ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙ
КАФЕДРА ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «**МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ АРХІТЕКТУРИ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ З ВИКОРИСТАННЯМ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ»**

на здобуття освітнього ступеня магістра
зі спеціальності 172 Електронні комунікації та радіотехніка
(шифр і назва спеціальності)
освітньо-професійної програми Телекомунікаційні системи та мережі
(назва)

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

_____ Володимир ВОЙТКО
(підпис) Ім'я, ПРІЗВИЩЕ здобувача

Виконав: здобувач вищої освіти гр. ТСДМ-61
Володимир ВОЙТКО
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Керівник: д.т.н., проф. Віктор ЗАЇКА
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Науковий ступень, вчене звання
Резензент: _____
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ
Науковий ступень вчене звання

Київ 2025

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Навчально-науковий інститут Телекомунікацій

Кафедра Телекомунікаційних систем та мереж_____
Ступінь вищої освіти магістр_____
Спеціальність 172 Електронні комунікації та радіотехніка_____
Освітньо-професійна програма Телекомунікаційні системи та мережі

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТСМ

_____ Віктор ЗАЇКА

«____» _____2025 р.

_

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Войтко Володимиру Олександровичу

1. Тема роботи: “Методика визначення архітектури телекомунікаційної мережі з застосуванням новітніх технологій ”,

керівник роботи Віктор ЗАЇКА, д.т.н., професор
затверджені наказом Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій від 30.10. 2025 року № 467

2. Строк подання кваліфікаційної роботи:

3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи:
   1. Інфокомунікаційна мережа.
   2. Стек протоколів TCP/IP.
   3. Технології SDH/SONET.
   4. Науково-технічна література.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
   1. Методика експертних оцінок.
   2. Прогнозування параметрів інфокомунікаційних мере
   3. Оптимізація параметрів мережі
   4. Методи об’єднання часткових критеріїв.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу: презентація на 10 слайдах.

6. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Підбір науково-технічної літератури	03.11.2025	Викон.
2.	Визначення та структура інфокомунікацій	12.11.2025	Викон.
3.	Організація транспорту в сегменті LAN	17.11.2025	Викон.
4.	Дослідження технологій доступу	21.11.2025	Викон.
5.	Дослідження мереж мобільного доступу	24.11.2025	Викон.
6.	Аналіз стеку протоколів TCP/IP та модель OSI	28.11.2025	Викон.
7.	Дослідження основних параметрів мережі	08.12.2025	Викон.
8.	Висновки, вступ, реферат	15.12.2025	Викон.
9.	Розробка презентації	22.12.2025	Викон.

Здобувач вищої освіти Володимир ВОЙТКО

(підпис) (Ім'я,ПРІЗВИЩЕ)

Керівник кваліфікаційної роботи Віктор ЗАЇКА

(підпис) (Ім'я,ПРІЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Текстова частина кваліфікаційної роботи на здобуття освітнього ступеня магістра : 110 стор., 12 рис., 9 табл., 16 джерел.

Мета роботи – дослідження і розробка методів дослідження архітектури телекомунікаційної мережі з використанням новітніх технологій.

Об'єкт дослідження – Архітектура телекомунікаційної мережі.

Предмет дослідження – Методи визначення архітектури телекомунікаційної мережі з використанням новітніх технологій.

Короткий зміст роботи: У кваліфікаційній магістерькій роботі проведений аналіз мережевої архітектури, технології доступу та досліджено основні параметри мережі. Основні цілі були поставлені для дослідження мережевої архітектури з використанням новітніх технологій

MODEL OSI, TCP/IP, WAN, LAN, XDLS, ETHERNET, 3G, 4, 5G, WIRED, WIRELESS, WIMAX, WI-FI, SATELINE, DOCSIS, PLC, FTTX.

ABSTRACT

The part of the master's qualification work: 110 pages, 12 pictures, 9 tables, 16 sources.

The purpose of the work – research and development of methods for studying telecommunications network architecture using the latest technologies.

Object of research –Telecommunications network architecture.

Subject of research – Methods for determining the architecture of a telecommunications network using the latest technologies.

Summary of the work: In the qualifying master's thesis, an analysis of network architecture, access technologies and the main network parameters were investigated. The main goals were set for the study of network architecture using the latest technologies

KEYWORDS: MODEL OSI, TCP/IP, WAN, LAN, XDLS, ETHERNET, 3G, 4, 5G, WIRED, WIRELESS, WIMAX, WI-FI, SATELINE, DOCSIS, PLC, FTTX.

ЗМІСТ

стор.

ВСТУП…….9

1 ПЕРЕХІД ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ…….10

1.1 Інфокомунікаційна мережа…….10

1.2 Визначення та структура інфокомунікацій……...11

1.3 Стандартизація…….15

1.4 Типи мереж……...16

1.5 Топологія мережі…….18

1.6 Стек протоколів TCP/IP……..24

2 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТРАНСПОРТНИХ ТЕХНОЛОГІЙ……30

2.1 Різновиди транспортних сегментів……30

2.2 Організація транспорту в сегменті LAN……...31

2.3 Технології SDH/SONET……..33

3 МЕРЕЖІ ДОСТУПУ…….39

3.1 Технології доступу……..39

3.2 Мережі мобільного доступу……...58

4 ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕРЕЖІ……..61

4.1 Критерії ефективності роботи системи управління…….61

4.2 Математичне моделювання процесу управління мережами телекомунікацій..68

4.3 Оптимізація параметрів мереж для трьох показників……..71

ВИСНОВКИ……..……..……..76

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ……..……..77

ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ…….……..……78

ВСТУП

XXI століття – це століття високих технологій, століття машин, цифрової інформації і комп’ютерів. Століття програмного забезпечення. Комп’ютер став повсякденною справою в нашому житті, він є в кожному будинку та офісі. Його можна використовувати як для роботи так і для відпочинку. Без його не обходиться не одна сфера життя. Телефонний зв’язок, банківські системи, цифрове телебачення, камери відеонагляду, медицинське обладнання – це лише малий список де використовується персональний комп’ютер.

В даний час існують різні способи зв'язку окремих комп'ютерів у мережу. Діапазон апаратних і програмних засобів, для управління ними, великий. Іноді це призводить до деякого утруднення при виборі типу мережі та її програмного забезпечення. Неправильний вибір може в подальшому призвести до неможливості функціонування програм у разі збільшення кількості комп'ютерів у мережі або зростання вимог до швидкості і обсягів інформації, що передається. Дуже важливо в достатній мірі розуміти принципи архітектури телекомунфкаційної мережі.

1 ПЕРЕХІД ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

1.1 Інфокомунікаційна мережа

Сукупність мережевих ресурсів, залучених до виробництва і надання користувачам певної послуги та певного набору послуг, прийнято називати платформою надання послуг.

Використовуючи поняття «мережеві ресурси» і «надання платформи послуги», називається поняттям «інфокомунікації» та «інфокомунікаційна мережа».

Інфокомунікації — це сукупність мережевих ресурсів, призначених для спільної участі у виробництві і наданні телекомунікаційних, інформаційних та інші послуги інформаційного суспільства.

Інформаційна комунікаційна мережа – це комплекс кінцевих пристроїв користувачів, мережевих кінцевих систем та універсальної виробничої платформи і надання послуг, що відрізняються різними вимогами користувачів до них тип та якість.

Інформаційна комунікаційна мережа це фізичний об’єкт. Кінцеві пристрої користувачів використовують пристрої, призначені роботи в телекомунікаційної мережі, які є кінцевими пристроями телекомунікаційних послуг: телефонні апарати (стаціонарні, системні, мобільні, ІЧ-телефонія), прилади телематичні послуги (факси, телетекси, відеотермінали тощо), і багатофункціональні термінали на базі ЕОМ.

Універсальна платформа для надання широкого спектру послуг інформаційно-комунікаційну мережу називається мультисервісна мережа, відмінною рисою якого є мережеве завершення з універсальним відкритим інтерфейс.

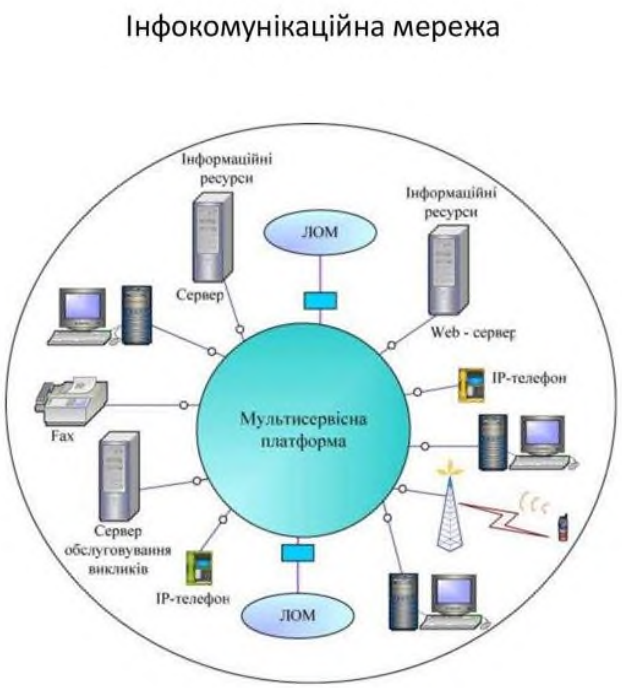


Рис. 1.1 Інфокомунікаційна мережа

1.2 Визначення та структура інфокомунікацій

Інфокомунікації разом із новим терміном означає нероздільний зв'язок інформаційно-телекомунікаційних елементів інформації. Елементи обміну розвиваються в процесі зближення. Взаємного проникнення та забезпечення доставки телекомунікаційних сигналів від джерел до споживачів, з можливістю їх ідентифікації інформативність та використання оптимальних методів обробки сигнали, включаючи методи передачі, маршрутизації, перетворення сигнали, програмування. Іншими словами, інформаційне спілкування є асоціацією телекомунікації з інформаційними, комп’ютерними технологіями та радіотехнології.

Інформаційно-комунікаційна мережа - це комплекс технічних засобів, інформаційні засоби зв'язку та засоби, призначені для маршрутизації, комутації,

передача та/або прийом знаків, сигналів, письмового тексту, зображень а також звуки чи повідомлення будь-якого роду по радіо, дроту, оптичним або інші електромагнітні системи між кінцевим обладнанням.

Глобальна інформаційна інфраструктура — це взаємопов’язана сукупність різноманітної інформації та зв’язку мережі, вони з'єднують телекомунікаційні вузли, засоби обчислювальної техніки, пристрої побутова електроніка, яка забезпечує передачу різного роду інформації, організація різноманітних інформаційних комунікаційних сервісів, у тому числі WWW, дистанційне навчання.

Канал зв'язку - це сукупність технічних засобів та середовища передачи, за допомогою якої інформація передається від джерела до одержувача або навпаки. Поняття телекомунікації походить від греків. теле - далеко і лат. communicatio — зв'язок, засіб зв'язку і транспорту, лінія сполучення.

Мережа - це набір автономних пристроїв, з'єднаних лініями з'єднання Основне призначення мережі - передавання інформації. Залежно від того, мобільний передавач або приймач інформації чи ні, розрізняють стаціонарну мережу та мобільну мережу.

Залежно від того, мобільний передавач або приймач інформації чи ні, розрізняють стаціонарну мережу та мобільну мережу. Сигнали можуть бути аналоговими і дискретними. Аналоговий сигнал є безперервною функцією часу t, тобто однозначно більшість для всіх t.

Електричний сигнал - це а результат особливого перетворення якогось фізичного процесу.

Дискретний сигнал — це існуюча для нього розривна функція часу t всі значення t, тільки на окремих окремих інтервалах виду $k\Delta t$, де k - ціле число число, Δt – фіксований інтервал часу використання сигналу.

За типом переданого сигналу розрізняють аналоговий і цифровий зв'язок Аналоговий зв'язок характеризується аналоговою модуляцією. Модуляція - це перетворення даних в електричний сигнал. Аналогова модуляція використовується для передачі даних по каналах з високим частотним

діапазоном, типовим представником якого є канал тональної частоти, що надається користувачам телефонних мереж загального користування.

Пристрій, що виконує функції модуляції несучої синусоїди на передавальній стороні і демодуляції на приймальній стороні, називається модемом (модулятором-демодулятором). Спосіб модуляції має вирішальне значення для досягнення максимальної продуктивності, можливої швидкості передачі інформації при заданій ймовірності помилкового прийому.

