється ще один міжнародний ідентифікаційний номер (International Mobile Station Equipment Identity — IMEI), який використовується для виключення доступу до мереж GSM викрадених станцій, або станцій, які не володіють такими повноваженнями.

2.2 Система комутації

Устаткування системи базових станцій BSS складається з контролерів (Base Station Controller – BSC) і базових приймально-передавальних станцій (Base Transceiver Station – BTS). Одна базова приймально-передавальна станція обслуговує один частотний канал і 8 часових інтервалів. Один контролер BSC може управляти декількома станціями BTS.

BSC – Base Station Controller – контролер базової станції;

BTS – Base Transceiver Station – базова приймально-передавальна станція;

MS – Mobile Station – мобільна станція;

MSC – Mobile Switching Center – центр комутації рухомого зв'язку;

PSTN – Public Switched Telephone Network – телефонна мережа загального користування;

PDN – Public Data Networks – мережа передавання даних загального користування;

ISDN – Integrated Services Digital Network – цифрова мережа інтегрального обслуговування;

HLR – Home Location Register – домашній реєстр місцеположення;

VLR – Visitor Location Register – гостьовий реєстр місцеположення;
AUC – Authentication Center – центр підтвердження автентичності;
EIR – Equipment Identity Register – реєстр ідентифікації устаткування;
ADC – Administration Center – адміністративний центр;
NMC – Network Management Center – центр управління мережею;
OMC – Operations and Maintenance Center – центр управління і обслуговування.

Устаткування підсистеми комутації SSS має наступні елементи:
центр комутації (Mobile Switching Center – MSC);
домашній реєстр (Home Location Register – HLR);
гостьовий реєстр (Visitor Location Register – VLR);
центр підтвердження автентичності (Authentication Center – AUC) та реєстр ідентифікації устаткування (Equipment Identity Register – EIR).

2.3 Три види інтерфейсів GSM

В системах GSM існують три види інтерфейсів:

для з'єднання із зовнішніми мережами;
між різним устаткуванням мережі GSM;
між GSM і зовнішнім устаткуванням (рекомендація GSM 03.02).

Перший вид інтерфейсу:

- ✚ а) інтерфейс з мережею PSTN. Здійснюється центром MSC по каналу 2Мбіт/с відповідно до протоколу SS№7. Електричні характеристики відповідають рекомендації ITU-T G.732;
- ✚ б) інтерфейс з мережею ISDN. Для з'єднання застосовують чотири лінії зв'язку 2Мбіт/с, які підтримують протокол SS№7 і відповідають рекомендаціям ITU-T Q.700;
- ✚ в) з міжнародними мережами GSM. Здійснюється на підставі протоколів управління з'єднаннями (Signalling Connection Control Part – SCCP) між шлюзами мережної комутації рухомого зв'язку (Gateway Mobile-services Switching Centre – GMSC).

Внутрішні GSM-інтерфейси:

- ✚ інтерфейс А – між центром MSC і системою BSS, забезпечує передачу сигналів для управління системою BSS, передачу виклику, управління пересуванням, об'єднує канали зв'язку SS№7 і відповідає специфікації GSM 08.XX;
- ✚ інтерфейс В – між центром MSC і реєстром HLR, який поєднаний з реєстром VLR;
- ✚ інтерфейс С – між центром MSC і реєстром HLR;
- ✚ інтерфейс D – між реєстрами HLR і VLR, використовується для розширення обміну даними про положення мобільної станції MS і управління процесом зв'язку;
- ✚ інтерфейс Е – між центрами комутації MSC, забезпечує взаємодію між різними MSC при здійсненні процедури

- естафетної передачі (hand over), тобто передачі абонента із зони в зону при пересуванні в процесі сеансу зв'язку, без її перерви;
- ✚ інтерфейс А-bis – між станцією BTS і контролером BSC, визначений для процесів встановлення з'єднання і управління устаткуванням, передача виконується потоком 2Мбіт/с, можливий фізичний інтерфейс 64кбит/с;
 - ✚ інтерфейс О – між контролером BSC і центром ОМС, що здійснюється за протоколом X.25;
 - ✚ внутрішній інтерфейс контролеру BSC – зв'язок між устаткуванням базових станцій, устаткуванням кодування, використовується імпульсно-кодова модуляція 2,048Мбіт/с, дозволяє організувати з чотирьох каналів 16 кбит/с канал – 64 кбит/с;
 - ✚ інтерфейс Um – між станціями MS і BTS (рекомендації GSM 04.XX, GSM 05.XX);
 - ✚ мережний інтерфейс між центрами ОМС та мережею, інтерфейс визначений рекомендаціями GSM 12.01.

Третій вид – інтерфейси між мережею GSM і зовнішнім устаткуванням:

- ✚ інтерфейс між центром комутації MSC і сервіс центром (Service Centre – SC) потрібен для реалізації служби передачі коротких повідомлень (GSM 03.40, 3GPP TS 23.040);
- ✚ інтерфейс до іншого центру ОМС. Кожен ОМС повинен з'єднуватися з іншими центрами ОМС, які управляють мережами в інших регіонах або іншими мережами.

3. Зони обслуговування

3.1 Класифікація зон обслуговування

Зони обслуговування глобальної інфраструктури:

- ✚ антени (Cell);
- ✚ зона місцезнаходження або пошуку (Location Area);
- ✚ зона обслуговування центру комутації рухомого зв'язку MSC (MSC Service Area);
- ✚ зона обслуговування національної телефонної мережі (PLMN Service Area);
- ✚ зона обслуговування глобальної телефонної мережі мобільного зв'язку (GSM Service Area).

3.2 Система нумерації мережі GSM

Такий похід до функціональної організації визначає і систему нумерації мережі GSM. Враховуючи, що стільникових телефонних мереж GSM (1) може забезпечити зв'язок MS з стаціонарними абонентами PSTN (ISDN), а через неї і

з абонентами інших мереж електрозв'язку, вона повинна входити в загальний план нумерації стаціонарної PSTN відповідно до рекомендацій МККТТ E. 164.

При цьому номер рухомої станції в загальному плані нумерації MSISDN (Mobile Station ISDN Number) містить: код країни, код мережі, номер абонента. Для України буде представлений як +380677237551. Проте телефонні мережі GSM є мережею виділеного персонального зв'язку і може об'єднувати мережі різних країн. Тому відповідно до рекомендацій GSM в межах мережі GSM прийнята єдина нумерація, і при реєстрації абоненту привласнюється єдиний міжнародний номер IMSI, довжина якого не повинна перевищувати 15 цифр. Структура номера IMSI аналогічна структурі номера MSISDN, але під код країни в мережі GSM відводяться 3 цифри; під код мережі 1-2 цифри; під номер абонента максимум 11 цифр.

Крім того, виникає проблема при маршрутизації вхідних викликів в MSC від стаціонарної телефонної мережі через те, що MS, вільно переміщаючись, може змінювати зони обслуговування. Унаслідок чого, у відмінності від стаціонарних телефонних мереж, в обліковому номері (MSISDN, IMSI) не може бути закладений код логічного напрямку зв'язку, що однозначно визначає MSC, в зоні обслуговування якого в даний момент знаходиться MS. Щоб забезпечити можливість маршрутизації, кожен MSC (VLR) має в своєму розпорядженні сукупність номерів MSRN, які на вимогу надаються головному MSC (якщо система включає більш одного MSC) тільки на час маршрутизації виклику до конкретного MSC. Враховуючи це, номер MSRN на відміну від номера MSISDN містить не номер абонента, а номер, що ідентифікує MSC. У MSC (VLR) виділений номер MSRN ставиться в однозначну відповідність з номером IMSI тієї MS, що викликається. Для визначення зони пошуку (місцезнаходження) в мережі GSM використовується номер LAI, що відрізняється від номера IMSI тим, що тут замість номера абонента указується код зони місцезнаходження.

Крім вказаних номерів в мережі GSM використовується номер, що визначає елементи в межах зони місцезнаходження CGI, і номер (код), що визначає базову станцію BSIC. Разом з розглянутими номерами, використовуваними в процесі маршрутизації викликів, стандартом GSM передбачені номер для ідентифікації устаткування IMEI і тимчасовий номер абонента TMSI, використовуваний для забезпечення конфіденційності. Номер IMEI включає коди типу устаткування і заводу, який його виготовляє, серійний номер. Номер TMSI визначається адміністрацією мережі, і його довжина повинна складати не більше 4 байт.

3.3 Кодування голосу в мережі

Кодове перетворення засноване на використанні особливостей голосових органів людини.

По суті справи голосові зв'язки людини генерують частоту, яка далі модулюється горлом і ротом, як фільтром. Знаючи в кожен момент часу частоту і параметри фільтру, можна відновити вихідний сигнал.

Враховуючи особливості голосових органів людини, можна вважати, що за невеликий проміжок часу (10-30мс) вони не змінюють свого стану, тобто залишаються постійними частота і параметри фільтру. Отже, якщо брати відрізки мовного сигналу по 20мс, визначати частоту основного тону і параметри фільтру мовного тракту, то по ним легко можна відновити вихідний сигнал.