Мережа звязку наступного покоління NGN – Next Generation Network – це

1) мережа з пакетною комутацією, придатна для надання послуг електрозв'язку
2) мережа, придатна для використання декількох широкосмугових технологій транспортування з включеною функцією QoS
3) мережа, в якій функції, що пов'язані з обслуговуванням, не залежать від технологій, що застосовуються для забезпечення транспорту.
4) мережа, яка забезпечує вільний доступ користувачів до мереж і конкуруючих постачальників послуг.
5) мережа, яка підтримує універсальну мобільність, яка забезпечує постійне і повсюдне надання послуг користувачам. (ITU-T Rec. Y.2001)

В даний час найбільшого поширення набула чотирьохрівнева (площинна) архітектура NGN

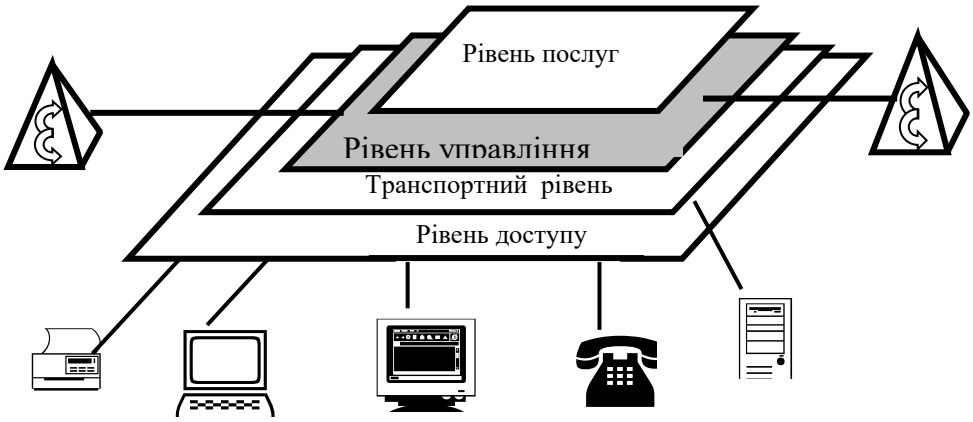


Рис.1.2 Архітектура мережі наступного покоління

Технології рівня доступу:

Системи, засновані на технологіях сімейства xDSL (Digital Subscriber Line)

Системи на базі пасивних оптичних мереж (Passive Optical Network, PON)

Мережі Ethernet - технологія, в якій в якості методу доступу до загальної шини використовувався множинний доступ з контролем несучої і виявленням колізій (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection, CSMA/CD)

Системи доступу з використанням спеціальних модемів в мережах кабельного телебачення КАТБ (Cable modems)

Комбіновані системи «волокно/коаксіал» (Hybrid Fiber/Coaxial, HFC)

Оптоволоконні системи доступуа типа FTTH (Fiber-to-the-Home), FTTB (Fiber-to-the-Building), FTTC (Fiber-to-the-Curb) - технологія, яка надає можливість побудови абонентської ділянки повністю на волоконно-оптичному кабелі.

Системи безпроводового широкосмугового доступу – застосування Wireless local loop (WLL)

Технології рівня транспорту:

Цифрова синхронна ієрархія SDH

технологія, що базуються на принципах часового мультиплексування. Для існуючих систем синхронної транспортної ієрархії SDH стандартизовані швидкості передачі від STM-1 (155 Мбіт/с) до STM-256 (40 Гбіт/с), що збільшуються від рівня до рівня з коефіцієнтом 4.

Оптичні транспортні мережі (Optical Transport Network – OTN)

будуються з набору оптичних мережних елементів, сполучених оптоволоконними каналами, здатними забезпечити такі функції, як транспорт, мультиплексування, маршрутизація, управління, контроль і живучість каналів, по яких передаються сигнали

Технологія MPLS - «багатопротокольна комутація з використанням міток» (Multiprotocol Label Switching)

Головна особливість технології MPLS – відділення процесу комутації пакету від аналізу IP-адреса в його заголовку, що дозволяє здійснювати комутацію пакетів значно швидше приводить до зростання продуктивності мережі.

1.3 Стандартизація

Стандарти у світі спілкування дуже важливі через спілкування повинні мати можливість взаємодіяти один з одним. є кілька міжнародних організації, які публікують стандарти комунікації. в тому числі:

- Міжнародна Організація по Стандартизації (ISO);
- Міжнародний союз електрозв'язку (International Telecommunication Union, ITU - одне з агентств ООН);
- Інститут інженерів електротехніки і електроніки (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE);
- Спеціальна комісія інтернет розробок (Internet Engineering Task Force, IETF).



Рис. 1.2 ITU

В Україні орган державного регулювання у сфері телекомунікації, інформатизація, використання радіочастотного ресурсу та надання послуг поштового зв'язку є Національна комісія, яка використовує державне регулювання у сфері зв'язку та інформатизації (НКРЗІ). НКРЗІ є державним колегіальним органом, підпорядкованим їй Президенту України та підзвітній Верховній Раді України. У зазначених НКРЗІ сфера повноважень органу ліцензування орган, контролюючий орган та орган державного нагляду

(контролю). Сферою управління НКРЗІ є індивідуальне державне підприємство «Український державний центр радіочастот» (УДЦР). Орган сертифікації За комунікаційні технології в УДЦР відповідає Укрчастотнагляд.

1.4 Типи мереж

1. Персональна мережа - одна з невеликих і базових мереж, PAN частіше всього має безпровідний модем, один чи декілька комп'ютерів, також в мережі може бути пару телефонів, принтерів, планшетів і т.д. Такою мережею частіше всього користується одна людина (чи декілька людей, наприклад, сім'я) в певному приміщені. Такі типи мереж частіше всього знаходяться в невеликих офісах чи квартирах і керуються однією людино чи організацією.
2. Локальна мережа – це найбільш часто згадувана мережа, і одна із самих поширених. На даний момент LAN є однією із самих оригінальних і простих типів мереж. Вони з'єднують групи комп'ютерів і різні низьковольтні пристрої на короткій відстані.
3. Безпровідна локальна мережа функціонує фактично як і локальна, но з використанням технології безпровідної мережі, (WIFI). Частіше всього WLAN пристрої функціонують без фізичних кабелів для того щоб підключитись до мережі.
4. Глобальна мережа об'єднує комп'ютери на великій відстані. Це дозволяє різним пристроям віддалено з'єднуватись одним з іншим через одну велику мережу, для того щоб обмінюватись даними, навіть якщо вони знаходяться на дуже великій відстані один від одного. Найбільше наглядовим прикладом WAN є Інтернет, котрий об'єднує комп'ютери по всьому світу. Через великого охоплення глобальної мережі вона зазвичай належить кільком інтернет провайдерам або державам і підтримується ними.
5. Віртуальна приватна мережа дає можливість користувачам обмінюватись

даними, так, якщо би їх пристрої були підключені до другої приватної мережі. За допомогою віртуального з'єднання точка-точка користувачі можуть отримати віддалений доступ до приватної мережі із другого сегменту.

6. Мережа збереження даних виділена високошвидкісна мережа, об'єднує спільні пристрої збереження даних з серверами SAN можуть не залежити від локальних та глобальних мереж. Їх власна високошвидкісна мережа може зберігати ресурси збереження даних. Доступ до SAN можливий також як до диску, підключеного до серверу. SAN включають конвергентні віртуальні і уніфіковані типи мереж.
7. Міські мережі більші, чим локальні, но менші, чим глобальні, тапоєднують частини двох типів мереж MAN охоплюють весь географічний район.
8. Системна мережа - одна з самих нових мереж та появилась відносно недавно. Вона використовується для корекції роботи локальної мережі, яка в свою чергу призначена для забезпечення високошвидкісного з'єднання в додатках сервер-сервер, мережах збереження даних і міжпроцесорних додатках. Комп'ютери, підключені до мережі SAN, працюють як єдине ціле на дуже великих швидкостях.
9. Технологія POLAN може виступати в якості альтернативи стандартним комутуючим локальним мережам Ethernet. Вона без проблем може інтегруватись в структуровані кабелі і долати з підтримкою традиційних протоколів Ethernet і мережевих додатків, таких як PoE (Power over Ethernet). Архітектура багатоадресної локальної мережі POLAN використовує оптичні разветвители для розділення оптичного сигналу від однієї ниті одномодового оптичного волокна на декілька сигналів для обслуговування користувачів і пристроїв.
10. Корпоративна приватна створена і належить підприємстві, котрі хочуть безпечно підключатись з різних міст для спільного використання комп'ютерних ресурсів.

1.5 Топологія мережі

Топологія мережі - це розташування елементів (ланок, вузлів тощо) комунікаційної мережі. Топологія мережі може бути використана для визначення або опису розташування різних типів телекомунікаційних мереж, включаючи командні та контрольні радіомережі, промислові польові шини та комп'ютерні мережі.

При організації комп'ютерної мережі виключно важливим є вибір топології, а саме компонування мережевих пристроїв та кабельної інфраструктури. Потрібно вибрати таку топологію, щоб забезпечити надійну та ефективну роботу мережі, зручне управління потоками мережевих даних. Бажано також, щоб мережа за вартістю створення та супроводом вийшла недорогою, але й залишалися можливості для її подальшого розширення та, бажано, для переходу до більш високошвидкісних технологій зв'язку.

В комп'ютерних мережах існує декілька базових топологій. Перша базова топологія називається повнозв'язкова. В цьому випадку кожен мережевий пристрій в мережі має пряме з'єднання із всіма іншим мережевим пристроями в цій мережі. Перевага такої топології це прямий канал до кожного пристрою в цій мережі через який можна передавати дані. Недолік в тому, що потрібно дуже багато з'єднань і багато мережевих адаптерів для підключення з'єднання. Якщо в мережі працює 1000 пристроїв, то цій мережі повнозв'язкова топологія неможлива.

Топологія мережі - це топологічна структура мережі і може бути зображена фізично або логічно. Це застосування теорії графів, де комунікаційні пристрої моделюються як вузли, а зв'язки між пристроями моделюються як зв'язки або лінії між вузлами. Фізична топологія - це розміщення різних компонентів мережі (наприклад, розташування пристрою та встановлення кабелю), тоді як логічна топологія ілюструє, як дані протікають усередині мережі. Відстані між вузлами, фізичними взаємозв'язками, швидкістю передачі або типами сигналів можуть відрізнятися між двома різними мережами, проте

їх логічна топологія може бути однаковою. Фізична топологія мережі є особливим питанням фізичного рівня моделі OSI.

Приклади мережевих топологій можна знайти в локальних мережах (LAN), загальних комп'ютерних мережевих установках. Будь-який даний вузол у локальній мережі має одне або кілька фізичних посилань на інші пристрої в мережі; графічне відображення цих посилань призводить до геометричної фігури, яка може бути використана для опису фізичної топології мережі. У локальних мережах використовується широкий спектр фізичних топологій, включаючи кільце, шину, сітку та зірку. І навпаки, відображення потоку даних між компонентами визначає логічну топологію мережі. Для порівняння, розповсюджені в транспортних засобах мережі контролерів - це в основному мережі розподілених систем управління одного або декількох контролерів, взаємопов’язаних із датчиками та виконавчими механізмами, що стосується, звичайно, фізичної топології шини.

Існують 2 основні категорії мережевих топологій - фізична та логічна.

Макет середовища передачі, що використовується для зв'язку пристроїв, є фізичною топологією мережі. Що стосується провідних або волоконно-оптичних середовищ, це стосується компонування кабелю, розташування вузлів та зв’язків між вузлами і кабелями. Фізична топологія мережі визначається можливостями пристроїв і носіїв доступу до мережі, рівнем контролю або бажаною стійкістю до відмов, а також вартістю, пов'язаною з кабельними та телекомунікаційними схемами.

Логічна топологія - це спосіб дії сигналів на мережевий носій інформації або спосіб передачі даних через мережу від одного пристрою до іншого без урахування фізичного взаємозв’язку пристроїв. Логічна топологія мережі не обов'язково є такою ж, як її фізична топологія. Наприклад, оригінальна вита пара Ethernet з використанням концентраторів-ретрансляторів була логічною топологією шини, що переноситься на фізичну топологію зірки. Token Ring - це логічна топологія кільця, але вона підключена як фізична зірка від блоку доступу до медіа. Фізично AFDX може бути каскадною зірковою топологією

декількох подвійних резервних комутаторів Ethernet; однак віртуальні посилання AFDX моделюються як з'єднання шини з одним передавачем з перемиканням у часі, таким чином, дотримуючись моделі безпеки топології шини одного передавача, яка раніше використовувалася в літаках. Логічні топології часто тісно пов'язані з методами та протоколами контролю доступу до медіа. Деякі мережі можуть динамічно змінювати свою логічну топологію шляхом зміни конфігурації своїх маршрутизаторів і комутаторів.

Існує три основних топології мережі:

1. Шина (bus), паралельне підключення однієї лінії зв’язку, інформація до кожного пристрою передається одночасно.

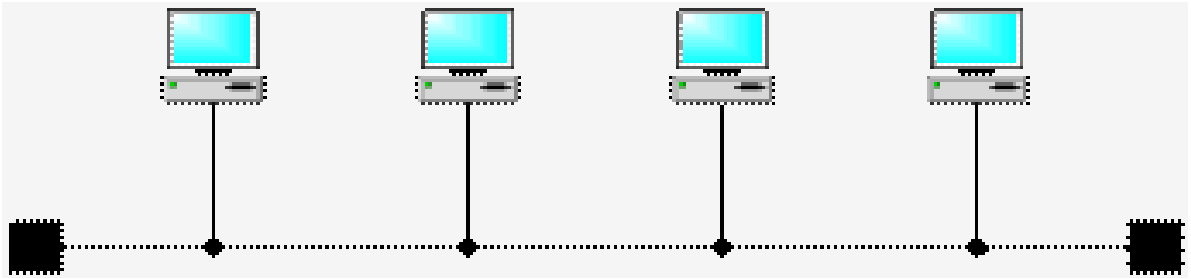


Рис. 1.3 Топологія шина

2. Кільце (star), при якій кожний пристрій передає інформацію тільки одному пристрою, наступному в ланцюжку, а одержує інформацію тільки від попереднього пристрою в ланцюжку, і цей ланцюжок замкнутий в кільце.

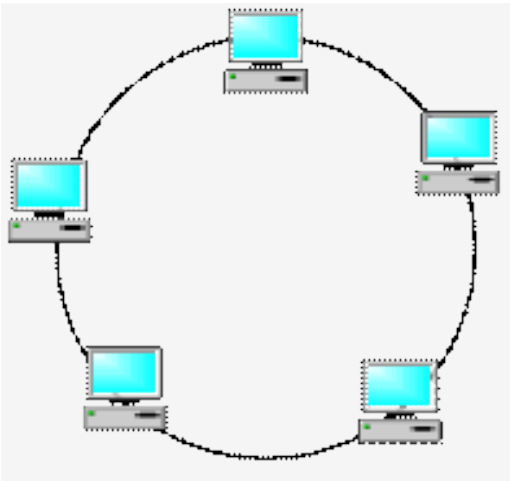


Рис. 1.4 Топологія кільце

3. Зірка (ring), при якій до одного центрального комп’ютера під’єднані інші периферійні комп’ютери, причому кожен з них використовує свою окрему лінію.

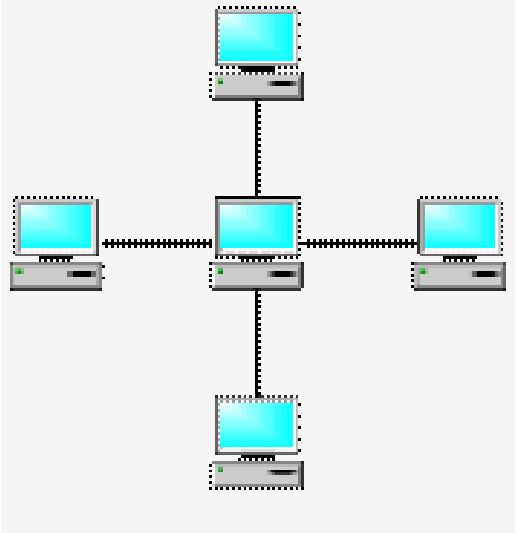


Рис. 1.5 Зірка

У локальних мережах із використанням топології шини кожен вузол з'єднаний інтерфейсними роз'ємами до одного центрального кабелю. Це ``шина", яку також називають магістральною. Вся передача даних між вузлами в мережі передається через цей загальний носій передачі і може приймати всі вузли в мережі одночасно.

Сигнал, що містить адресу передбачуваної приймальної машини, надходить від вихідної машини в обох напрямках до всіх машин, підключених до шини, поки не знайде призначеного одержувача, який потім прийме дані. Якщо адреса машини не відповідає призначеній для даних адресі, частина даних сигналу ігнорується. Оскільки топологія шини складається лише з одного дроту, її реалізація дешевша, ніж інші топології, але економія компенсується більшими витратами на управління мережею. Крім цього, оскільки мережа залежить від одного кабелю, це може бути однією точкою відмови мережі. У цій топології дані, що передаються, можуть отримати доступ до будь-якого вузла.

У лінійній шинній мережі всі вузли мережі з'єднані із загальним середовищем передачі, який має лише дві кінцеві точки. Коли електричний сигнал досягає кінця шини, сигнал відбивається назад по лінії, викликаючи небажані перешкоди. Щоб запобігти цьому, дві кінцеві точки шини зазвичай закінчуються пристроєм, який називається термінатором.

У розподіленій шинній мережі усі вузли мережі з'єднані з загальним середовищем передачі з більш ніж двома кінцевими точками, створеними додаванням гілок до основної секції середовища передачі - фізична топологія розподіленої шини функціонує точно так само як фізична топологія лінійної шини, оскільки всі вузли мають спільне середовище передачі.

Топологія шина, при якій усі мережеві пристрої підключені до деякого середовища передачі даних. В простому випадку це звичайний мідний кабель. Дані які передаються в це середовище, доступні всім мережевим пристроям в цій топології.

Топологія кільця - це ланцюжок пристроїв у замкнутому циклі. Дані переміщуються по кільцю в одному напрямку. Коли один вузол надсилає дані іншому, дані проходять через кожен проміжний вузол кільця, поки не досягнуть місця призначення. Проміжні вузли повторюють дані, щоб зберегти сигнал сильним. Кожен вузол є однолітком; немає ієрархічних відносин клієнтів та серверів. Якщо один вузол не може повторно передавати дані, він перетинає зв'язок між вузлами до і після нього в шині.

У топології зірок кожен периферійний вузол підключений до центрального вузла, який називається концентратором або комутатором. Хаб - це сервер, а периферія - клієнти. Мережа не обов'язково повинна нагадувати зірку, щоб класифікуватися як зіркова мережа, але всі периферійні вузли мережі повинні бути підключені до одного центрального концентратора. Весь трафік, який проходить через мережу, проходить через центральний концентратор, який виконує роль повторювача сигналу.

В топології зірка мережевий пристрій підключається не на пряму один до одного, а через центральний хаб. Передача даних від одного пристрою до

іншого відбувається через цей центральний пристрій. В якості центрально пристрою зазвичай є не комп’ютери, а мережеве обладнання. Наприклад комутатор, концентратор, маршрутизатор чи точка доступу wifi.

Топологія зірок вважається найпростішою топологією для проектування та реалізації. Однією з переваг топології зірок є простота додавання додаткових вузлів. Основним недоліком топології зірки є те, що маточина являє собою єдину точку відмови. Крім того, оскільки вся периферійна комунікація повинна проходити через центральний концентратор, сукупна центральна смуга пропускання утворює мережеве вузьке місце для великих кластерів.

Топологія розширеної мережі зірок розширює фізичну топологію зірок на один або більше повторювачів між центральним вузлом і периферійними вузлами. Повторювачі використовуються для збільшення максимальної відстані передачі фізичного рівня, відстані між центральним вузлом і периферійними вузлами. Повторювачі забезпечують більшу відстань передачі, ніж це було би можливо, використовуючи лише потужність передачі центрального вузла. Застосування повторювачів також може подолати обмеження від стандарту, на якому базується фізичний рівень.

Фізична розширена топологія зірок, в якій ретранслятори замінюються концентраторами та комутаторами, є різновидом гібридної мережевої топології та називається фізичною ієрархічною топологією зірок, хоча деякі тексти не роблять різниці між цими двома топологіями.

Фізичну ієрархічну топологію зірок також можна назвати топологією рівня зірка, ця топологія відрізняється від топології дерева тим, як зіркові мережі з'єднані між собою. Топологія зірка використовує центральний вузол, тоді як топологія дерева використовує центральну шину, а також може називатися мережею зірка-шина.

Розподілена зірка - це мережева топологія, яка складається з окремих мереж, які базуються на фізичній топології зірки, з'єднаній лінійно - тобто, "ланцюжковою ланцюжком" - без центральної або верхньої точки з'єднання (наприклад, дві або більше " складені `` концентратори " разом із пов'язаними

зірками, пов'язаними вузлами або `` спицями ").

1.6 Стек протоколів TCP/IP

Термін TCP/IP зазвичай відноситься до всього, що пов'язано з протоколами IP і TCP. Він включає в себе ціле сімейство протоколів, додатків і навіть саму мережу. До сімейства протоколів відносяться UDP, ARP, ICMP, TELNET, FTP і багато інших. TCP/IP - це технологія міжмережевого зв'язку, технологія Інтернету. Якщо йдеться про глобальну мережу, що об'єднує безліч мереж із технологією Internet, то її називають Internet.

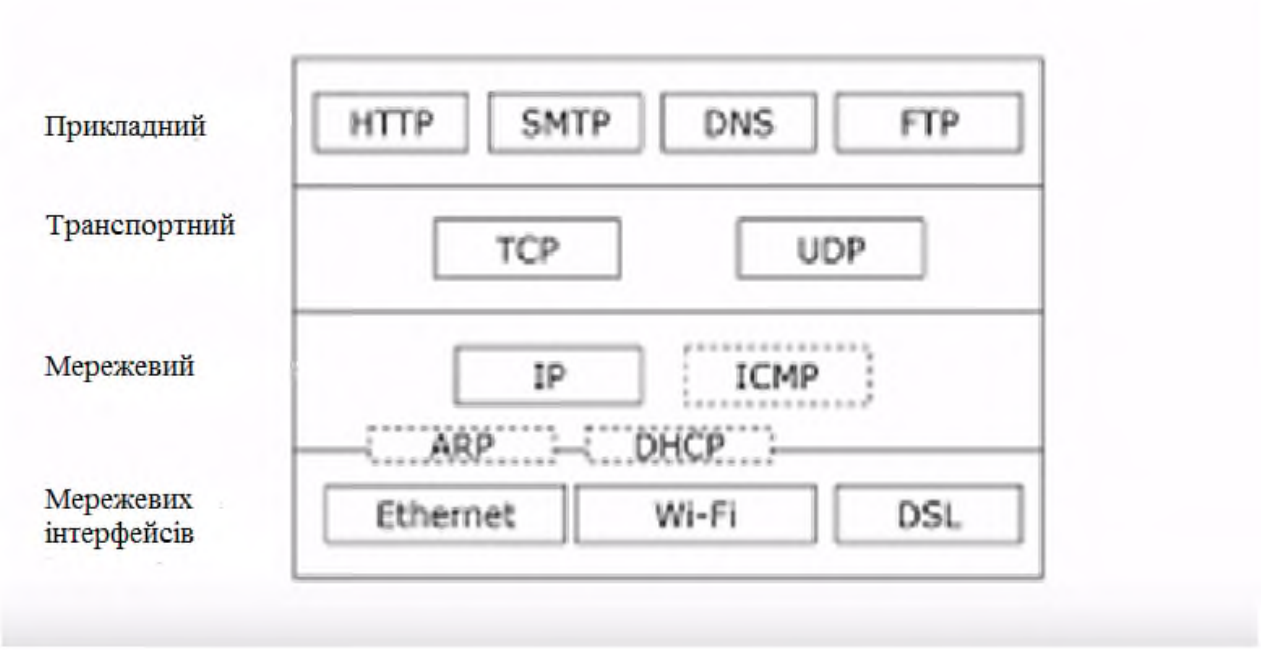


Рис. 1.6. TCP/IP

Стек протоколів Інтернету, широко відомий як TCP/IP, є основою для організації набору комунікаційних протоколів, що використовуються в Інтернеті та подібних телекомунікаційних мережах за функціональними критеріями. Основоположними протоколами цього набору є протокол

управління передачею (Transmission Control Protocol, TCP), протокол користувацьких дейтаграм (User Datagram Protocol, UDP) та протокол Інтернету (Internet Protocol, IP). При розробці цієї мережевої моделі ранні її версії були відомі як модель Міністерства оборони (DoD), оскільки дослідження і розробки фінансувалися Міністерством оборони США через агентство DARPA.

Набір протоколів Інтернету забезпечує наскрізну передачу даних, визначаючи, як дані повинні бути упаковані, адресовані, передані, маршрутизовані та отримані. Ця функціональність організована в чотири рівні абстракції, які класифікують всі пов'язані протоколи відповідно до сфери застосування кожного протоколу в мережі. Реалізація рівнів для конкретного застосування утворює стек протоколів. Від найнижчого до найвищого, це канальний рівень, що містить методи передачі даних, які залишаються в межах одного сегмента мережі (каналу), інтернет-рівень, що забезпечує взаємодію між незалежними мережами, транспортний рівень, що забезпечує зв'язок між хостами; і прикладний рівень, що забезпечує обмін даними між процесами для додатків.

Принцип наскрізного зв'язку еволюціонував з часом. Його початкове вираження ставило підтримку держави і загального інтелекту на периферію і припускало, що Інтернет, який з'єднує периферію, не зберігає ніякої держави і зосереджується на швидкості і простоті. Реальні потреби в брандмауерах, трансляторах мережевих адрес, кешах веб-контенту тощо змусили змінити цей принцип.

Принцип надійності говорить: "Загалом, реалізація повинна бути консервативною у своїй поведінці при відправленні та ліберальною у своїй поведінці при отриманні. Тобто, вона повинна бути обережною при відправленні добре сформованих дейтаграм, але повинна приймати будь-які дейтаграми, які вона може інтерпретувати (наприклад, не заперечувати проти технічних помилок, якщо значення все одно зрозуміле)". "Друга частина принципу майже настільки ж важлива: програмне забезпечення на інших хостах може містити недоліки, які роблять нерозумним використання законних, але

незрозумілих функцій протоколу".

Інкапсуляція використовується для забезпечення абстрагування протоколів і сервісів. Інкапсуляція зазвичай узгоджується з поділом набору протоколів на рівні загальної функціональності. Загалом, додаток (найвищий рівень моделі) використовує набір протоколів для передачі своїх даних вниз по рівнях. На кожному рівні дані додатково інкапсулюються.

Прикладний рівень - це сфера, в якій додатки або процеси створюють дані користувача і передають ці дані іншим додаткам на іншому або тому ж хості. Додатки використовують послуги, що надаються нижчими рівнями, особливо транспортним рівнем, який забезпечує надійні та ненадійні канали зв'язку з іншими процесами. Комунікаційні партнери характеризуються архітектурою додатків, наприклад, клієнт-серверною моделлю та одноранговими мережами. Це рівень, на якому працюють всі прикладні протоколи, такі як SMTP, FTP, SSH, HTTP. Звернення до процесів здійснюється через порти, які по суті представляють собою сервіси.

Транспортний рівень забезпечує зв'язок між хостами в локальній мережі або у віддалених мережах, розділених маршрутизаторами. Він забезпечує канал для комунікаційних потреб додатків. UDP є базовим протоколом транспортного рівня, що забезпечує ненадійну службу передачі дейтаграм без з'єднання. Протокол управління передачею забезпечує управління потоком, встановлення з'єднання та надійну передачу даних.

Інтернет-рівень забезпечує обмін дейтаграмами через мережеві кордони. Він забезпечує єдиний мережевий інтерфейс, який приховує фактичну топологію (структуру) основних мережевих з'єднань. Таким чином, це також рівень, який встановлює роботу в мережі Інтернет. Дійсно, він визначає і встановлює Інтернет. Цей рівень визначає структури адресації та маршрутизації, що використовуються для набору протоколів TCP/IP. Основним протоколом у цій сфері є Інтернет-протокол, який визначає IP-адреси. Його функція в маршрутизації полягає в транспортуванні дейтаграм до наступного вузла, що функціонує як IP-маршрутизатор, який має зв'язок з мережею,

ближчою до кінцевого пункту призначення даних.