Так, наприклад, при кодуванні з лінійним прогнозуванням визначається і передається наступна інформація: параметри моделі мовного тракту; признак збудження; період основного тону; коефіцієнт посилення.

ХАРАКТЕРИСТИКИ І ТЕХНОЛОГІЇ ГЛОБАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ІНФРАСТРУКТУРИ

4. Базові технології

4.1 Огляд технологій

Розподілена мережа є мережею передачі даних, сфера дії якої тягнеться за межі локальної мережі.

Однією з відмінностей розподіленої мережі від локальної є те, що для використання розподіленої мережі потрібно укласти договір із зовнішнім провайдером таким, наприклад, як регіональна дирекція підприємства Укртелеком.

Це дозволяє в розподіленій мережі скористатися послугами мережевих провайдерів (carrier network services).

У розподіленій мережі використовуються канали передавання даних, такі як інтегровані служби цифрових мереж (Integrated Services Digital Network, ISDN) і ретрансляція фреймів Frame Relay, що надається мережевими провайдерами, для отримання доступу до виділеної смуги пропускання в межах області дії розподіленої мережі.

Розподілені мережі звичайно передають дані різних типів, такі як звук, цифрові дані і відео.

В 1983 році робота в продовж 6 років Міжнародної організації з стандартизації (International Standards Organization, ISO) щодо еталонної моделі архітектури мережі передавання даних була закінчена та був оприлюднений міжнародний стандарт ISO7498.

Технології розподілених мереж функціонують на трьох нижніх рівнях еталонної моделі OSI.

4.2 Служби розподілених мереж

Найчастіше використовуються такі служби розподілених мереж, як телефонний зв'язок і передача даних.

Ці служби функціонують на ділянці між точкою присутності (point of presence, POP) і телефонною станцією (Central Office) провайдера.

Три типи провайдерів послуг:

- ✚ Служба виклику (call setup). Ця служба встановлює і припиняє зв'язок між користувачами телефонів. Для установки виклику найчастіше використовується система сигналізації номер 7 (Signaling System 7 – SS7), яка передає і приймає телефонні управляючі повідомлення і сигнали на шляху від точки передачі до пункту призначення.
- ✚ Служба часового мультиплексування (Time-division multiplexing, TDM). Для передачі інформації від багатьох джерел використовується смуга пропускання фіксованої ширини в одному і тому ж передавальному середовищі. Здійснюючи

мультиплексування потоків даних у фіксований часовий проміжок, TDM дозволяє уникнути перевантаження пристроїв і зміни значень затримки. Канали TDM використовуються базовою телефонною службою і ISDN.

- ✚ Служба Frame Relay являється статистичною службою мультиплексування, на відміну від TDM, вона використовує ідентифікатори 2-го рівня і постійні віртуальні канали.

4.3 Провайдери послуг розподілених мереж

Стационарне устаткування користувача. Пристрої, фізично розташовані в приміщеннях користувача. Вони включають як пристрої, що належать споживачу, так і пристрої, орендовані у провайдера. Customer's Premises Equipment, CPE.

Комутатор телефонної станції. Комутуючий пристрій, який є найближчим до точки присутності для служби провайдера розподіленої мережі. CO switch.

На ділянці користувача основна взаємодія відбувається між устаткуванням терміналу даних (data terminal equipment, DTE) і кінцевим устаткуванням каналу (data circuit-terminating equipment, DCE).

Звичайно DTE це маршрутизатор, а DCE це пристрій, який використовується для перетворення даних користувача з форми, використовуваної DCE у форму, відповідну пристрою служби розподіленої мережі.

В якості DCE може застосовуватися приєднаний модем (modem), модуль обслуговування каналу/модуль обслуговування даних CSU/DSU (channel service unit/data service unit) або термінальний адаптер/мережне закінчення 1 (terminal adapter/network terminator 1 TA/NT1).

5. Пристрої розподілених мереж

5.1 Канали розподілених мереж

Відрізок шляху між двома DTE називають каналом, ланцюгом або лінією.

Спочатку DCE забезпечує інтерфейс для доступу DTE до каналу середовища розподіленої мережі.

Інтерфейс DTE/DCE виступає як межа, на якій відповідальність за передачу потоку даних переходить від передплатника розподіленої мережі до провайдера.

Віртуальний канал (virtual circuit) створюється для забезпечення надійного зв'язку між двома пристроями мережі.

У протилежність каналу типу " точка-точка ", він є не фізичний, а логічний ланцюг.

Існують два типу віртуальних каналів: комутовані віртуальні канали (switched virtual circuit) і постійні віртуальні канали (permanent virtual circuit).

5.2 Стандарти сигналізації і швидкості передачі в розподілених мережах

У провайдера розподіленої мережі можна замовити канали з різною швидкістю передачі даних, яка вимірюється в бітах в секунду (біт/с).

Ця швидкість визначає, як швидко дані передаватимуться розподіленою мережею.

Наприклад у США ширина смуги пропускання звичайно регламентується Північноамериканською класифікацією цифрових ліній (North American Digital Hierarchy), яку приведено в таблиці.

5.3 Пристрої розподілених мереж

- ✚ Маршрутизатори, що виконують різноманітні функції, зокрема, регулювання мережевих процесів і управління портами інтерфейсів.
- ✚ Комутатори, що здійснюють передачу голосових, цифрових і відеосигналів в межах смуги пропускання розподіленої мережі.
- ✚ Модеми, які реалізують інтерфейс для служб голосових даних. Модеми включають пристрої CSU/DSU і TA/NT1, що підтримують інтерфейс із службами ISDN.
- ✚ Комунікаційні сервери, основним завданням яких є установка і відключення зв'язку з користувачем.

6. Розподілені мережі і еталонна модель OSI

6.1 Фізичний рівень розподіленої мережі

Стандарти розподілених мереж звичайно описують як методи доставки фізичного рівня, так і вимоги каналного рівня, включаючи адресацію, управління потоком і інкапсуляцію.

Інкапсуляція (encapsulation). У мережному контексті – розміщення даних в пакеті або фреймі деякого протоколу. Протоколи фізичного рівня розподіленої мережі описують роботу служб розподілених мереж, що здійснюють електричні, механічні, операційні і функціональні з'єднання.

Розподілені мережі вимагають наявності з'єднання, яке забезпечується провайдером комунікаційної служби (таким, наприклад, як Укртелеком), іншим провайдером таким, наприклад, як провайдер послуг Internet або агенцією пошти, телеграфу і телефону (post, telegraph and telephone agency, РТТ).

Протоколи фізичного рівня EIA / TIA

Протоколи фізичного рівня ITU-T

6.2 Канальний рівень OSI розподіленої мережі

Виділений канал типу точка-точка. Вибір протоколів інкапсуляції Cisco HDLC, PPP, LARV залежить від технології розподіленої мережі і від типу устаткування, що здійснює зв'язок

Комутація пакетів. Вибір протоколів IETF ретрансляції кадрів: X.25; Frame Relay; SMDS; залежить від технології розподіленої мережі і від типу устаткування, що здійснює зв'язок

Комутація каналів. ISDN D-канал LAPD; ISDN B-канал PPP.

Протокол типу «точка-точка». Описується специфікацією RFC 1661; був розроблений IETF. У заголовку міститься спеціальне поле протоколу, в якому вказується тип протоколу мережевого рівня.(Point-to-Point, PPP).

Збалансований протокол доступу до каналу. Цей протокол використовується в мережах з комутацією пакетів для інкапсуляції пакетів на 2 рівні стека X.25. Він також може бути використаний в каналі типу точка-точка у разі, коли канал має невисоку надійність або має внутрішню затримку, наприклад, в супутникових каналах. Протокол LAPB забезпечує високу надійність передачі і управління потоком на основі з'єднання типу точка-точка.(Link Access Procedure, Balanced, LAPB).

Управління каналом передавання даних високого рівня. Не дивлячись на відповідність стандарту ISO, різні типи протоколів HDLC придбані у різних виробників, можуть виявитися несумісними один з одним, оскільки кожен виробник може вибирати свій спосіб реалізації цього протоколу. Протокол HDLC підтримує обидві конфігурації: точка-точка і багато точкову конфігурацію. (High-Level Data Link Control, HDLC).

OSI

6.3 Формати інкапсуляції фреймів в розподілених мережах

Кожен тип з'єднання при передачі даних каналами розподіленої мережі використовує для інкапсуляції протокол 2-го рівня.

Для того, щоб бути упевненим в правильності протоколу, використовуюваного для інкапсуляції, необхідно задати тип конфігурації 2-го рівня для кожного послідовного інтерфейсу маршрутизатора.

Вибір протоколу інкапсуляції залежить від використовуваної технології розподіленої мережі і від типу комунікаційного устаткування.

Протоколи HDLC і PPP це два типу протоколів інкапсуляції, які можна використовувати для з'єднань, які наведені в даній темі.