Канальний рівень визначає мережеві методи в межах каналу локальної мережі, по якому хости взаємодіють без втручання маршрутизаторів. Цей рівень включає протоколи, що використовуються для опису топології локальної мережі, та інтерфейси, необхідні для впливу на передачу дейтаграм Інтернет-рівня до сусідніх хостів.

Транспортний рівень знаходить на 4 рівні моделі OSI та на 3 рівні в моделі TCP/IP. Завдання транспортного рівня – передача даних між процесами на хостах адресації.

Для адресації на транспортному рівні використовується порти. Це просто число від 1 до 65535. Номери у процесів на одному хості не повинні повторюватись, інакше ми не зможемо зрозуміти якому конкретно процесу відправити пакет даних. Записуються порти наступним чином: 192.168.1.3:80.

Для того щоб підключитись до якогось сервісу в інтернеті, нам потрібно прописати не лише IP адресу, а і порт. Через це домовились, що популярні сервіси будуть завжди працювати на одних тих самих портах. Ці порти називаються well now in port. Наприклад протоколи http працюють на порту номер 80. Єдине обмеження роботи на цих портах, що на них можуть працювати користувачі з правами адміністратора. Це root в unix чи адміністратор в windows.

Якщо ви розробляєте свій сервіс і хочете щоб користувачі знали на якому порті він працює, ви можете зареєструвати цей порт в організації Internet Assigned Numbers та вибрати собі порт із діапазону 1025-49151. При цьому потрібно перевірити, щоб цей порт не був зареєстрований ніяким іншим розробником.

Хочу відмити, що використання як well now in port так і зареєстрованих портів це просто домовленість. Наприклад, веб –сервер може працювати не тільки на 80 порті, а і на будь якому іншому. Часто використовується порт 88. Якщо ви підключаєтесь до веб-серверу ви повинні вказати порт, на якому він працює.

Також існують динамічні порти, які працюють в діапазоні 49151-65535. Динамічні порти назначаються операційною системою клієнта. Клієнту так само як і серверу необхідно не тільки айпі адреса, а і порт. В випадку з клієнтом номер

порту немає принципового значення, так як клієнт відправляє запит серверу і сервер в запиті побачить айпі адресу клієнта та його порт. Через це операційна система назначає клієнтам автоматично із діапазону динамічних портів.

Три верхні рівні моделі OSI, тобто прикладний рівень, рівень представлення та сеансовий рівень, не виділяються окремо в моделі TCP/IP, яка має лише прикладний рівень над транспортним рівнем. Хоча деякі додатки чистого протоколу OSI, такі як X.400, також поєднують їх, немає вимоги, щоб стек протоколів TCP/IP накладав монолітну архітектуру над транспортним рівнем. Наприклад, прикладний протокол NFS працює поверх протоколу представлення зовнішніх даних (External Data Representation, XDR), який, у свою чергу, працює поверх протоколу під назвою Remote Procedure Call (RPC). RPC забезпечує надійну передачу записів, тому він може безпечно використовувати найкращий транспорт UDP.

Різні автори по-різному інтерпретують модель TCP/IP і не згодні з тим, чи канальний рівень або будь-який аспект моделі TCP/IP охоплює питання рівня 1 OSI (фізичного рівня), чи TCP/IP припускає, що під канальним рівнем існує апаратний рівень.

Деякі автори намагалися включити рівні 1 і 2 моделі OSI в модель TCP/IP, оскільки саме на них зазвичай посилаються в сучасних стандартах (наприклад, IEEE і ITU). Це часто призводить до моделі з п'ятьма рівнями, де канальний рівень або рівень доступу до мережі розділений на рівні 1 і 2 моделі OSI.

Зусилля IETF з розробки протоколів не пов'язані з суворим розподілом рівнів. Деякі з її протоколів можуть не повністю вписуватися в модель OSI, хоча RFC іноді посилаються на неї і часто використовують старі номери рівнів OSI. IETF неодноразово заявляла, що розробка протоколів та архітектури Інтернету не має на меті бути сумісною з OSI. RFC 3439, що стосується архітектури Інтернету, містить розділ під назвою: "Розшарування, що вважається шкідливим".

Наприклад, сеансовий і презентаційний рівні набору OSI вважаються включеними в прикладний рівень набору TCP/IP. Функціональність сеансового

рівня можна знайти в таких протоколах, як HTTP і SMTP, і більш очевидно в таких протоколах, як Telnet і SIP (Session Initiation Protocol). Функціональність сеансового рівня також реалізується за допомогою нумерації портів протоколів TCP і UDP, які входять до транспортного рівня набору TCP/IP. Функції рівня представлення реалізуються в додатках TCP/IP з використанням стандарту MIME при обміні даними.

Ще одна відмінність полягає у ставленні до протоколів маршрутизації. Протокол маршрутизації OSI IS-IS належить до мережевого рівня, і не залежить від CLNS для доставки пакетів від одного маршрутизатора до іншого, а визначає власну інкапсуляцію третього рівня. На відміну від цього, OSPF, RIP, BGP та інші протоколи маршрутизації, визначені IETF, транспортуються через IP, і з метою відправлення та отримання пакетів протоколів маршрутизації маршрутизатори виступають в ролі хостів. Як наслідок, RFC 1812 включає протоколи маршрутизації в прикладний рівень. Деякі автори, такі як Tanenbaum в Computer Networks, описують протоколи маршрутизації в тому ж рівні, що і IP, аргументуючи це тим, що протоколи маршрутизації інформують рішення, прийняті в процесі пересилання маршрутизаторами. Протоколи IETF можуть бути інкапсульовані рекурсивно, як це демонструють протоколи тунелювання, такі як Generic Routing Encapsulation (GRE). GRE використовує той же механізм, що і OSI для тунелювання на мережевому рівні.

2 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

2.1 Різновиди транспортних сегментів

Транспортна мережа виконує функцію перерозподілу трафік між всіма підключеними телекомунікаційними пристроями в мережі і є сегмент формування суто транзитних перевезень. Такий сегмент може бути доступний у мережах, які охоплюють різні території.

Backbone - сегмент, побудований з використанням обладнання та телекомунікаційні технології фізичного рівня. Різниця в топології фізичних з'єднань в процесі виконання основної лінії (ланцюжок, кільце) відображено таких поняттях як: «загальний автобус», «backbone network», «транспортне в кільце».

Основна магістральна мережа - сегмент, утворений набором опорних вузлів, з’єднані поперечними магістралями, с використання канального обладнання та технологій рівень. Чим повніше підключення до мережі підтримки, тим надійність цього сегмента вище.

Зруйнований backbone – підтягнутий до точки опорної мережі (точніше, однієї опорний вузол). З'єднання окремих сегментів в в цьому випадку воно здійснюється протягом одного 306 пристрій зв'язку (магістр комутатор або маршрутизатор).

Core Network – сегмент базового рівня мережевої інфраструктури, реалізована з використанням технологій фізичного, канального та мережеві рівні моделей OSI/ISO; через мережу різних операторів і провайдерів у глобальній мережі.

Сегмент стовбура може формуватися на рівні доступу, розподілу або ядра мережі. Основними факторами, які виникають у цьому випадку, є: розмір території, що покривається мережею, вимоги до пропускної здатності Можливості SFTT та інтенсивність транзитного трафіку, вимоги до розширюваності та масштабованості мережі, а також ліміт витрат.

Будівництво транспортних мереж базується на згадані вище принципи побудови сегментів фізичного, рівні каналу та мережі моделей OSI/ISO. однак, Розроблена частина для сегментів LAN, MAN і WAN спочатку різні телекомунікаційні технології, потім елементи обладнання, необхідне для створення відповідних їм SFTT, мають певні відмінності.

2.2 Організація транспорту в сегменті LAN

Об'єднані мережі невеликих робочих груп підприємство або відділ можуть бути організовані шляхом підтримки магістралі типу «загальний автобус». В мережах Ethernet для цього, таким чином, використовується "товстий" або 308 «тонкий» коаксіал, з'єднаний спліттером, так званий «зуб вампіра». Зуб розгалуження такий спеціальна тонка голка, яка вводиться на половину товщини внутрішня жила кабелю.

Вони збільшують фізичний розмір стовбура за рахунок застосування повторювачів.

Повторювач — це двопортовий пристрій, призначений для для з’єднання фізичних сегментів коаксіального кабелю єдине середовище розповсюдження.

Магістраль магістрального типу може утворюватися з’єднаними ланцюговими концентраторами (хаби) – обладнання фізичного рівня для місцевих ланцюг.

Хаб — це багатопортовий повторювач. Принцип його роботи полягає в побітовому повторенні кадру на усіх або деяких портах, в залежності від конкретного алгоритму, визначається відповідним стандартом застосовуваної мережі технології. Це еквівалентно поширенню сигналу в коаксіальний кабель. Концентратори розрізняють за типом мережева технологія, для якої вони призначені, доступність додаткові функції (підтримка резервного підключення, захист від несанкціонований доступ), конструктивне виконання (багатосегментний, стопковий).

Основний кампус створений за типом «транспортне кільце» за

технологією FDDI.

FDDI (Fiber Distributed Data Interface) - технологія сегмента локальної мережі, в якій для середовища передачі використовується оптоволоконний кабель. Стандарти ISO 9314.xx, який описує FDDI, гарантує передачу даних із 310 на швидкості 100 Мбіт/с з подвійним кільцем довжиною до 100 км з токеном доступу. Подвійне кільце забезпечує захист 1+1 (основний і резервний шлях), таким чином збільшуючи відмовостійкість мережі завдяки стандартиз процедура відновлення після збоїв різного типу.

Кільця в мережах FDDI є спільними середовище передачі, в якому доступний фізичний протокол рівень, підрівень протоколу доступу маркерів до середовища (MAS) і протокол узгодження логічного керування з'єднанням (LOC), визначено в стандарті IEEE 802.2. Технологія FDDI є частиною стандартів 802. Особливості Технологія FDDI є рівнем SMT (Station Management) - керування підключеним вузлом. Він вивчає конфігурацію підключеного вузла та надає ключ збір статистики та ізоляція неактивних елементів, генерація діагностичний персонал, планування навантаження тощо перенаправлення потоків даних на вторинне кільце у випадку аварії. Іноді використовується вторинне кільце, збільшити пропускну здатність мережі до 200 Мбіт/с.

Підключаються адаптери FDDI з оптичними трансиверами робочі станції (вузли) після до кільця або через hub. За конструкцією вони нагадують мережеві адаптери інших технологій, але вимагають висок продуктивність шини і процесора, а також їх ціна може перевищує ціну комп'ютера.

Концентратори FDDI розрізняються за методом підключення до основного кільця DAC (Dual Attached Concentrator) – концентратор подвійне з'єднання, що дає можливість підключ вузли з подвійним кільцем (хости та концентратори) одинарне з'єднання; SAC (Singl Attached Concentrator) – концентратор єдиного з'єднання, що дає можливість підключ одиничні вузли з'єднання.

Концентратори FDDI зазвичай є модульними Структура Модулі можуть

мати фіксований набір портів і змішані інтерфейсні модулі (для різних типів опт середовищах). Для підключення вузлів, які не потребують повної пропускної здатності FDDI часто знижується концентратори, які мають вбудовані мости для перемикання інші мережеві технології.

Мости FDDI з'єднують сегменти (кілька кілець FDDI) між собою або з мережевими сегментами подібних технологій (Ethernet, Token Ring). Мости не об'єднують кільце в одне ціле велике кільце, в них передбачені лише каркаси даних між сегментами. Містки для з'єднання відрізків с інші технології поділяються на два види: передав і інкапсуляція. Трансляційний міст трансформує кадр інша технологія в кадрі FDDI, яка дозволяє налаштовувати з’єднання, наприклад, між вузлом Ethernet і FDDI. Інкапсулюючі мости працюють в парі: міст-передавач поміщає отриманий «чужий» кадр у поле даних кадру FDDI технологій і передає його через протокол FDDI на міст-приймач, який, у свою чергу, витягує інкапсульований кадр «чужих» технологій і переносить її в інший сегмент для протокол відповідної технології. точно інкапсулюючі містки дають можливість використовувати сегмент FDDI є лише основою, а не можливістю встановити прямий зв'язок з кінцевими вузлами локальна мережа.

2.3 Технології SDH/SONET

Мультиплексування інформаційних потоків при формуванні потужних регіональних і міжрегіональних каналів має два варіанти. Один заснований на синхронному мультиплексуванні та називається синхронною цифровою ієрархією (SDH), інший використовує простий асинхронний обмін пакетами та називається асинхронним режимом.

Технологія SDH займає важливе місце в світі телекомунікацій і стає основою практично всіх великих мереж — регіональних, національних і міжнародних. Розроблено в Європі з метою підтримки стандартного протоколу взаємодії провайдерів; уніфікувати американську, європейську та японську

цифрові системи; забезпечити мультиплексування цифрових сигналів на гігабітних швидкостях; для забезпечення підтримки функцій OA&M (експлуатації, адміністрування та обслуговування).

SDH використовується при створенні надійних транспортних мереж з комутацією каналів на основі синхронного мультиплексування з тимчасовим поділом TDM (Time Division Multiplexing), що дозволяє глибоко формувати цифрові канали в широкому діапазоні швидкостей — від декількох мегабіт до десятків гігабіт. в секунду. Основна сфера його застосування - первинні мережі операторів зв'язку.

Стандарт SDH призначений для заміни ієрархії асинхронних ліній E-1/E-3 і в даний час реалізований багатьма мережами. Це модифікація американського стандарту передачі даних по оптичних каналах зв'язку SONET (синхронна оптична мережа). якщо його назва SONET не обмежується оптичними каналами. Специфікація містить вимоги до оптичного одномодового та багатомодового волокна, а також до коаксіального кабелю CATV 75. Пропускна здатність SONET починається з 51,84 Мбіт/с STS-1 (синхронний транспортний сигнал - 1). Більш висока швидкість передачі інформації в SONET кратна цьому значенню

Таблиця 2.1

Стандартизовані швидкості передачі (кратні швидкості 64 кбіт/с)

STS-1	51,840		STS-18	933,120
STS-3	155,520		STS-24	1244,160
STS-9	466,560		STS-36	1866,240
STS-12	622,080		STS-48	2488,320

Таблиця 2.2

Відповідність каналів SONET і SDH

SONET	SDH
STS-3c	STM-1
STS-12c	STM-4
STS-48c	STM-16

SONET використовує вдосконалену плезіохронну схему мультиплексування каналів PDH (плезіохронна цифрова ієрархія - plesios - закрити). Плезіохронна (майже синхронна) ієрархія використовує бітове мультиплексування, а не байтове відвідування. Мультиплексор формує з N вхідних потоків один вихід (мережі, де різні тактові частоти фазовані з високими стандартами, але всі вони прив’язані до однієї базової частоти за допомогою плезіохрону). Швидкість різних каналів може не збігатися, і немає структури, яка могла б розмістити бітові позиції для кожного з каналів, використовуючи побітову синхронізацію. Тому мультиплексор сам вирівнює швидкість вхідних потоків шляхом вставки (або видалення) відповідної кількості бітів. Інформація про вставлені та видалені біти передається по службових каналах.

Таблиця 2.3

Порівняння європейської, американської та японської ієрархії каналів

Рівень Ієрархії	Швидкості передачі для ієрархій		
	Американська 1544 кбіт/с	Європейська 2048 кбіт/с	Японська 1544 кбіт/с
0	64 (DS0)	64	64
1	1544 (DS1)	2048 (E1)	1544 (DS1)
2	6312 (DS2)	8448 (E2)	6312 (DS2)
3	44736 (DS3)	34368 (E3)	32064 (DSJ3)
4	27417 (ITU-T)	139264 (E4)	97728 (DSJ4)

Стандарт Frame Relay. Стандарт Frame Relay є одним із відносно нових телекомунікаційних протоколів (1993 р.), він забезпечує швидкість передачі даних (1,5 Мбіт/с), менші затримки, але меншу надійність доставки інформації, ніж протокол X.25. Frame Relay призначений для міжмережевого обміну і орієнтований на підключення. Цей стандарт вводить концепцію зобов’язаної швидкості передачі інформації (CIR) — погодженої швидкості передачі, яка забезпечує кожній програмі гарантовану пропускну здатність. Якщо програма не повністю використовує виділену смугу, інші програми можуть поділитися

безкоштовним ресурсом між собою. Frame Relay гарантує вищу швидкість, ніж X.25. Стандарт передбачає 2-, 3- і 4-байтові формати заголовків і синхронну передачу даних. Застосування інтеграції гарантує транспортування пакетів інших протоколів через мережу Frame Relay. Максимальний розмір кадру становить 1600 октетів.

Технологія ISDN. Технологія ISDN (Integrated Services Digital Network) була запропонована групою в 1971 році. Основна мета ISDN полягає в передачі потоку 64 кбіт/с через дротову лінію абонента та забезпеченні інтеграції телекомунікаційних послуг (телефон, факс, передача даних, тощо). Використання телефонних проводів для цієї мети має дві переваги: вони вже використовуються і можуть використовуватися для живлення кінцевого обладнання.

Базова конфігурація каналу (2*B+D=2*64+16=144 кбіт/с.) Різні B-канали і допоміжний D-канал ISDN може запропонувати інші канали з більшою пропускною здатністю, канал H0 із пропускною здатністю 384 кбіт/с, H11 — 1536 і H12 — 1920 кбіт/с (реальна швидкість цифрового потоку). Для основних каналів (1544 і 2048 Кбіт/с) пропускна здатність D-каналу може становити 64 Кбіт/с.

ISDN передбачає, що інформація передається в цифровому вигляді по телекомунікаційних каналах. Уніфікація швидкості передачі даних в ISDN сприяє зменшенню габаритів мережевого обладнання, крім того, усуває необхідність у міжмережевих інтерфейсах, які сприяють підвищенню швидкості окремих ділянок мережі. Одним із найпопулярніших додатків ISDN є цифрова телефонія.

Технологія IP. Сьогодні саме IP-технологія претендує на те, щоб стати основою інфокомунікаційних мереж, хоча пізніше може з'явитися більш віддалене рішення. Одна з переваг технології IP стало те, що за допомогою цих же ресурсів вона дозволяє надавати велику кількість послуг. Водночас існує низка проблем: гарантована якість обслуговування та терміни доставки, організація широкосмугових каналів тощо. Використання стеку протоколів

TCP/IP, поширення Інтернету (збільшення швидкості та дальності зв’язку).) створити передумови для розробки стандартів пакетної передачі різної інформації, крім IP. Для багатьох додатків IP-мережі стали дешевшим транспортом, ніж ATM або Frame Relay. Єдина багатосервісна IP-мережа (загальний ресурс) може забезпечити високий рівень доступності та надійності послуг для послуг у реальному часі (віртуальна ліцензія, IP-телефонія, цифрові мультимедіа) і послуг, які не вимагають жорстких часових характеристик.

3 МЕРЕЖІ ДОСТУПУ

3.1 Технології доступу

Призначення мереж доступу полягає у формуванні агрегованих інформаційних потоків, спрямовуються користувачами до транспортної мережі. Їх максимальна концентрація у вузлах доступу, і розподіл потоку, що надходить від транспортної мережі, між кінцевими користувачами з урахуванням специфіки запити кожного.

Використовує мережу доступу для забезпечення доставки інформації кінцевому споживачеві з урахуванням його вимоги до послуг, що надаються мережею. Забезпечує широкий спектр послуг (голос, відео, передача даних), доступ до мережі повинен бути максимально функціональним гнучкість, що досягається за рахунок процесу узгодження телекомунікаційні технології та різні середовища пріоритет.

Перша «сходинка», яка забезпечує підключення користувачів мережі та отримати до них доступ телекомунікаційні і інформаційні послуги як на місцевому рівні рівнях та з доступом до глобальних мереж і Інтернету є мережі абонентського доступу. Ця функція робить це можливим розглядати їх як самостійні сегменти всередині мережі доступ до транспортних мереж.

Розвиток мережі Інтернет, а також потреба в організації видаленого доступу до корпоративних мереж призвели до потреби створення технологій цифрової високошвидкісної передачі даних "найвужчим" місцем цифрової мережі – абонентській телефонній лінії.

Цифрова абонентська лінія, DSL надається абоненту одночасно після підключення до Мережі ISDN. Усі послуги цієї мережі базуються на передача інформації в цифровому вигляді. Інтерфейс користувач також є цифровим, тобто всі абонентські пристрої (телефон, факс, комп'ютер) повинні бути цифрові і надсилати цифрові дані в мережу. Проте багато використовуваних

аналогів кінцеве абонентське обладнання, неможлива модернізація мільйонів абонентських завершень і значних абонплата стала серйозною перешкодою.

У середині 90-х ми запропонували альтернативу - термінація цифрового абонента ISDN. Ця альтернатива доступна сімейством технологій із загальною назвою – xDSL.

Технології xDSL засновані на методах, що надають можливість стиснути спектр сигналу та сконцентрувати його основну частину енергії в областях нижчих частот, що згідно електричні характеристики кабелю з параметрами сигналу. Подібні перетворення спектру сигналу досягаються за допомогою спеціальних методів модуляції та кодування.

Найбільшого поширення набула технологія ADSL. Термін асиметричний означає, що лінія ADSL має неоднакову пропускну здатність лінії в прямому та в зворотному напрямку. Швидкість передачі абоненту може бути досягнута 8 Мбіт/с, від абонента – 1 ... 1,5 Мбіт/с на відстань до 5,5 км. з ОВ діаметром дроту 0,5 мм. Для підключення користувача до Інтернету, асиметричний розподіл пропускної здатності є вигідним, Кінцевий потік до абонента відбувається досить швидко реверс. У цьому плані асиметрична технологія ADSL набула найширшого застосування.

Технологія ADSL також дозволяє організувати одночасну передачу телефонного та цифрового сигналу шляхом однієї пари проводів, які не заважають один одному бо займають інші діапазони частот.

Технології xDSL дозволяють значно збільшити швидкість передачі даних по мідних парах телефонних дротів без необхідності модернізації абонентських телефонних ліній, що і є головною її перевагою.

У абревіатурі xDSL символ "x" використовується для позначення першого символу в назві конкретної технології, а DSL розшифровується (англ. digital subscriber line – цифрова абонентська лінія) як сімейство технологій, які дозволяють значно підвищити пропускну здатність абонентської лінії телефонної мережі загального користування шляхом 6 використання ефективних лінійних кодів і адаптивних методів корекції спотворень лінії на

основі сучасних досягнень мікроелектроніки і методів цифрової обробки сигналу.

Розширення ринку телекомунікаційних послуг потребує належного розвитку мережі абонентського доступу. Найближчим часом необхідна пропускна здатність для звичайних користувачів коливатиметься від 6 до 24 Мбіт/с. Одним із варіантів є використання мережі доступу на основі технології високошвидкісної цифрової абонентської лінії (Digital Subscriber Line, DSL). Символ «x» в назві використовується для позначення конкретної технології. Швидкість передачі залежить від довжини абонентської лінії, її типу, параметрів зовнішніх впливів.

Ці технології забезпечують високу пропускну здатність, якщо ви перебуваєте в середині кількох локальних телефонних мереж, тоді як деякі технології xDSL зберігають існуючий телефонний канал. При впровадженні технологій xDSL відпадає необхідність заміни лінійних структур, що значно знижує загальну вартість доступу до мережі. Таким чином, технології xDSL перетворюють телефонну лінію на високошвидкісний канал.

Всі технології xDSL можна класифікувати за декількома ознаками, однією з основних з яких є рівень швидкості висхідного (від абонента, upstream) і низхідного (до абонента, downstream) інформаційних потоків. Симетричні технології (протилежно спрямовані потоки дорівнюють одиниці) xDSL хронологічно з'являються раніше, короткий опис основних наведено нижче.

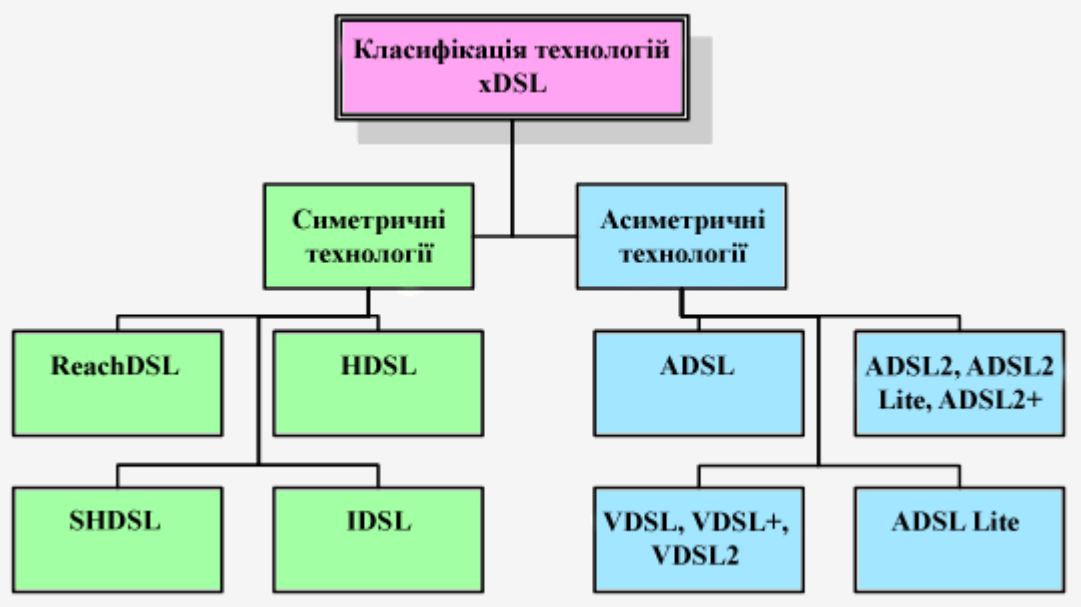


Рис. 3.1 Класифікація технологій xDSL

Цифрова абонентська лінія (DSL; спочатку digital subscriber loop) — це сімейство технологій, які використовуються для передачі цифрових даних по телефонних лініях. У телекомунікаційному маркетингу термін DSL широко розуміється як асиметрична цифрова абонентська лінія (ADSL), найпоширеніша технологія DSL для доступу до Інтернету.

Послуги DSL надаватються одночасно з послугами дротового телефонного зв'язку на тій самій телефонній лінії, оскільки DSL використовує для передачі даних більш високі діапазони частот. На території клієнта DSL-фільтр на кожній розетці, що не підтримує DSL, блокує будь-які високочастотні перешкоди, щоб забезпечити можливість одночасного використання голосових і DSL-служб.

Бітова швидкість споживчих послуг DSL зазвичай коливається від 256 кбіт/с до понад 100 Мбіт/с у напрямку до клієнта (вниз), залежно від технології DSL, умов лінії та впровадження рівня обслуговування. Досягнуто швидкості передачі даних 1 Гбіт/с.

У ADSL пропускна здатність даних у вихідному напрямку нижча, отже, позначення асиметричної послуги. У послугах симетричної цифрової абонентської лінії (SDSL) швидкості передачі даних у вихідному та нижньому

потоках однакові. Дослідники з Bell Labs досягли швидкості понад 1 Гбіт/с для послуг симетричного широкосмугового доступу за допомогою традиційних мідних телефонних ліній, хоча такі швидкості ще не застосовувалися в інших місцях.