Для забезпечення спільної роботи версій програм, придбаних у різних виробників, протокол PPP використовує декілька додаткових протоколів:

- 1) протокол LCP для узгодження взаємодії на основній лінії;
- 2) сімейство мережевих протоколів управління, для узгодження індивідуальних протоколів 3-го рівня і їх IP-опцій (таких, як IP-протокол управління, IP Control Protocol, IPCP) і інших опцій, таких як стиснення даних.

При узгодженні параметрів каналу PPP спочатку вибирається протокол управління каналом, а потім додаткові мережеві протоколи управління.

7. Фундаментальні типи каналів

7.1 Виділені лінії

Виділені лінії, також звані орендованими лініями (leased lines), забезпечують постійне користування службою.

Вони звичайно використовуються для передачі цифрових даних, голосових даних і, іноді, відеоданих.

При проектуванні мережі передачі даних виділені лінії звичайно забезпечують базове або магістральне з'єднання між основними ділянками або сайтами.

Використання виділених ліній вважається основним варіантом при проектуванні розподілених мереж.

7.2 Комутація пакетів

Комутація пакетів є такий метод комутації в розподілених мережах, при якому мережеві пристрої спільно використовують окремий канал типу точка-точка для транспортування пакетів від джерела до адресата через мережу-носії. Як приклад технологій з комутацією пакетів можна привести Frame Relay, SMDS, X.25.

Комутовані мережі можуть переносити фрейми (пакети) змінного розміру або комірки постійного розміру.

Найбільш типовим прикладом мережі з комутацією пакетів є мережа, що використовує протокол Frame Relay.

Протокол Frame Relay був розроблений для роботи у високошвидкісних і надійних каналах передачі даних.

Така постановка задачі привела до того, що цей протокол не володіє могутніми засобами для пошуку помилок і має невисоку надійність; для вирішення цих задач використовуються протоколи верхніх рівнів.

Проектування розподіленої мережі з використанням Frame Relay може чинити дію на роботу протоколів верхнього рівня, таких як IP, IPX і AppleTalk, зокрема, на розщеплювання горизонту.

Протокол Frame Relay називається технологією множинного доступу без ширококомовлення, оскільки в ньому відсутній можливості ширококомовлення.

Широкомовні повідомлення передаються цим протоколом шляхом розсилки індивідуальних пакетів всім пунктам призначення.

Frame Relay визначає з'єднання між користувачем DTE і провайдером DCE. Звичайно DTE є маршрутизатор, а DCE це комутатор Frame Relay. В даному випадку DTE і DCE відносяться не до фізичного рівня, а до каналного. Frame Relay забезпечує доступ з швидкостями 56Кбіт/с, 64Кбіт/с або 1,544 Мбіт/с.

Використання Frame Relay являється ефективною у фінансовому відношенні альтернативою проектуванню каналів точка-точка. Кожна ділянка може бути з'єднана із будь-якою іншою за допомогою віртуального каналу. Кожному маршрутизатору потрібен тільки один фізичний інтерфейс до провайдера. Протокол Frame Relay звичайно реалізується у вигляді послуги, що

надається провайдером, але він може також бути використаний для приватних мереж.

Ретрансляція фреймів звичайно здійснюється через постійні віртуальні канали. Як канал передачі даних, канал PVC володіє невисокою надійністю.

Ідентифікатор каналу з'єднання (data-link connection identifier, DLCI) використовується для вказівки конкретного постійного віртуального каналу.

Номер DLCI являється локальним ідентифікатором в середовищі між DTE і DCE. Він описує логічний зв'язок між пристроями відправника і одержувача.

Угода про DLCI визначає узгоджену швидкість передачі інформації (committed information rate), що надається провайдером і вимірюється в бітах в секунду.

Це швидкість, з якою комутатор Frame Relay зобов'язується передавати дані.

7.3 Комутація каналів

Комутація каналів є метод комутації в розподілених мережах, при якому виділена фізична лінія встановлюється, підтримується і ліквідується для кожного сеансу зв'язку через мережу-носій.

Цей тип комутації широко використовується мережами телефонних компаній і діє багато в чому аналогічно звичайному телефонному виклику. Прикладом комутації ліній може служити протокол ISDN.

З'єднання з комутацією каналів встановлюються при необхідності і звичайно не вимагають великої смуги пропускання.

З'єднання, що побудовані на основі звичайних телефонних служб без ущільнення, як правило, використовують обмежену ширину смуги в 28,8 Кбіт/с, а з'єднання протоколу ISDN обмежені швидкостями від 64 до 128Кбіт/с.

Комутація каналів використовується в першу чергу для з'єднання віддалених і мобільних користувачів з корпоративною локальною мережею.

З'єднання з комутацією каналів також використовуються як запасні лінії для високошвидкісних каналів, таких як Frame Relay і виділені лінії.

Маршрутизація з підключенням за запитом (dial-on demand, DDR) це режим роботи, при якому маршрутизатор може динамічно ініціювати і закривати сеанси з комутацією каналів в той час, коли це потрібно передавальним прикінцевим станціям.

Коли маршрутизатор отримує потік даних, спрямований у віддалену мережу, створюється канал і потік прямує ним звичайним шляхом.

Особливі точки інтерфейсу ISDN:

- ✚ Інтерфейс S/T, який є інтерфейс між TE1 і NT використовується також як інтерфейс від термінального адаптера до NT
- ✚ R- інтерфейс є інтерфейс між TE2 і TA
- ✚ Під U розуміється дводротовий інтерфейс між NT і середовищем ISDN

Два види служб ISDN

Мають два види служб ISDN: інтерфейс базової швидкості (Basic Rate Interface, BRI) і інтерфейс первинної швидкості передачі даних (Primary Rate Interface, PRI).

BRI працює головним чином з використанням витих мідних пар телефонних дротів, вже встановлених на даний момент. BRI розділяє загальну ширину смуги пропускання 144 Кбіт/с на три канали. два з цих каналів, званих В-каналами (bearer channel, канал-носій), працюють із швидкістю 64 Кбіт/с і використовуються для передачі голосових повідомлень або для передачі цифрових даних. Третій канал, званий D-каналом (delta channel) є сигнальний канал із смугою 16 Кбіт/с і використовується для передачі інструкцій, які вказують телефонній мережі режим роботи з кожним з В-каналів BRI часто позначають як 2B+1. Протокол ISDN розглядається детальніше у модулі 5.

7.4 Висновки до тематичного модуля 2

Розподілені мережі використовуються для зв'язку між собою локальних мереж, що знаходяться на значних відстанях одна від одної. (2)

Розподілена мережа забезпечує шлях передачі даних між маршрутизаторами і локальними мережами, які обслуговуються кожним з цих маршрутизаторів.

Абонентам розподіленої мережі надаються різні види послуг, при цьому абонент повинен знати, як дістати доступ до служби провайдера глобальної інформаційної інфраструктури.

Пристрої розподілених мереж включають комутатори, модеми і термінальні адаптери ISDN

Розподілені мережі функціонують головним чином на фізичному і канальному рівнях еталонної моделі OSI

Для інкапсуляції в розподілених мережах використовуються формати протоколів PPP і HDLC

У розподілених мережах використовуються такі типи каналів, як виділені лінії для з'єднання типу “ точка-точка ”, з'єднання з комутацією пакетів (такі як Frame Relay) і з'єднання з комутацією каналів (такі як DDR і ISDN)

ПРИНЦИП ОРГАНІЗАЦІЇ І ПРОЕКТУВАННЯ ГЛОБАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ІНФРАСТРУКТУР

8. База даних

8.1 Моделі даних

Ієрархічна (деревовидна) модель даних

Дерево є ієрархією елементів, званих вузлами. На найвищому рівні ієрархії існує тільки один вузол - корінь. Кожен вузол, окрім кореня, пов'язаний тільки з одним вузлом на вищому рівні, який називається початковим(батьківським) вузлом для даного вузла. Кожен елемент може бути пов'язаний з одним або декількома елементами на нижчому рівні, які називаються породженими(ДОЧІРНИМИ)

Якщо у відношенні між даними народжений елемент має більше одного початкового елемента, то це відносини вже не можна описати як деревовидну або ієрархічну структуру. Його описують у вигляді мережевої структури, в якій будь-який елемент може бути пов'язаний з будь-яким іншим елементом. Будь-яка мережева структура може бути приведена до простішого вигляду введенням надмірності.

Бадам даних постійно загрожує небезпека стать громіздкими і вельми складними системами. Нові додатки породжують новий вигляд запитів користувачів до БД, які збільшує набір логічних зв'язків між її елементами. Представлення даних у вигляді дерев і мережевих структур в загальному випадку перешкоджає багатьом змінам даних, необхідним при зростанні БД. Зростання БД може привести до порушення логічного представлення даних і, як наслідок, до змін в прикладних програмах. Необхідно знайти такий спосіб опису даних, який:

- ✚ зрозумілий користувачу, що не має особливих навиків в програмуванні;
- ✚ дозволяє підключати нові елементи даних, запису, зв'язку без зміни існуючих схем і прикладних програм;
- ✚ допускає максимальну гнучкість при обробці різних запитів користувача.

Найбільш природне представлення даних - це двомірна таблиця.

Декартів добуток дозволяє одержати всі можливі комбінації елементів початкових множин – елементів даних доменів, тобто одержати будь-яку необхідну інформацію.

Операції реляційної алгебри

Основні:

(1) Об'єднання,(2) різниця,(3) Декартів добуток, (4)проекція, (5)селекція
Додаткові, можуть бути виражені через основні:

(6)Пересічення, (7) ділення, (8) з'єднання, (9) еквівалентне з'єднання, (10) природне з'єднання, (11) композиція, (12) декомпозиція

8.2 Етапи проектування

- ✚ Визначення об'єктів (джерел даних), які повинні бути включені в базу даних
- ✚ Виявлення зв'язків між об'єктами
- ✚ Визначення основних властивостей об'єктів
- ✚ Виявлення зв'язків між властивостями об'єктів
- ✚ Визначення відносин між таблицями бази даних, на основі зв'язків між об'єктами даних, що містяться в них
- ✚ Визначення операцій, що виконуються при створенні і зміні інформації в таблицях, включаючи забезпечення цілісності даних
- ✚ Виявлення індексів, необхідних для прискорення виконання запитів
- ✚ Облік питань безпеки, - які повноваження, яким користувачам надавати
- ✚ Розробка процедур створення резервних копій і відновлення початкових файлів

Найбільш важливі цілі

Можливість зберігання в базі даних всіх необхідних даних;

Виключення надмірності даних;

Зведення до мінімуму числа таблиць, що зберігаються в базі даних;

Нормалізація таблиці для спрощення рішення проблем, пов'язаних з оновленням і видаленням даних.

9. Аналіз вимог

9.1 Характеристики обміну даними в розподіленій мережі

Обмін інформацією в розподіленій мережі відбувається між географічно розділеними областями.

Коли локальна кінцева станція намагається обмінятися даними з віддаленою кінцевою станцією (тобто розташованої в іншій ділянці розподіленої мережі), інформація передається одним або декількома каналами розподіленої мережі (WAN link).

Точками з'єднання в розподіленій мережі є маршрутизатори.

Вони визначають оптимальний шлях через мережу, яким пройдуть необхідні потоки даних.

Як було сказано в тематичному модулі 2 обмін інформацією в розподілених мережах звичайно називається послугою, оскільки мережеві провайдери, що забезпечують обмін, часто стягують платню з користувачів за цей сервіс.

Комутація пакетів і комутація каналів є два типи служб в розподілених мережах.

Кожний з цих двох типів має свої достоїнства і недоліки.

Нові вимоги до мереж.

1) Збільшення споживання мережевих ресурсів на підприємствах, що для підвищення продуктивності використовують схеми клієнт-сервер, мультимедійні та інші.

2) Підвищення рівня вимог для реалізації Push-технології і тенденція подальшого руху в цьому напрямку.

3) Зростання вартості мережі, що приводить до збільшення витрат.

4) Підвищення вимог прикладних програм кінцевих користувачів до якості мережевих служб.

5) Безпрецедентна кількість з'єднань, що встановлюються між різноманітними офісами, віддаленими і мобільними користувачами, міжнародними підрозділами, споживачами/постачальниками, і широке використання Internet.

6) Вибухове зростання корпоративних мереж Internet і extranet значно підвищило вимоги до смуги пропускання.

7) Значно зросло використання серверів підприємств для задоволення комерційних потреб організацій.

Технології розподілених мереж, які задовольняють задані вимоги: виділена лінія; цифрова мережа з інтеграцією служб (ISDN); протокол ретрансляції фреймів (Frame Relay).

9.2 Інтеграція локальних і розподілених мереж

Наприклад, у випадку, якщо компанія покладається на свою корпоративну мережу для передачі особливо важливого для її роботи потоку даних і бажає використовувати інтерактивні відео застосування, то вона повинна бути здатна забезпечити гарантовану якість обслуговування (QoS).

Це означає, що мережа повинна доставляти мультимедійні дані, не допускаючи при цьому їх зіткнення з основними даними.

Отже, проектувальникам мережі необхідно проявити достатню гнучкість при розв'язанні численних проблем взаємодії мереж, не створюючи при цьому надмірних мереж і при можливості використовувати вже існуючі капіталовкладення в комунікації.

10. Перший етап проектування

10.1 Вихідні дані

1) Доступність послуг.

Мережі переносять дані між комп'ютерами для програмного забезпечення послуг. Якщо послуги недоступні користувачам, то мережа не виконує свої основні функції.

2) Зниження загальної вартості мережі.

У США бюджети відділів інформаційних систем часто складають мільйони доларів. Оскільки великі підприємства все більш покладаються на електронні дані в управлінні виробничими процесами, загальна вартість комп'ютерних ресурсів буде постійно зростати.

Типи потоків даних:

- голосові дані;
- факсиміле;
- дані транзакцій;
- клієнтські і серверні дані;
- повідомлення (наприклад, електронна пошта);
- передача файлів;
- пакетні дані;
- управління мережею;
- відео конференції.

Перевірені часом процеси вимірювання і оцінки об'єму потоків даних в традиційних локальних мережах непридатні для розподілених мереж.

Характеристики потоків даних включають: максимальний і середній обсяг; характеристики установки з'єднань і обсяг потоків; типи з'єднань; допустимість затримок, включаючи їх тривалість і можливі зміни тривалості; допуск на доступність мережі; допустимий рівень помилок; пріоритет; тип протоколу; середня довжина пакету.

10.2 Збір вимог замовника

Проектування розподіленої мережі необхідно почати із збору даних про структуру і виробничі процеси підприємства.

Потім слід визначити основних співробітників підприємства, які можуть допомогти в процесі проектування мережі.

Проектувальник повинен з'ясувати місце розташування основних користувачів, послуги, якими вони користуються, і їх плани на майбутнє.

Остаточний проект мережі повинен відбивати всі вимоги користувачів.

Взагалі користувачам, передусім, необхідна доступність послуг в мережі.

Основними компонентами доступності прикладних програм є:

- час відгуку (response time);
- пропускна спроможність;
- надійність.

10.3 Аналіз вимог

Перед розробкою мережі і установкою апаратного забезпечення необхідно визначити навантаження від потоку даних, який повинен оброблятися розподіленою мережею. Слід визначити всі джерела даних і параметри, які необхідно встановити для них. На цьому етапі дуже важливо одержати характеристику джерел, достатню для оцінки або вимірювання

поток даних. Крім того, необхідно випробувати прикладні програми, які можуть спричинити в розподіленій мережі проблеми, які пов'язані з передаванням даних.

Нижче представлений ряд застосувань, які можуть генерувати великі обсяги даних і таким чином привести до проблем, наприклад, до перевантаження мережі:

- доступ до Internet;
- комп'ютери, що завантажують програмне забезпечення з віддаленого сервера;
- передача зображень або відеоінформації;
- доступ до центральної бази даних;
- файлові сервери відділів.

11. Форматування інформаційних інфраструктур

11.1 Метод синтезу глобальної мережі

Ієрархічні моделі мережевого проектування дозволяють здійснювати проектування мереж на кожному рівні окремо.

Ієрархічні рівні інакше називають рівнями абстрагування. Мета декомпозиції – заміна малої кількості задач великої складності великою кількістю задач допустимої складності.

Для розуміння важливості поділу на рівні розглянемо еталонну модель взаємодії відкритих систем (OSI), яка є ієрархічною моделлю, що полегшує розуміння і реалізацію комп'ютерних комунікацій.

Завдяки підрозділу на рівні, еталонна модель OSI спрощує завдання, які необхідно розв'язати для здійснення обміну інформацією між двома комп'ютерами.

Проекти мереж мають тенденцію слідувати одній з двох загальних стратегій проектування: замкнутої або ієрархічної.

1) У замкнутій структурі мережева топологія проста. Всі маршрутизатори виконують, в цілому, однакові функції і звичайно немає чіткого визначення ділянок мережі, в яких виконуються специфічні функції.

Розширення мережі в цьому випадку відбувається, як правило, випадковим і довільним чином.

2) У разі ієрархічної структури мережа розділена на рівні, кожний з яких виконує специфічну функцію.

Нижче представлені переваги ієрархічної моделі проектування.

11.2 3-рівнева ієрархічна модель

Включає наступні три рівні:

Основний рівень (core layer), який також називається магістральним. Цей рівень забезпечує оптимальне транспортування даних між ділянками розподіленої мережі.

Рівень розподілу (Distribution layer), який забезпечує зв'язок, заснований на використанні політик доступу.

Рівень доступу (Access layer), який забезпечує доступ робочих груп і користувачів до мережі.

11.3 1-рівнева глобальна мережа

Ключовим моментом при розробці є визначення місця розташування серверів: вони можуть бути розподілені по декількох локальних мережах або сконцентровані в районі центрального сервера.