Голий DSL – це спосіб надання лише послуг DSL через локальну петлю. Це корисно, коли клієнту не потрібна традиційна телефонна голосова послуга, оскільки голосова послуга отримується або поверх послуг DSL (зазвичай VoIP), або через іншу мережу. Його також зазвичай називають unbundled network element (UNE) у Сполучених Штатах; в Австралії він відомий як безумовна локальна петля (ULL) у Бельгії він відомий як «необроблена мідь», а у Великобританії він відомий як Single Order GEA (SoGEA).

На стороні клієнта DSL-модем підключається до телефонної лінії. Телефонна компанія підключає інший кінець лінії до DSLAM, який концентрує велику кількість індивідуальних DSL-з'єднань в одній коробці. DSLAM не може бути розташований занадто далеко від клієнта через загасання між DSLAM і DSL-модемом користувача. Зазвичай кілька житлових кварталів підключаються до одного DSLAM.

Високошвидкісна цифрова абонентська лінія (HDSL) — це телекомунікаційний протокол, стандартизований у 1994 році. Це була перша технологія цифрової абонентської лінії (DSL), яка використовувала більш високий частотний спектр через мідні кабелі з витою парою. HDSL був розроблений для передачі послуг DS1 зі швидкістю 1,544 Мбіт/с і 2,048 Мбіт/с через телефонні локальні лінії без необхідності ретрансляторів. Технологія наступника HDSL включає HDSL2 і HDSL4, пропрієтарний SDSL і G.SHDSL.

ISDN DSL — цифрова абонентська лінія ISDN. Технологія IDSL гарантує дуплексну передачу даних на швидкості до 128 кбіт/с.

Однопарна високошвидкісна цифрова абонентська лінія (SHDSL) — це форма симетричної цифрової абонентської лінії (SDSL), технології передачі даних для однакової швидкості передачі та отримання (тобто симетричної) даних по мідних телефонних лініях, швидшої за звичайний модем голосового

діапазону може забезпечити. На відміну від інших технологій DSL, SHDSL використовує решітчасто-кодовану імпульсно-амплітудну модуляцію (TC-PAM). Як схема передачі основної смуги, TC-PAM працює на частотах, які включають частоти, які використовуються аналоговою голосовою звичайною телефонною службою (POTS). Таким чином, розгалужувач частоти або фільтр DSL не можна використовувати, щоб дозволити одночасно використовувати телефонну лінію як службою SHDSL, так та службою POTS. Підтримка симетричних швидкостей передачі даних зробила SHDSL популярним вибором для компаній для приватної телефонної станції (PBX), віртуальної приватної мережі (VPN), веб-хостингу і інших послуг передачі даних.

SHDSL має симетричні швидкості передачі даних як у висхідному, так і в низхідному напрямках, від 192 Кбіт/с до 2312 Кбіт/с корисного навантаження з кроком 8 Кбіт/с для однієї пари та від 384 Кбіт/с до 4624 Кбіт/с з кроком 16 Кбіт/с на дві пари проводів. Радіус дії змінюється залежно від швидкості петлі та шумових умов (більше шуму або вища швидкість означає менший діапазон) і може становити до 3000 метрів. Функцію двох пар можна альтернативно використовувати для додатків із збільшеним охопленням шляхом підтримки низької швидкості передачі даних. Зменшення вдвічі швидкості передачі даних на пару забезпечить аналогічні швидкості для однопарних ліній, одночасно збільшуючи толерантність до помилок/шуму. Додатковий розширений режим SHDSL забезпечує симетричну швидкість передачі даних до 5696 кбіт/с на одній парі, використовуючи схему модуляції 32-TC-PAM, визначену в Додатках F і G.

Використовуючи з’єднання M-пар, можна з’єднати до чотирьох пар проводів. щоб забезпечити швидкість передачі даних до M×5696 кбіт/с. Таким чином, один інтерфейс SHDSL із використанням чотирьох зв’язаних пар проводів може передавати до 22 784 кбіт/с. Корисне навантаження SHDSL може бути «чистим каналом» (неструктурованим), T1 або E1 (повна швидкість або дробова), множинним інтерфейсом базової швидкості ISDN (BRI), комірками режиму асинхронної передачі (ATM) або пакетами Ethernet. Режим

«подвійного каналу» дозволяє поєднувати два окремі потоки (наприклад, T1 і ATM) для спільного використання смуги пропускання SHDSL.

Асиметрична цифрова абонентська лінія (ADSL) — це тип технології цифрової абонентської лінії (DSL), технологія передачі даних, яка забезпечує швидшу передачу даних по мідних телефонних лініях, ніж може забезпечити звичайний модем голосового діапазону. ADSL відрізняється від менш поширеної симетричної цифрової абонентської лінії (SDSL). У ADSL смуга пропускання та швидкість передачі даних є асиметричними, що означає більше у бік клієнта (вниз) ніж у зворотному напрямку (вгорі). Провайдери зазвичай продають ADSL як послугу доступу до Інтернету в основному для завантаження вмісту з Інтернету, мають доступ інші.але не для обслуговування вмісту, до якого

ADSL працює, використовуючи спектр вище смуги, яка використовується для голосових телефонних дзвінків. За допомогою DSL-фільтра, який часто називають спліттером, смуги частот ізольовані, що дозволяє використовувати одну телефонну лінію як для служби ADSL, та для телефонних дзвінків одночасно.

ADSL, як правило, встановлюється лише на короткій відстані від телефонної станції (остання миля), як правило, менше 4 кілометрів (2 милі), але відомо, що вона перевищує 8 кілометрів (5 миль), якщо це дозволяє початково прокладена ширина дроту. для подальшого [потрібне уточнення] розповсюдження. На телефонній станції лінія зазвичай закінчується мультиплексором доступу до цифрової абонентської лінії (DSLAM), де інший частотний розгалужувач розділяє сигнал голосового діапазону для звичайної телефонної мережі. Дані, які передаються через ADSL, зазвичай маршрутизуються через мережу передачі даних телефонної компанії та зрештою потрапляють у звичайну мережу Інтернет-протоколу. Існують як технічні, так і маркетингові причини, чому ADSL є найпоширенішим типом, що пропонується домашнім користувачам. З технічної сторони, імовірно, буде більше перехресних перешкод від інших ланцюгів на кінці DSLAM (де дроти

багатьох локальних контурів розташовані близько один до одного), ніж у приміщеннях клієнта.

Таким чином, сигнал завантаження є найслабшим у найшумливішій частині місцевої петлі, тоді як сигнал завантаження найсильніший у найбільш шумній частині місцевої петлі. Тому має технічний сенс передавати DSLAM з вищою швидкістю передачі даних, ніж модем на стороні клієнта. Оскільки типовий домашній користувач фактично віддає перевагу вищій швидкості завантаження, телефонні компанії вирішили створити перевагу через необхідність, отже, ADSL.

Маркетингові причини для асиметричного з'єднання полягають у тому, що, по-перше, більшість користувачів Інтернет-трафіку потребуватимуть менше даних для завантаження, ніж для завантаження. Наприклад, під час звичайного перегляду веб-сторінок користувач відвідає кілька веб-сайтів і йому потрібно буде завантажити дані, які містять веб-сторінки сайту, зображення, текст, звукові файли тощо, але він завантажить лише невелику кількість дані, оскільки єдині завантажені дані – це ті, які використовуються з метою перевірки отримання завантажених даних (у дуже поширених з'єднаннях TCP) або будь-яких даних, введених користувачем у форми тощо.

Це є підставою для провайдерів Інтернет-послуг пропонувати дорожча послуга, призначена для комерційних користувачів, які розміщують веб-сайти, і тому їм потрібна послуга, яка дозволяє завантажувати стільки ж даних, скільки завантажувати. Програми обміну файлами є очевидним винятком із цієї ситуації.

По-друге, постачальники послуг Інтернету, прагнучи уникнути перевантаження своїх магістральних з'єднань, традиційно намагалися обмежити такі види використання, як обмін файлами, який створює велику кількість завантажень.

У сфері телекомунікацій ITU G.992.2 (більш відомий як G.lite) є стандартом ITU для ADSL з використанням дискретної багатотональної модуляції. G.lite суворо не вимагає використання DSL-фільтрів, але, як і всі

варіанти ADSL, зазвичай краще працює зі спліттерами.

G.lite — це профіль модуляції, який може бути обраний на порту DSLAM постачальником ADSL і забезпечує більшу стійкість до шуму та допускає більшу довжину циклу (відстань від DSLAM до клієнта) для заданої смуги пропускання. Більшість модемів ADSL і портів DSLAM підтримують його, але це не типова конфігурація за замовчуванням. Швидкість передачі G.lite (G.992.2) становить 1,5 Мбіт/с у низхідній частині та 512 Кбіт/с у вихідній.

Специфікація G.lite була прискореною спробою ITU-T для підвищення сумісності між постачальниками та сприяла Робоча група Universal ADSL (UAWG). Зусилля зі стандартизації G.lite зайняли загалом 11 місяців від початку до кінця, встановивши новий рекорд для стандартних зусиль у рамках ITU-T. Попереднім рекордом була специфікація V.90 для аналогових модемів, на розробку якої пішло 18 місяців. UAWG складалася з трьох груп членів: промоутери, прихильники та адепти. Intel, Compaq та Microsoft змогли заручитися підтримкою всіх RBOC США та п’яти найбільших міжнародних операторів (NTT, British Telecom, France Telecom, Deutsche Telekom і Singapore Telecom), які спільно представляють Організаторів, щоб керувати великим виробники комунікаційного обладнання (прихильники), щоб продемонструвати сумісність продуктів, заснованих на специфікації G.lite, на SUPERCOMM у червні 1999 р. Приймачі представляли більшість інших компаній у галузі зв’язку, які були віддані підтримці нової специфікації технології.

ADSL другого покоління значно розширює можливості звичайного ADSL, швидкість низхідного потоку може бути збільшена до 12 Мбіт/с, а висхідного потоку до 1,5 Мбіт/с. Якщо телефонна лінія не використовується для дзвінків, вихідний потік збільшується до 256 кбіт/с.

Розширюючи частотний спектр рахунку до 2,2 МГц (512 каналів), стандарт iTU-T G.992.5 (ADSL2+) збільшує швидкість передачі до 24 Мбіт/с в сторону абонента на коротких лініях. Однак після 2,0-2,5 км швидкість різко падає, дорівнюючи ADSL і ADSL2.

Дуже високошвидкісна цифрова абонентська лінія (VDSL) і дуже

високошвидкісна цифрова абонентська лінія 2 (VDSL2) — це технології цифрової абонентської лінії (DSL), які забезпечують передачу даних швидше, ніж попередні стандарти асиметричної цифрової абонентської лінії (ADSL) G.992.1, G.992.3 (ADSL2) і G.992.5 (ADSL2+).

VDSL забезпечує швидкість до 52 Мбіт/с у вихідному каналі та 16 Мбіт/с у вихідному каналі по одній крученій парі мідних проводів із використанням діапазону частот від 25 кГц до 12 МГц. Ці швидкості означають, що VDSL здатний підтримувати такі програми, як телебачення високої чіткості, а також телефонні послуги (голос через IP) і загальний доступ до Інтернету через одне з'єднання. VDSL розгортається через існуючу проводку, яка використовується для аналогових телефонних послуг і низькошвидкісних з'єднань DSL. Цей стандарт був затверджений Міжнародним союзом електрозв'язку (МСЕ) у листопаді 2001 року.

Системи другого покоління використовують частоти до 30 МГц для забезпечення швидкості передачі даних понад 100 Мбіт/с одночасно як у висхідному, так і в низхідному напрямках. Максимальна доступна швидкість передачі даних досягається на відстані приблизно 300 метрів (980 футів); продуктивність погіршується зі збільшенням затухання в локальній петлі.

Концепція VDSL була вперше опублікована в 1991 році під час спільного дослідження Bellcore і Stanford. Дослідження шукало потенційних наступників поширеного на той час HDSL і відносно нового ADSL, які мали швидкість 1,5 Мбіт/с. Зокрема, досліджувалася доцільність симетричних і асиметричних швидкостей передачі даних, що перевищують 10 Мбіт/с на коротких телефонних лініях.

Стандарт VDSL2 є вдосконаленням ITU T G.993.1, який підтримує асиметричну і симетричну передачу з двонаправленою мережевою швидкістю передачі даних до 400 Мбіт/с на кручених парах з використанням смуги пропускання до 35 МГц.

Bluetooth це стандарт бездротової технології малого радіусу дії, який використовується для обміну даними між стаціонарними та мобільними

пристроями на короткі відстані та побудови персональних мереж (PAN). Він використовує УВЧ радіохвилі в діапазонах ISM від 2,402 ГГц до 2,48 ГГц. В основному він використовується як альтернатива дротовому з'єднанню, для обміну файлами між сусідніми портативними пристроями та підключення мобільних телефонів і музичних плеєрів до бездротових навушників. У найпоширенішому режимі потужність передачі обмежена 2,5 міліватами, що забезпечує дуже короткий радіус дії до 10 метрів (33 футів). Bluetooth керує Bluetooth Special Interest Group (SIG), яка налічує понад 35 000 компаній-членів у сферах телекомунікацій, обчислювальної техніки, мереж та побутової електроніки. IEEE стандартизував Bluetooth як IEEE 802.15.1, але більше не підтримує стандарт. Bluetooth SIG контролює розробку специфікації, керує кваліфікаційною програмою та захищає товарні знаки. Виробник має відповідати стандартам Bluetooth SIG, щоб продавати його як пристрій Bluetooth. Мережа патентів поширюється на технологію, яка ліцензується на окремі кваліфіковані пристрої. Станом на 2009 рік чіпи інтегральної схеми Bluetooth поставляються приблизно 920 мільйонами одиниць щорічно. До 2017 року щорічно постачалося 3,6 мільярда пристроїв Bluetooth, і очікується, що поставки будуть зростати приблизно на 12% на рік. У 2021 році поставки досягли 4,7 мільярда одиниць із прогнозованим зростанням на 9%.