Мережа з одним рівнем звичайно застосовується у випадку, якщо в компанії є невелика кількість віддалених підрозділів, а доступ прикладних програм в основному здійснюється через локальну мережу до файлового сервера ділянки.

Кожна ділянка це окремий широкомовний домен.

11.4 Аналіз і оптимізація мережі

Однією з переваг ієрархічного проектування розподіленої мережі є створення можливості управління структурою потоку даних.

Ця перевага реалізується шляхом впровадження в мережу точок маршрутизації 3-го рівня.

У зв'язку з тим, що маршрутизатори володіють здатністю визначати шляхи від хосту джерела до хосту адресату, яка ґрунтується при цьому на адресації 3-го рівня, потік даних проходить вгору за ієрархією мережі тільки той шлях, який необхідний для відшукування пункту призначення.

11.5 Протокол Frame Relay і канали ISDN в розподіленій мережі

Якщо віддалена ділянка невелика і її потреба в доступі до корпоративної мережі невелика, то в цьому випадку доцільно застосування ISDN.

Припустимо, що інша віддалена ділянка не може дістати доступ до виділених каналів розподіленої мережі через свого провайдера, але у неї є доступ до мережі Frame Relay.

У будь-якому випадку необхідна точка входу цих типів з'єднань на магістраль розподіленої мережі.

Точки входу слід встановлювати на маршрутизаторі, який безпосередньо пов'язаний з цією магістраллю. Це дозволить віддаленим ділянкам дістати повний доступ до мережі підприємства без додаткової генерації надмірного потоку даних до інших ділянок.

11.6 Висновки до тематичного модуля 3

Проектування розподіленої мережі включає збирання і аналіз вимог, таких як доступність і мережне навантаження.

Найлегше піддається розширенню ієрархічна модель розподіленої мережі, в якій кожний з рівнів виконує певну функцію.

Ієрархічна модель складається з основного рівня, рівня розподілу та рівня доступу.

Розподілені мережі підприємств можуть використовувати декілька різних технологій, таких як Frame Relay і ISDN.

Для управління структурою потоку даних в розподіленій мережі особливо важливим є питання розміщення серверів.

12 Протокол точка-точка

12.1 Загальні відомості щодо протоколу PPP

Сім'я протоколів HDLC

LAPB(X.25)
LAPD(ISDN)
V.120(ISDN)
LLC(LANs)
LAPM(V.42)
FRAME RELAY
PPP
SDLC(SNA)

Стандарти HDLC

ISO 3309 – структура кадру HDLC;
ISO 4335 – елементи процедури HDLC;
ISO 7478 – багатоканальна процедура HDLC;
ISO 7809 – класи процедур HDLC;
ISO 8885 – ідентифікатори каналів обміну даними HDLC
ISO 13239 – оновлення стандарту.

Стандарти протоколів сім'ї HDLC

ISO7776 – LAPB;
ISO8471 – адресна інформація LAPB;
ISO8802/2 – LLC;
ITU-T I.441 – LAPD;
ISO3308 – ідентифікатори каналів обміну даними HDLC
RFC 1661 – специфікація PPP.

PPP - протокол канального рівня, звичайно використовуваний, щоб встановити прямий зв'язок між двома мережевими вузлами.

Він може забезпечити перевірку автентичності, конфіденційне кодування передачі і стиснення.

В тому числі: для серійного кабелю, телефонної лінії, магістралі, клітинного телефону, спеціалізованих радіоканалів і каналів зв'язку на оптичних волокнах, наприклад, SONET.

Більшість Інтернет провайдерів (ISPs) використовують PPP для комутованого доступу клієнта до Інтернету.

Дві форми інкапсуляції, PPP над ethernet (PPPoE) і над АТМ (PPPoA), використовуються Інтернет провайдерами (ISPs), щоб з'єднати абонентів ЦИФРОВИХ АБОНЕНТСЬКИХ ЛІНІЙ (DSL).

PPP звичайно використовується як протокол канального рівня для синхронних і асинхронних каналів, де це в значній мірі замінило старший, невідповідний стандартам Інтернетівський протокол SLIP і стандарти телефонних компаній (наприклад, протокол (LAPB) в наборі протоколу X.25).

PPP проектувався, щоб працювати з численними протоколами мережевого рівня, зокрема IP, Novell IPX, NBF і AppleTalk.

12.2 Установка сеансу зв'язку в протоколі PPP

Протокол PPP надає засоби для установки, конфігурації, підтримки і припинення роботи з'єднання типу точка-точка.

При установці зв'язку каналом типу точка-точка послідовно проходять наступні чотири різні стадії.

1. Створення каналу і узгодження конфігурації.

Первинний вузол протоколу PPP посиляє LCP-фрейми для конфігурації і тестування каналу передачі даних.

2. Перевірка якості роботи каналу.

Канал встановлюється і узгоджуються його параметри. Відзначимо, що ця стадія не є обов'язковою.

3. Узгодження конфігурації протоколу мережевого рівня.

Первинний вузол протоколу PPP розсилає NCP-фрейми для вибору і установки конфігурації протоколів мережного рівня, таких як TCP/IP, Novell IPX і AppleTalk. Тільки після цього можуть пересилатися пакети вказаних протоколів мережного рівня.

4. Закінчення роботи каналу.

Конфігурація каналу зв'язку зберігається до тих пір, поки LCP- або NCP-фрейми не зачиняють канал, або до якої-небудь зовнішньої події (наприклад, закінчення часу таймера простою або втручання користувача).

13 Перевірка автентичності сеансу PPP

13.1 Протокол PAP

PAP надає віддаленому вузлу простий спосіб підтвердити свою ідентичність шляхом використання квітування в два етапи(handshake). Після того, як стадія створення PPP каналу закінчена, віддалений вузол регулярно посиляє каналом ім'я користувача і його пароль до тих пір, поки ідентичність не буде підтверджена або канал не буде закритий.

Протокол PAP не є строгим протоколом перевірки автентичності.

Протокол перевірки автентичності за паролем (Password Authentication Protocol, PAP).

Паролі передаються каналом у вигляді відкритого тексту, і відсутній захист від повторного відтворення або повторних атак з метою випадковим чином пробитися в мережу.

Проте спроби підключення, їх частота і час реєструються віддаленим вузлом.

1) Клієнт посилає ім'я користувача і пароль, RFC 1334

2) Сервер посилає authentication-ack (якщо посвідчення особи - ОК) або authentication-nak (в іншому випадку)

Пакет PAP вбудований в кадр Ppp. Поле протоколу має значення C023 (hex).

13.2 Протокол CHAP

Протокол CHAP використовується для періодичної перевірки справжності віддаленого вузла з використанням методу трьох етапного квітування, як показано на рис.

Протокол перевірки автентичності з попереднім узгодженням виклику (Challenge Handshake Authentication Protocol, CHAP).

CHAP - схема перевірки автентичності віддалених клієнтів, що використовується сервером в рамках протоколу Ppp.

CHAP періодично перевіряє ідентичність клієнта, використовуючи потрійне рукостискання. Воно трапляється під час встановлення початкового зв'язку, і, можливо, трапитися знову в будь-який час згодом. Перевірка заснована на таємному ключі (як наприклад клієнтський пароль споживача).

Після завершення фази установки зв'язку, сервер відправляє повідомлення "виклику" клієнту.

Клієнт відповідає значенням, яке розраховано, використовуючи необоротну хеш функцію, як наприклад хеш контрольної суми MD5.

Сервер перевіряє відповідь проти його власного обчислення математичного очікування хеш функції. Якщо значення збігаються, сервер визнає ідентифікацію; в іншому випадку зв'язок закінчується.

У випадкові моменти сервер відправляє новий виклик клієнту і повторює кроки 1 ... 3.

Висновки до тематичного модуля 4

Протокол PPP часто використовується в розподілених мережах.

Протокол PPP вирішує питання установки зв'язку за допомогою LCP і сімейств протоколів NCP, за допомогою яких узгоджуються параметри конфігурації і використовувані пристрої.

Сеанс роботи протоколу PPP складається з наступних чотирьох стадій: установка зв'язку; аналіз якості роботи каналу; конфігурація протоколу мережного рівня; закінчення роботи каналу.

При конфігурації процедур перевірки автентичності протоколу PPP можна вибрати протокол PAP або CHAP.

Протокол PAP не є строгим протоколом перевірки автентичності.

Протокол CHAP забезпечує захист від спроб повторного відтворення шляхом використання випадкового значення змінної виклику, яке є унікальним і непередбачуваним.

Конфігурація інтерфейсу для PPP інкапсуляції може бути встановлена командою encapsulation ppp.

Після того, як параметри протоколу PPP установлені, стан його LCP і NCP може бути перевірений командою show interfaces.

14. Загальні відомості щодо мережі ISDN

14.1 Загальні відомості щодо мережі

Для вирішення проблем зв'язку компаній, яким необхідний доступ до географічно видалених підрозділів, можуть застосовуватися різні типи технологій глобальних інформаційних структур.

У модулі 4 був описаний протокол точка-точка.

В модулі 5 будуть описані служби, стандарти, компоненти; принцип дії і конфігурація цифрової мережі інтегрованих служб (Integrated Services Digital Network, ISDN).

Мережа ISDN спеціально розроблялася для вирішення проблем невеликих офісів або користувачів з комутованим доступом, які мали потребу в більшій смузї пропускання, ніж та, яка надавалася традиційними телефонними службами.

В даний час ISDN також надає резервні лінії зв'язку.

Телефонні компанії розробляли мережу ISDN з розрахунку на створення повністю цифрової мережі.

Мережа ISDN була розроблена для використання існуючих телефонних кабельних систем і працює подібно до телефонного зв'язку.

При здійсненні ISDN-виклику на час сеансу зв'язку встановлюється з'єднання з розподіленою мережею, яке відключається після завершення сеансу зв'язку.

Це чимось нагадує звичайний телефонний дзвінок: підняття трубки, розмова і, нарешті, опускання телефонної трубки на важіль апарату в кінці розмови.

Цифрові служби можуть здійснювати доставку не тільки голосових даних, але і тексту, графіки, музики, відео і інших даних.

ISDN звичайно розглядається як альтернатива виділеним лініям, які можуть використовуватися для телекомунікації і об'єднання локальних мереж невеликих і видалених офісів.

Здатність ISDN надавати цифровий зв'язок для віддалених ділянок дозволяє реалізувати цілий ряд переваг.

1) Мережа ISDN може передавати дані різних типів. Вона забезпечує доступ до цифрового відео, до пакетно-комутованих даних і служб телефонної мережі.

2) ISDN пропонує швидший, в порівнянні з модемними з'єднаннями, метод установки сеансу зв'язку, використовуючи при цьому зовнішню (out-of-band) сигналізацію (D channel або дельта-канал). Наприклад, деякі ISDN-сеанси (calls) можуть бути встановлені менш ніж за секунду.

3) ISDN забезпечує швидшу передачу даних, чим модеми, за рахунок використання несучого каналу (В каналу). За рахунок використання декількох В-каналів ISDN надає користувачам велику смугу пропускання в розподілених мережах (наприклад, два В-канали забезпечують швидкість передачі 128 Кбіт/с), чим деякі виділені лінії.

ISDN також може надати канал передачі даних, через який встановлюються PPP з'єднання.

14.2 Основні пристрої мережі ISDN

Компоненти ISDN включають:

термінали, термінальні адаптери (terminal adapter, TA),
мережні термінальні пристрої (network-termination equipment, NT);
лінійне термінальне устаткування (line-termination equipment);
приватне термінальне устаткування (exchange-termination equipment).
Точки з'єднання.

Точка з'єднання	Опис
R	З'єднання між несумісним ISDN пристроєм і термінальним адаптером
S	Точки, які підключені до мережного термінального пристрою 2-го типу або до комутуючого пристрою на стороні клієнта. Цей інтерфейс дозволяє здійснювати виклики між різними частинами СРЕ
T	Електричні параметри ідентичні S-інтерфейсу і є зовнішнє з'єднання від мережного термінального пристрою 2-го типу до мережі ISDN або до мережного термінального пристрою 1-го типу
U	З'єднання між мережного термінального пристрою 1-го типу і ISDN мережею телефонної компанії. Ця точка з'єднання характерна тільки для США, де функції мережного термінального пристрою 1-го типу не надаються провайдером послуг

Для забезпечення правильної роботи мережі ISDN велике значення має правильна конфігурація типу комутатора на пристрої ISDN. Провайдери ISDN використовують для надання своїх послуг декілька різних типів комутаторів.

Крім типу комутатора, використовуваного провайдером, необхідно також знати, які профільні ідентифікатори послуг (Service Profile Identifiers, SPID) призначені даному з'єднанню.

Провайдер ISDN забезпечує SPID для ідентифікації лінії, використовуваною службою. Ідентифікатор SPID є послідовністю символів (схожа на телефонний номер), яка ідентифікує пристрій на комутаторі телефонної станції.

Після такої ідентифікації комутатор пов'язує замовлену службу із з'єднанням.

15. Стандарти мережі ISDN

15.1 Стандарти міжнародного союзу електрозв'язку

Серія	Опис
E	У цих протоколах рекомендуються телефонні мережеві стандарти для ISDN. Наприклад, протокол E. 164 описує міжнародну адресацію для ISDN
I	У цих протоколах описані принципи, термінологія і загальні методи. Серія I.100 включає загальні поняття ISDN і структуру інших рекомендацій I серії; серія I.200 описує службові аспекти ISDN; серія I.400 описує установку UNI
Q	У цих протоколах описано, як повинні здійснюватися комутація і сигналізація. Термін "сигналізація" (signaling) в даному випадку означає тип виклику. Протокол Q.921 описує процедури каналного доступу до D-каналу (Link Access Procedure on the D channel, LAP-D), які працюють як процеси 2-го рівня еталонної моделі OSI. Протокол Q.931 задає функції 3-го рівня еталонної моделі

Ряд стандартів ITU-T поширює на ISDN поняття фізичного, каналного і мережного рівнів еталонної моделі OSI.

Фізичний рівень.

ISDN специфікація інтерфейсу базової швидкості (Basic Rate Interface, BRI) визначена стандартом ITU-T I.430.

ISDN специфікація інтерфейсу первинної швидкості (Primary Rate Interface PRI) визначена стандартом ITU-T I.431.

Канальний рівень.

ISDN специфікація каналного рівня заснована на LAPD і формально визначена стандартами ITU-T Q.920 і ITU-T Q.921.

Мережний рівень.

Цей рівень ISDN визначений стандартами ITU-T Q.930 і ITU-T Q.931.

15.2 Інкапсуляція

Для забезпечення віддаленого доступу можливі різні рішення. Найчастіше використовуються протоколи PPP і HDLC. За умовчанням у вибирається HDLC.

Проте PPP має великі можливості в забезпеченні надійності з'єднання, оскільки він має прекрасний механізм перевірки автентичності і узгодження сумісності каналів і конфігурації протоколів. При використанні PPP можна активізувати протоколи перевірки автентичності із попереднім узгодженням виклику CHAP для відображення виклику на екрані. Іншим варіантом інкапсуляції при кризному ISDN з'єднанні є використання протоколу LAPB.

Інтерфейси ISDN дозволяють використовувати тільки один тип інкапсуляції. Після того, як ISDN-виклик був прийнятий, маршрутизатор може використовувати середовище ISDN для передачі трафіку будь-якого необхідного протоколу мережного рівня, наприклад, протоколу IP, у декілька пунктів призначення.

16. Застосування ISDN в ГП

16.1 Інтерфейс базової швидкості і первинної швидкості

Служба В каналу працює на швидкості 64 Кбіт/с і призначена для роботи з даними користувача. Два В-канали працюють із швидкістю 64 Кбіт/с і використовуються для передачі голосових даних або даних користувача.

ISDN забезпечує велику гнучкість при проектуванні мереж зважаючи на можливість використання кожного з В-каналів для окремих голосових і/або прикладних програм, які передають дані користувача.

Наприклад, в корпоративній мережі одним з В-каналів із швидкістю 64 Кбіт/с може завантажуватися великий документ, тоді як іншим В-каналом використовується для переглядання WEB-сторінки.

Третій канал, типу D, є сигнальний канал 16 Кбіт/с і використовується для передачі інструкцій, які вказують телефонній мережі, як слід обробляти В-канали.

У Північній Америці і Японії PRI служба ISDN пропонує 23 канали типу В і один канал типу D, що в сумарному виразі складає 1,544 Мбіт/с (D-канал PRI працює із швидкістю 64 Кбіт/с).

PRI служба ISDN в Європі, Австралії і інших країнах пропонує 30 каналів типу В і один канал типу D із швидкістю 64 Кбіт/с, що в сумарному виразі складає 2,048 Мбіт/с.

16.2. Установки параметрів конфігурації ISDN

Команда 'interface bri номер' призначає інтерфейс, використовуваний ISDN на маршрутизаторі, виступаючому як TE1.

Якщо маршрутизатор не має власного BRI (тобто є пристроєм TE2), то він повинен використовувати зовнішній термінальний адаптер. На маршрутизаторі TE2 слід використовувати команду 'interface serial номер'.

Якщо потрібно встановити інкапсуляцію PPP на інтерфейсі ISDN, то слід виконати команду 'encapsulation ppp'. Це відбувається в тих випадках, коли бажано скористатися багатим набором опцій, пропорованих протоколом PPP (наприклад, протокол перевірки автентичності CHAP). Якщо прийматимуться виклики більш ніж одного джерела, то необхідно використовувати засоби PAP або CHAP протоколу PPP.

Висновки до тематичного модуля 5

ISDN забезпечує інтегровані можливості передавання мови і даних відкритою комутованою мережею.