Bluetooth працює на частотах від 2,402 до 2,480 ГГц або 2,400 і 2,4835 ГГц, включаючи захисні смуги шириною 2 МГц у нижній частині та 3,5 МГц у верхній. Це в усьому неліцензованому (але не нерегульованому) промисловому, науковому та медичному (ISM) діапазоні радіочастот 2,4 ГГц короткого діапазону. Bluetooth використовує технологію радіозв'язку, яка називається розширеним спектром зі стрибками частоти. Bluetooth ділить передані дані на пакети та передає кожен пакет по одному з 79 визначених каналів Bluetooth. Кожен канал має смугу пропускання 1 МГц. Зазвичай він виконує 1600 стрибків на секунду з увімкненим адаптивним стрибком частоти (AFH)

Спочатку модуляція зі зсувом частоти Гауса (GFSK) була єдиною доступною схемою модуляції. З моменту появи Bluetooth 2.0+EDR, π/4-DQPSK

(диференціальна квадратурна фазова маніпуляція) і 8-DPSK модуляція також можуть використовуватися між сумісними пристроями. Вважається, що пристрої, що працюють з GFSK, працюють у режимі базової швидкості (BR), де можлива миттєва швидкість передачі даних 1 Мбіт/с. Термін Enhanced Data Rate (EDR) використовується для опису схем π/4-DPSK (EDR2) і 8-DPSK (EDR3), кожна з яких забезпечує 2 і 3 Мбіт/с відповідно. Поєднання цих режимів (BR і EDR) у радіотехнології Bluetooth класифікується як радіо BR/EDR.

Bluetooth — це протокол на основі пакетів із архітектурою основний/підпорядкований. Один основний може спілкуватися до семи підписників у пікомережі. Усі пристрої в межах певної пікомережі використовують годинник, наданий майстром, як основу для обміну пакетами. Головний тактовий сигнал має період 312,5 мкс, два такти утворюють слот 625 мкс, а два слоти утворюють пару слотів 1250 мкс. У простому випадку однослотових пакетів основний передає в парних слотах і отримує в непарних. Відповідач, навпаки, отримує в парних слотах і передає в непарних слотах. Пакети можуть мати довжину 1, 3 або 5 слотів, але в усіх випадках передача основного пакета починається з парних слотів, а наступного — з непарних.

Основний пристрій Bluetooth BR/EDR може спілкуватися максимум із сімома пристроями в пікомережі (спеціальна комп'ютерна мережа за допомогою технології Bluetooth), хоча не всі пристрої досягають цього максимуму. Пристрої можуть мінятися ролями за домовленістю, послідовник може стати головним (гарнітура, що ініціює з'єднання з телефоном, обов'язково починається як головна — як ініціатор з'єднання — але згодом може працювати як послідовник). Основна специфікація Bluetooth передбачає з'єднання двох або більше пікомереж для формування розсіяної мережі.

У будь-який момент часу дані можуть передаватися між основним і іншим пристроєм (за винятком маловикористовуваного режиму трансляції). Основний вибирає, до якого пристрою-послідовника звертатися; як правило, він швидко перемикається з одного пристрою на інший циклічним способом. Оскільки основний обирає, до якого послідовника звертатися, тоді як

послідовник (теоретично) повинен слухати в кожному приймальному слоті, бути основним легше, ніж бути послідовником. Бути господарем семи послідовників можливо; бути послідовником більш ніж одного основного можливо. Специфікація розпливчаста щодо необхідної поведінки в мережах розсіювання.



Рис. 3.2 Bluetooth

Zigbee — це специфікація на основі IEEE 802.15.4 для набору комунікаційних протоколів високого рівня, що використовуються для створення персональних мереж з невеликими малопотужними цифровими радіостанціями, наприклад для домашньої автоматизації, збору даних медичних пристроїв і інших малопотужних потреби в низькій пропускній здатності, призначені для невеликих проектів, які потребують бездротового підключення. Таким чином, Zigbee — це бездротова спеціальна бездротова мережа з низьким енергоспоживанням, низькою швидкістю передачі даних та бездротовою мережею

Таблиця 3.1

Порівняння стандартів ZigBee 802.15.4 і Bluetooth 802.15.1

Характеристики стандартів	ZigBee 802.15.4	Bluetooth 802.15.1
Основна галузь застосування	Спостереження й управління	Заміна кабелю
Обсяг пам'яті в одному пристрої (кбайт)	4—32	250
Час роботи від батареї (дні)	100—1000	1—7
Кількість пристроїв в одній мережі	255—65000	7
Підтримувана швидкість передачі (кбіт/с)	20—250	720
Дальність дії (м)	1—75	1—10
Основні особливості	Надійність, невелике енергоспоживання, дешевизна	Дешевизна та зручність

Надширокосмуговий зв’язок (UWB, надширокосмуговий, ультраширокий діапазон і ультрасмуговий) — це радіотехнологія, яка може використовувати дуже низький рівень енергії для зв’язку на короткій відстані з високою смугою зв’язку в значній частині радіоспектру. UWB має традиційне застосування в некооперативному радіолокаційному зображенні. Найновіші програми спрямовані на збір даних датчиків, точне визначення місцезнаходження та відстеження.

Надширокосмуговий зв’язок — це технологія передачі інформації в широкій смузі (>500 МГц). Це дозволяє передавати велику кількість енергії сигналу без перешкод для звичайної вузькосмугової передачі та передачі несучої хвилі в тому самому діапазоні частот. Регулятивні обмеження в багатьох країнах дозволяють ефективне використання смуги радіозв’язку та бездротове підключення до персональної мережі з високою швидкістю передачі даних (PAN), додатки з низькою швидкістю передачі даних на великій відстані та прозоре співіснування радарів і зображень системи з існуючими системами зв'язку.

Надширокосмугове радіозв’язок раніше називалося імпульсним радіозв’язком, але FCC і Сектор радіозв’язку Міжнародного союзу електрозв’язку (ITU-R) наразі визначають UWB як антенну передачу, для якої смуга пропускання випромінюваного сигналу перевищує 500 МГц або 20% від арифметичного центру. Таким чином, системи на основі імпульсів, де кожен переданий імпульс займає смугу UWB (або сукупність щонайменше 500 МГц вузькосмугової несучої; наприклад, мультиплексування з ортогональним частотним поділом (OFDM)) — можуть отримати доступ до спектру UWB під правила.

Wi-Fi — це сімейство протоколів бездротової мережі, засноване на сімействі стандартів IEEE 802.11, які зазвичай використовуються для локального об’єднання пристроїв у мережу та доступу до Інтернету, що дозволяє цифровим пристроям поблизу обмінюватися даними за допомогою радіохвиль. Це найпоширеніші комп’ютерні мережі у світі, які

використовуються у всьому світі в домашніх і невеликих офісних мережах для зв’язку настільних і портативних комп’ютерів, планшетних комп’ютерів, смартфонів, смарт-телевізорів, принтерів і інтелектуальних колонок, а також до бездротового маршрутизатора для підключення їх до в Інтернеті та в точках бездротового доступу в громадських місцях, таких як кафе, готелі, бібліотеки та аеропорти, щоб надати відвідувачам доступ до Інтернету для їхніх мобільних пристроїв.

Таблиця 3.2

Основні параметри стандартів 802.11

Характеристика стандартів	802.11b	802.11a	802.11b/g
Максимальна швидкість передачі даних, Мбіт/с	11	54	54
Частоти, які використовуються, ГГц	2,4	5	2,4
Радіус дії, м	до 100	до 50	до 100

Wi-Fi є торговою маркою некомерційної організації Wi-Fi Alliance, яка обмежує використання терміну Wi-Fi Certified продуктами, які успішно пройшли сертифікаційне тестування сумісності.Станом на 2017 рік Wi-Fi Alliance складався з понад 800 компаній з усього світу. Станом на 2019 рік щорічно у всьому світі поставляється понад 3,05 мільярда пристроїв із підтримкою Wi-Fi. Wi-Fi використовує кілька частин сімейства протоколів IEEE 802 і розроблений для бездоганної взаємодії з дротовим братом Ethernet.

Сумісні пристрої можуть працювати в мережі через бездротові точки доступу один до одного, а також до дротових пристроїв та Інтернету.

Різні версії Wi-Fi визначаються різними стандартами протоколу IEEE 802.11, причому різні радіотехнології визначають діапазони радіозв'язку, а також максимальні діапазони і швидкості, яких можна досягти. Wi-Fi найчастіше використовує радіодіапазони 2,4 гігагерца (120 мм) UHF і 5 гігагерц (60 мм) SHF; ці діапазони поділяються на кілька каналів. Канали можна спільно використовувати між мережами, в межах діапазону одночасно на каналі може передавати лише один передавач.

Радіосмуги Wi-Fi мають відносно високе поглинання та найкраще працюють у зоні прямої видимості. Багато звичайних перешкод, таких як стіни, стовпи, побутова техніка тощо, можуть значно зменшити діапазон, але це також допомагає мінімізувати перешкоди між різними мережами в багатолюдному середовищі. Радіус дії точки доступу становить близько 20 метрів (66 футів) у приміщенні, тоді як деякі точки доступу стверджують, що радіус дії досягає 150 метрів (490 футів) на вулиці. Покриття точки доступу може бути невеликим, як одна кімната зі стінами, які блокують радіохвилі, або розміром, ніж квадратні кілометри, з використанням багатьох точок доступу, що перекриваються, з дозволеним роумінгом між ними. З часом швидкість і спектральна ефективність Wi-Fi зросла. Станом на 2019 рік деякі версії Wi-Fi, які працюють на відповідному обладнанні на близькій відстані, можуть досягати швидкості 9,6 Гбіт/с (гігабіт на секунду).

IEEE не перевіряє обладнання на відповідність своїм стандартам. Некомерційний Wi-Fi Alliance був створений у 1999 році, щоб заповнити цю порожнечу – встановити та забезпечити дотримання стандартів сумісності та зворотної сумісності, а також просувати технологію бездротової локальної мережі. Станом на 2017 рік Wi-Fi Alliance включає понад 800 компаній. До нього входять 3Com (зараз належить Hewlett Packard Enterprise), Aironet (зараз належить Cisco), Harris Semiconductor (зараз належить Intersil), Lucent (зараз належить Nokia), Nokia і Symbol Technologies (зараз належить Zebra

Technologies). Wi-Fi Alliance забезпечує використання бренду Wi-Fi для технологій, заснованих на стандартах IEEE 802.11 від IEEE. Це включає підключення до бездротової локальної мережі (WLAN), підключення між пристроями (наприклад, Wi-Fi Peer-to-Peer або Wi-Fi Direct), персональну мережу (PAN), локальну мережу (LAN) і навіть деякі обмежені підключення до глобальної мережі (WAN). Виробники, що є членами Wi-Fi Alliance, чия продукція пройшла процес сертифікації, отримують право позначати цю продукцію логотипом Wi-Fi.

Зокрема, процес сертифікації вимагає відповідності радіостандартам IEEE 802.11, стандартам безпеки WPA і WPA2 і стандарту автентифікації EAP. За бажанням сертифікація може включати випробування проектів стандартів IEEE 802.11, взаємодію із технологією стільникового телефону в конвергентних пристроях та функції, пов’язані із налаштуванням безпеки, мультимедіа та енергозбереженням. Не кожен пристрій Wi-Fi подається на сертифікацію.

Відсутність сертифікації Wi-Fi не обов’язково означає, що пристрій несумісний з іншими пристроями Wi-Fi. Wi-Fi Alliance може або не може санкціонувати похідні терміни, такі як Super Wi-Fi, придуманий Федеральною комісією зв’язку США (FCC) для опису запропонованої мережі в діапазоні UHF TV у США.

Обладнання часто підтримує кілька версій Wi-Fi. Для зв’язку пристрої повинні використовувати загальну версію Wi-Fi. Версії відрізняються діапазонами радіохвиль, на яких вони працюють, смугою радіозв’язку, яку вони займають, максимальною швидкістю передачі даних, яку вони можуть підтримувати, та іншими деталями. Деякі версії дозволяють використовувати кілька антен, що забезпечує більшу швидкість, а також зменшує перешкоди.

Історично обладнання просто перераховує версії Wi-Fi, використовуючи назву стандарту IEEE, який воно підтримує. У 2018 році Wi-Fi Alliance представив спрощену нумерацію поколінь Wi-Fi для позначення обладнання, яке підтримує Wi-Fi 4 (802.11n), Wi-Fi 5 (802.11ac) і Wi-Fi 6 (802.11ax). Ці покоління мають високий ступінь зворотної сумісності з попередніми версіями.

Альянс заявив, що рівень покоління 4, 5 або 6 може бути вказаний в інтерфейсі користувача при підключенні разом із силою сигналу. Список найважливіших версій Wi-Fi: 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n (Wi-Fi 4), 802.11h, 802.11i, 802.11-2007, 802.11-2012, 802.11ac (Wi-Fi 5), 802.11ad, 802.11af, 802.11-2016, 802.11ah, 802.11ai, 802.11aj, 802.11aq, 802.11ax (Wi-Fi 6), 802.11ay.