Компонентами ISDN є термінали, ТА, NT-пристрої й комутатори ISDN.

Сполучні точки ISDN визначають логічні інтерфейси між функціональними групами, такими, наприклад, як ТА1 і NT1.

ISDN характеризується набором стандартів ITU-T і використовує фізичний, каналний і мережний рівні еталонної моделі OSI.

Двома основними типами інкапсуляції ISDN є PPP й HDLC.

ISDN має багато застосувань, такі, наприклад, як віддалений доступ, віддалені вузли і підключення малого офісу.

Основними службами ISDN є BRI і PRI.

BRI ділить загальну смугу пропускання в 144 Кбіт/с на три окремі канали.

Конфігурація BRI включає конфігурацію BRI-інтерфейсу, тип комутатора ISDN і SPID.

DDR встановлює припиняє роботу комутованих з'єднань в міру необхідності.

ПРОТОКОЛ РЕТРАНСЛЯЦІЇ КАДРІВ

*17. Загальні відомості про протокол ретрансляції кадрів***17.1 Огляд протоколу**

В даний час цей протокол є стандартним промисловим комутованим протоколом каналного рівня, використовуваним для роботи з різними віртуальними каналами з використанням інкапсуляції протоколу каналного управління високого рівня (High-Level Data Link Control Protocol, HDLC) для обміну даними між сполученими пристроями.

Протокол ретрансляції кадрів використовує віртуальні канали для установки з'єднань через орієнтовану на з'єднання службу.

Мережею, що забезпечує інтерфейс протоколу ретрансляції фреймів, може бути як відкрита мережа одного з національних операторів зв'язку або мережа, яка обслуговує окреме підприємство, устаткування якої належить приватному власнику.

1) Ідентифікатор каналного з'єднання (data-link connection identifier, DLCI). Є номер, що ідентифікує логічний канал між пристроями відправника і одержувача. Комутатор протоколу ретрансляції фреймів призначає DLCI кожній парі маршрутизаторів для створення постійних віртуальних каналів.

2) Швидкість локального доступу (local access rate) (швидкість порту) - швидкість установки з'єднання абонентського каналу з середовищем протоколу Frame Relay. Вона характеризує швидкість надходження даних в мережу і отримання даних з неї.

3) Узгоджена швидкість передачі інформації (committed information rate, CIR) є швидкість передачі, що гарантується провайдером послуг, в біт/с.

4) Узгоджений об'єм - максимальна кількість бітів, яка комутатор повинен передати за встановлений інтервал часу з узгодженою швидкістю.

Committed Burst Size (BC).

5) Надмірний об'єм - максимальна кількість CIR бітів, яку комутатор протоколу ретрансляції фреймів намагається передати, що перевищують узгоджений об'єм.

Excess Burst Size (BE).

Ця кількість залежить від можливостей служби, закладених виробником устаткування, але звичайно обмежено швидкістю порту локального відгалуження.

6) Інтерфейс локального управління (local management interface, LMI) - стандарт сигналів, які передаються між офісним устаткуванням користувача (CPE) і комутатором протоколу Frame Relay, відповідальним за установку зв'язки і підтримку статусу цих пристроїв.

7) Пряме явне повідомлення про перевантаження (Forward Explicit Congestion Notification, FECN). У разі, коли комутатор протоколу ретрансляції фреймів виявляє в мережі затор, він посилає пакет FECN пристрою одержувача, інформуючи його про затор.

8) Зворотне явне повідомлення про перевантаження (Backward Explicit Congestion Notification, BECN). Як показано на рис., коли комутатор протоколу ретрансляції фреймів виявляє в мережі затор, він посилає BECN-пакет маршрутизатору мережі відправника з інструкцією зменшити швидкість передачі пакетів. Якщо маршрутизатор одержує такий пакет в поточному часовому інтервалі, то він зменшує швидкість передачі на 25%.

9) Індикатор дозволу на відкидання пакетів (discard eligibility indicator, DE). Коли маршрутизатор виявляє в мережі затор, комутатор Frame Relay першими відкидає пакети зі встановленим DE-бітом. Біт DE встановлюється на пакетах надмірного потоку даних (тобто що перевищує узгоджену швидкість передачі).

17.2 Функціонування протоколу Frame Relay

Лінії, що сполучають пристрої користувача з мережевим устаткуванням, можуть працювати з швидкостями, вибраними з широкого діапазону.

Типовими є швидкості від 56 Кбіт/с до 2 Мбіт/с, хоча протокол ретрансляції фреймів може підтримувати як вищі, так і нижчі швидкості.

Мультиплексування, здійснюване відповідно до протоколу Frame Relay, надає гнучкіший і ефективніший спосіб використання доступної смуги пропускання.

Цей протокол дозволяє користувачам спільно використовувати одну смугу пропускання, скорочуючи їх фінансові витрати.

Наприклад, уявимо собі, що є розподілена мережа, що використовує протокол Frame Relay. Цей протокол можна представити як групу доріг, власником яких є телефонні компанії, вони ж займаються їх ремонтом і підтримкою. Можна орендувати дорогу (смугу) виключно для своєї компанії (виділену) або, заплативши менше, орендувати смугу на спільно використовуваній дорозі. Звичайно, протокол Frame Relay може бути повністю реалізований і в приватних мережах, проте там він рідко використовується.

17.3 Формат кадру протоколу Frame Relay

Нижче описані поля кадру.

Прапор - указує на початок і кінець кадру.

Адреса - указує довжину адресного поля. Хоча в даний час адреси протоколу ретрансляції фреймів мають довжину 2 байти, адресні біти дозволяють в майбутньому збільшити довжину адреси. Восьмий біт кожного байта адресного поля використовується для вказівки адреси. Адреса містить наступну інформацію.

Значення DLCI - відображає значення DLCI і складається з 10 бітів адресного поля.

Контроль перевантаження - останні 3 біта адресного поля управляють механізмами повідомлення про перевантаження в мережі. Такими механізмами є FECN, BECN і DE (біти допустимості відкидання).

Дані - поле змінної довжини, що містить дані інкапсуляції протоколів верхніх рівнів.

FCS - послідовність перевірки кадру (Frame Check Sequences, FCS), використовується для забезпечення цілісності даних, які передаються.

18. Реалізація протоколу ретрансляції кадрів в маршрутизаторах

18.1 Формат LMI-фрейма

Після поля прапора і поля LMI DLCI фрейм містить 4 обов'язкових байтів.

Перший із цих обов'язкових байтів (індикатор нумерованої інформації, unnumbered information indicator) має такий же формат, як і LAPB-індикатор кадру нумерованої інформації (unnumbered information, UI), в якому останній (poll/final) біт встановлений в нуль.

Наступний байт, званий дискримінатором протоколу (protocol discriminator), містить значення, що визначає LMI.

Третій обов'язковий байт (посилання на виклик, call reference) завжди заповнений нулями.

Останній обов'язковий байт є поле типу повідомлення (message type).

Визначені два типу повідомлень (message type) :

- 1) запит про стан
- 2) повідомлення про поточний стан.

18.2 Додаткові функції інтерфейсу LMI

На додаток до основних функцій передачі даних LMI-специфікація цього протоколу включає додаткові функції, які полегшують підтримку великих і складних мереж спільного використання.

Деякі з цих додаткових функцій називаються загальними (common) і можуть бути використані будь-яким пристроєм, який задовольняє вимогам специфікації.

Інші функції LMI розглядаються як необов'язкові (optional).

Етап 1. Необхідно замовити службу протоколу Frame Relay у провайдера або створити власне середовище дії цього протоколу.

Етап 2. З'єднати кожен маршрутизатор, безпосередньо або за допомогою CSU/DSU, з комутатором протоколу Frame Relay.

Етап 3. Коли маршрутизатор CPE починає функціонувати, він посилає повідомлення-запит про статус комутатору протоколу Frame Relay. Це повідомлення повідомляє комутатор про статус цього маршрутизатора і запрошує у комутатора інформацію про статус зв'язку інших віддалених маршрутизаторів.

Етап 4. Після отримання комутатором цього запиту він відповідає повідомленням про стан, що містить DLCI всіх віддалених маршрутизаторів, яким даний локальний маршрутизатор може посилати дані.

Етап 5. Кожен маршрутизатор розсилає кожному DLCI пакет запиту інверсного протоколу ARP, представляючи себе і пропонуючи кожному віддаленому маршрутизатору зробити те ж, повідомивши свою адресу мережного рівня.

Етап 6. Для кожного DLCI, про який маршрутизатор отримує повідомлення інверсного ARP, створюється локальний елемент в таблиці відображення протоколу ретрансляції фреймів, що містить DLCI і адресу мережного рівня віддаленого маршрутизатора, а також інформацію про стан каналу зв'язку. Цей DLCI є локальним, а не тим, який використовується віддаленим маршрутизатором.

У таблиці відображення протоколів ретрансляції фреймів можуть бути зафіксовані три види стану каналу зв'язку.

1) Активний стан — указує на те, що канал активний і маршрутизатори можуть обмінюватися даними.

2) Неактивний стан — указує на те, що локальний зв'язок із комутатором протоколу ретрансляції фреймів існує, а зв'язок віддаленого маршрутизатора з цим комутатором відсутній;

3) Відключений стан — указує на те, що від комутатора не поступило LMI або відсутня служба між маршрутизатором CPE і комутатором протоколу Frame Relay .

Етап 7. Кожні 60 секунд маршрутизатори обмінюються повідомленнями інверсного протоколу ARP.

Етап 8. Кожні 10 секунд (цей інтервал встановлюється в параметрах конфігурації) маршрутизатор CPE посилає комутатору Frame Relay повідомлення про активність. Мета розсилки таких повідомлень полягає в перевірці працездатності цього комутатора.

Логічне розділення в розподіленій мережі одного послідовного фізичного інтерфейсу на декілька віртуальних часткових інтерфейсів дозволяє істотно зменшити загальну вартість мережі протоколу Frame Relay.

19. Завдання конфігурації протоколу ретрансляції кадрів в маршрутизаторах

19.1 Установка базової конфігурації мережі

У базовому варіанті передбачається, що настройка параметрів протоколу Frame Relay встановлюється на одному або декількох фізичних інтерфейсах, а LMI і інверсний ARP підтримуються віддаленим маршрутизатором (маршрутизаторами).

У такому середовищі LMI повідомляє маршрутизатор про доступні ідентифікатори DLCI. Інверсний ARP включений за умовчанням, тому дані про нього не з'являються при виведенні інформації про конфігурацію мережі.

19.2 Тестування

Команда	Опис
Show interfaces serial	Відображає інформацію: про DLCI, які використовуються при груповій передачі; про DLCI, які використовуються на послідовних інтерфейсах, які налаштовані на протокол ретрансляції фреймів; а також про DLCI інтерфейсу локального управління (LMI).
Show Frame-relay pvc	Відображає статус кожного з'єднання і статистику потоку даних. Ця команда також корисна для того, щоб дізнатися про кількість BECN і FECN пакетів, одержаних маршрутизатором
Show Frame-relay map	Відображає адресу мережного рівня і асоційований з ним DLCI для кожного віддаленого пристрою, з яким з'єднаний локальний маршрутизатор
Show Frame-relay lmi	Відображає статистику потоку даних LMI. Наприклад, виводиться кількість повідомлень про статус, якими обмінялися локальний маршрутизатор і комутатор протоколу ретрансляції фреймів

20. Моніторинг стану і майбутнє глобальних інформаційних інфраструктур

20.1 Перевірка наявності мапи відображення

Для того, щоб переконатися в наявності таблиці відображення протоколу ретрансляції фреймів, необхідно виконати наступні дії.

Етап 1. Знаходячись в привілейованому командному режимі (EXEC), ввести команду show frame-relay map. Перевірити, що повідомлення status defined, active з'являється для кожного послідовного інтерфейсу.

```
1600# show frame-relay map
Serial0.1 (up): point-to-point dlci, dlci 17 (0x11, 0x410)
Broadcast, status defined, active
Етап 2.
```

Якщо таке повідомлення не з'являється, то необхідно: упевнитися в тому, що маршрутизатор центрального сайту приєднаний і відповідним чином налаштований.

Перевірити разом з провайдером протоколу Frame Relay, що канал функціонує правильно.

Етап 3. Для того, щоб продовжити конфігурацію, слід знов перейти в глобальний режим установки конфігурації

20.2 Перевірка зв'язку з маршрутизатором центрального сайту

Для того, щоб переконатися в наявності зв'язку з маршрутизатором центрального сайту, необхідно виконати наступні дії.

Етап 1. Знаходячись в привілейованому режимі (EXEC), ввести команду ping, після якої повинна бути вказана IP адреса маршрутизатора центрального сайту.

Етап 2. Зверніть увагу на рядок Success rate... (у прикладі вона виділена).

```
1600# ping 192.168.38.40
Type escape sequence to abort. Sending 5, 100-byte ICMP Echos to
192.168.38.40
!!!! Success rate is 100 percent (5/5)
Round-trip min/avg/max =32/32/32 ms
1600#
```

Якщо частка успішного обміну рівна 10% або більше, то цей етап тестування можна вважати успішно виконаним.

Етап 3. Для продовження установки конфігурації слід знов перейти в глобальний режим.

20.3 Установка конфігурації часткових інтерфейсів

Для установки конфігурації часткових інтерфейсів на одному фізичному інтерфейсі необхідно виконати наступні дії.

Етап 1. Вибрати інтерфейс, на якому будуть створені часткові інтерфейси, і увійти до режиму установки конфігурації.

Етап 2. Видалити всі адреси мережевого рівня, призначені даному фізичному інтерфейсу. Якщо фізичний інтерфейс має адресу, то локальні інтерфейси не одержуватимуть фрейми.

Етап 3. Конфігурувати інкапсуляцію протоколу ретрансляції фреймів.

Етап 4. Вибрати частковий інтерфейс, який потрібно конфігурувати:

```
Router(config-if)# interface serial номер. Номер_часткового_інтерфейсу
{ multipoint | point-to-point }
```


Де: номер_часткового_інтерфейсу — є номер часткового інтерфейсу, він лежить в діапазоні від 1 до 4 294 967 293. номер інтерфейсу, передуючий також, повинен відповідати номеру інтерфейсу, якому належить частковий інтерфейс.

multipoint — використовується, якщо потрібно, щоб маршрутизатор спрямовував ширококомвні повідомлення, що далі приймаються їм, і повідомлення про зміни маршрутної інформації. Це значення слід вибрати, якщо використовується IP маршрутизація і бажано об'єднати всі маршрутизатори в одну і ту ж мережу.

point-to-point — використовується у тому випадку, коли не потрібно, щоб маршрутизатор спрямовував ширококомвні повідомлення, що далі приймаються їм, і повідомлення про зміни маршрутів в мережі, а також у разі, коли потрібно щоб кожна пара маршрутизаторів, з'єднання точка-точка, мала власну мережу.

Вибір одного з двох значень: point-to-point або multipoint є обов'язковим; значення за умовчанням не передбачено.

Етап 5. Конфігурувати на частковому інтерфейсі адресу мережевого рівня

Якщо частковий інтерфейс має тип point-to-point і використовується протокол IP, то можна використовувати команду ip unnumbered:

```
Router(config-if)# ip unnumbered інтерфейс
```

Етап 6. Якщо була встановлена конфігурація multipoint або point-to-point, то необхідно змінити локальний DLCI для часткового інтерфейсу, для того, щоб його можна було відрізнити від фізичного інтерфейсу:

```
Router(config-if)# frame-relay interface-dlci номер-dlci
```

Де:номер-dlci — визначає локальний номер DLCI, зв'язаний із даним частковим інтерфейсом.

Це єдиний спосіб пов'язати визначуваний LMI постійний віртуальний канал з частковим інтерфейсом, оскільки LMI не знає про існування часткових інтерфейсів.

Висновки до тематичного модуля 6

Технологія розподілених мереж, що використовує протокол ретрансляції фреймів, є гнучкий метод установки зв'язку між локальними мережами через канали розподілених мереж.

Протокол ретрансляції фреймів забезпечує можливість пакетно-комутованої передачі даних через інтерфейс між пристроями користувача (такими, як маршрутизатори, мости і хости) і мережним устаткуванням (таким, як що комутують вузли).

Для установки з'єднання через канали розподілених мереж протокол ретрансляції фреймів використовує віртуальні канали.

Головними цілями застосування LMI є:

визначення оперативного стану різних каналів PVC, відомих маршрутизатору;

передача пакетів про активність пристроїв, з метою упевнитися в тому, що PVC продовжує функціонувати, а не відключився у зв'язку з бездіяльністю;

інформування маршрутизатора про доступних PVC;

можливість автоматичної побудови карти відображення для протоколу ретрансляції фреймів з використанням механізму інверсного ARP;

перетворення визначеної по таблиці маршрутизації адреси наступного переходу в DLCI протоколу ретрансляції фреймів.

Протокол ретрансляції фреймів може розділити один фізичний інтерфейс розподіленої мережі на декілька часткових інтерфейсів

У середовищі маршрутизації з розщеплюванням горизонту маршрути, одержані з одного інтерфейсу, можуть бути повідомлені іншому інтерфейсу.

ПРЕДМЕТНИЙ ПОКАЖЧИК

ARP	12	LMI	12
BRI	10	NCP	9
DDR	10	OSI	6
DLCI	12	PVC	12
Frame Relay	8	HDLC	7
GSM	5	PAP	9
Interface	4	PPP	7
ISDN	7	CHAP	9
LCP	9	TA	10

1. *A Mathematical Theory of Communication*. **Shannon, Clod**. October 1948, The Bell System Technical Journal, Vol. 27, pp. 379-423, 623-656.
2. **Скляр, Бернад**. *Цифровая связь*. М : Издательский дом "Вильям", 2007.