Таблиця 3.3

Generation	IEEE Standard	Maximum Linkrate (Mbit/s)	Adopted	Radio Frequency (GHz)[40]
Wi-Fi 7	802.11be	40000	TBA	2.4/5/6
Wi-Fi 6E	802.11ax	600 to 9608	2020	2.4/5/6
Wi-Fi 6			2019	2.4/5
Wi-Fi 5	802.11ac	433 to 6933	2014	5
Wi-Fi 4	802.11n	72 to 600	2008	2.4/5
(Wi-Fi 3)*	802.11g	6 to 54	2003	2.4
(Wi-Fi 2)*	802.11a	6 to 54	1999	5
(Wi-Fi 1)*	802.11b	1 to 11	1999	2.4
(Wi-Fi 0)*	802.11	1 to 2	1997	2.4

Технологія Wi-Fi може використовуватися для надання локальної мережі та доступу до Інтернету для пристроїв, які знаходяться в зоні дії Wi-Fi одного або кількох маршрутизаторів, підключених до Інтернету. Покриття однієї чи кількох взаємопов’язаних точок доступу (гарячих точок) може поширюватися від площі від кількох кімнат до квадратних кілометрів (миль). Для покриття більшої території може знадобитися група точок доступу з покриттям, що перекривається.

3.2 Мережі мобільного доступу

Перше покоління стільникового зв'язку (1G). аналогова технологія телефонних систем мобільного зв'язку Стандарт AMPS (Advanced Mobile Phone System).

В Європі спеціальна група Group Special Mobile (GSM) розроблено стандарт GSM, для якого виділялася частина 900 МГц і 1800 МГц. Стандарт GSM відомий як технологія друге покоління (2G). На відміну від аналога технологія 1G першого покоління, технологія 2G є цифровою.

Спільно з Європою створення стільникових мереж США також займалися другим поколінням. На відміну від Європи, в США нові зони частот не виділялися, а створювалися мала бути цифрова система стільникового зв'язку для роботи в діапазоні, необхідному для аналогового система (800 МГц). Так з'явився стандарт D-AMPS (Digital AMPS).

Тоді ж стартувала американська компанія Qualcomm розробка нового стандарту стільникового зв'язку на осн з технології шумоподібних сигналів і кодового поділу каналів (множинний доступ з кодовим розділенням, CDMA).

Кращим стандартом CDMA є можливість використання однакової частоти по всій мережі, у всіх брандмауерах. Це означає, що коефіцієнт повторного використання для частоти CDMA дорівнює одиниці, і відразу AMPS це дає приріст місткість 7-10 разів. У порівнянні з цифровим стільникові мережі, мережі стандарту CDMA забезпечують подвійну пропускну здатність. завдяки можливість об'єднання до восьми каналів трафіку CDMA швидкість передачі даних може досягати 115 Кбіт/с, і виробники обладнання можуть розвиватися збільшити кількість підтримуваних інфраструктурою каналів обладнання.

Подальший розвиток отримали стандарти GSM і CDMA універсальна мобільна телекомунікаційна система (Універсальна система мобільного зв'язку, UMTS), розроблені в Європі. він повністю сумісний із системами друге і третє покоління.

З точки зору користувача, UMTS – це мережа надання послуг якісні сучасні послуги по всій мережі від одного кінцевого користувача іншому. Поняття гарантії і управління якою послугою зв'язку в UMTS є гнучким і забезпечення їх саморозвитку на основі сервісу обміну даними мережа Він містить кілька системних рівнів, які є у вас особливості забезпечення якості послуг, що надаються та реалізована як апаратно-програмна платформа.

Стандарт CDMA в системі UMTS розвивається з від вузькосмугового до широкосмугового - WCDMA (широкосмуговий CDMA) зі швидкістю передачі до 2,4 Мбіт/с. Використання кодового поділу каналів в радіоінтерфейси широкосмугового цифрового стандарту, який охоплює Інтернет, мультимедіа, відео та інший широкосмуговий доступ програми, викликали необхідність особливої орг каналів цього радіоінтерфейсу.

Надається бездротовий мобільний доступ до Інтернету в основному оператори мобільних телефонних мереж с використання протоколу для передачі пакетного трафіку послуги пакетного радіозв'язку загального призначення (General Packet Radio Service, GPRS), яка працює в рамках Стандарт GSM (Глобальна система мобільного зв'язку) с розділ 1800 МГц.

Технологія GPRS називається технологією генерації 2,5G. GPRS використовує принцип розподілу каналів для передача голосового трафіку та трафіку даних, а також можливість забезпечення прийому під час GPRS-з'єднання як телефонні дзвінки та SMS-повідомлення. Додатково оператори пропонують послуги обміну мультимедійними MMS-повідомленнями. Користувачі мобільних телефонів можуть мати також доступ до Інтернету. Однак швидкість такого доступу є низька (2400 - 9800 Кбіт/с).

Мобільні мережі третього покоління 3G задекларований ITU в концепції IMT-2000 (Міжнародний мобільний зв'язок). Телекомунікації). Їх відмінна риса істотна перевищення трафіку даних над голосовим трафіком. працювати понад стандарти 3G, орієнтовані на розширені зайняті смуги частот і вдосконалення принципів побудови радіоінтерфейс. Це дало можливість зв'язатися в стільниковому зв'язку мереж третього покоління таких переваг як глобальна

роумінг, збільшення ємності, покращена якість передачі мовлення та високошвидкісна передача даних для підтримка мультимедійного трафіку. Якісна зміна принципів побудова радіоінтерфейсу відкриває шлях у майбутнє прогрес у галузі технологій CDMA та створення перспективних програми.

4 ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ УПРАВЛІННЯ МЕРЕЖЕЮ

4.1 Критерії ефективності роботи системи управління

Вся множина найчастіше використовуваних критеріїв ефективності роботи системи управління мережею телекомунікацій може бути розділено на дві групи. Одна група характеризує продуктивність роботи СУ, друга – надійність.

Продуктивність СУ вимірюється за допомогою показників двох типів - часових, оцінюючих затримку, що вноситься системою управління при виконанні обміну даними, і показників пропускної спроможності, що відображають кількість інформації, переданої мережею в одиницю часу. Ці два типи показників є взаємно зворотними, і, знаючи один з них, можна обчислити інший.

Як часова характеристика продуктивності системи управління використовується такий показник як *час транзакції*. Термін "*час транзакції*" може використовуватися в дуже широкому значенні, тому у кожному конкретному випадку необхідно уточнити, що розуміється під цим терміном.

У загальному випадку, час транзакції визначається як інтервал часу між виникненням запиту користувача до якої-небудь послуги системи управління і отриманням відповіді на цей запит. Очевидно, що зміст і значення цього показника залежать від типу послуги, від того, до якого серверу відбувається звертання, а також від поточного стану елементів мережі - завантаженості сегментів, через які проходить запит, завантаженості серверу тощо.

Ще одним важливим критерієм ефективності системи управління є її пропускна спроможність.

Основна задача, для вирішення якої будується будь-яка мережа, у тому числі і мережа TMN, - швидка передача інформації між вузлами мережі. Тому критерії, пов'язані з пропускною спроможністю мережі або частини мережі, добре відображають якість виконання мережею її основної функції.

Важливими показниками функціонування СУ є показники надійності і відмовостійкості, які відображають здатність правильно функціонувати протягом

тривалого періоду часу. Ця властивість має три складових: власне надійність, готовність і зручність обслуговування. Підвищення надійності полягає в запобіганні несправностям, відмовам і збоям за рахунок застосування електронних схем і компонентів з високим ступенем інтеграції, зниження рівня перешкод, полегшених режимів роботи схем, забезпечення теплових режимів їх роботи, а також за рахунок вдосконалення методів збірки апаратури. Надійність вимірюється *інтенсивністю відмов* і *середнім часом напрацювання на відмову*. Надійність мереж як розподілених систем багато в чому визначається надійністю кабельних систем і комутаційної апаратури - роз'ємів, кросових панелей, комутаційних шаф і т.п., що забезпечують власне електричну або оптичну зв'язність окремих вузлів між собою. Надійність системи управління мережею визначаються надійністю серверів і робочих станцій системи управління, а так само надійністю її мережі.

Підвищення готовності передбачає подавлення в певних межах впливу відмов і збоїв на роботу системи за допомогою засобів контролю і корекції помилок, а також засобів автоматичного відновлення циркуляції інформації в мережі після виявлення несправності. Підвищення готовності є боротьбою за зниження часу простою системи. Критерієм оцінки готовності є *коефіцієнт готовності*, який рівний частці часу перебування системи в працездатному стані і може інтерпретуватися як імовірність знаходження системи в працездатному стані. Коефіцієнт готовності обчислюється як відношення середнього часу напрацювання на відмову до суми цієї ж величини і середнього часу відновлення. Системи з високою готовністю називають також відмовостійкими. Основним способом підвищення готовності є надмірність, на основі якої реалізуються різні варіанти відмовостійкої архітектури. Мережі системи управління включають велику кількість елементів різних типів, і для забезпечення відмовостійкості необхідна надмірність по кожному з ключових елементів мережі. Якщо розглядати мережу тільки як транспортну систему, то надмірність повинна існувати для всіх магістральних маршрутів мережі, тобто маршрутів, що є загальними для великої кількості клієнтів системи управління. Такими

маршрутами звичайно є маршрути до робочих станцій системи управління, серверів баз даних, поштових серверів і т.п. Тому для організації відмовостійкої роботи всі елементи мережі, через які проходять такі маршрути, повинні бути зарезервовані: повинні бути резервні зв'язки, якими можна скористатися при необхідності, всі комунікаційні пристрої на магістральних шляхах повинні або самі бути реалізовані по відмовостійкій схемі з резервуванням основних своїх компонентів, або для кожного комунікаційного пристрою повинен бути резервний аналогічний пристрій. Перехід з основного зв'язку на резервний або з основного пристрою на резервний може відбуватися як в автоматичному режимі, так і уручну, за участю адміністратора. Очевидно, що автоматичний перехід підвищує коефіцієнт готовності системи, оскільки час простою мережі в цьому випадку буде істотно менше, ніж при втручанні людини. Високий ступінь готовності мережі можна забезпечити у тому випадку, коли процедури тестування працездатності елементів мережі і переходу на резервні елементи вбудовані в комунікаційні протоколи. Прикладом такого типу протоколів може служити протокол FDDI, в якому постійно тестуються фізичні зв'язки між вузлами і концентраторами мережі, а у разі їх відмови виконується автоматичне реконфігурування зв'язків за рахунок вторинного резервного кільця. Існують і спеціальні протоколи, що підтримують відмовостійкість мережі, наприклад, протокол SpanningTree, що виконує автоматичний перехід на резервні зв'язки в мережі, побудованій на основі мостів і комутаторів. Існують різні градації відмовостійкості розподілених систем, до яких відноситься і система управління. Можуть використовуватися наступні визначення:

- *висока готовність (highavailability)* - характеризує системи, що використовують надмірні апаратні і програмні засоби і допускаючі час відновлення в інтервалі від 2 до 20 хвилин;
- *стійкість до відмов (faulttolerance)* - характеристика таких систем, які мають в гарячому резерві надмірну апаратуру для всіх функціональних блоків, включаючи процесори, джерела живлення, підсистеми

введення/висновку, підсистеми дискової пам'яті, причому час відновлення при відмові не перевищує однієї секунди;

- *безперервна готовність (continuousavailability)* - це властивість систем, які також забезпечують час відновлення в межах однієї секунди, але на відміну від систем стійких до відмов, системи безперервної готовності усувають не тільки простої, що виникли в результаті відмов, але і планові простої, пов'язані з модернізацією або обслуговуванням системи. Всі ці роботи проводяться в режимі «*on-line».* Додатковою вимогою до систем безперервної готовності є відсутність деградації, тобто система повинна підтримувати постійний рівень функціональних можливостей і продуктивності незалежно від виникнення відмов.

Оскільки мережа управління обслуговує одночасно велику кількість запитів, то при розрахунку коефіцієнта готовності необхідно враховувати цю обставину. Коефіцієнт готовності мережі повинен відповідати частці часу, протягом якого мережа виконувала з належною якістю свої функції по всіх запитах. Очевидно, що у великих мережах дуже важко забезпечити значення коефіцієнта готовності, близьким до одиниці.

Важливим завданням при переході до NGN є забезпечення надійності мережі. Надійність - властивість мережі зв'язку і її елементів функціонувати в умовах дії внутрішніх неумисних (випадкових) дестабілізуючих чинників.

Зростання вимог до якості з боку користувачів, обумовлений активним проникненням телекомунікацій у всі сфери життя, і загострення конкуренції, викликане лібералізацією ринку, заставляють операторів все більше піклуватися про якість обслуговування (Quality of Service, QoS). Угоди про рівень обслуговування (Service Level Agreement, SLA), що укладаються як з кінцевими користувачами, так і між операторами, стають важливим атрибутом взаємин на сучасному ринку. А надійність є одним з найважливіших чинників, що впливають на QoS, через що вимоги до надійності (найчастіше до готовності) включаються практично у все SLA. При цьому за "наднормативні" простої в SLA, як правило,

передбачаються штрафні санкції.

Негативні наслідки відмов не обмежуються прямими фінансовими втратами, обумовленими зменшенням доходів від надання послуг із-за простоїв, і штрафними санкціями у випадках порушення SLA. Не можна забувати і про втрати, пов'язані з незадоволеністю клієнтів і погіршенням іміджу компанії, які обумовлені:

1. відтоком невдоволених клієнтів до конкурентів;
2. зниженням привабливості оператора в очах потенційних клієнтів;
3. зниженням привабливості компанії в очах існуючих і потенційних партнерів, акціонерів і інвесторів.

Окрім загальних завдань забезпечення надійності, обумовлених технічним переозброєнням, свої специфічні проблеми виникають у зв'язку з деякими особливостями NGN, які можуть призводити до зниження надійності. При цьому доцільно виділити дві складові: надійність комутаційного устаткування і надійність інфраструктури IP.

Для традиційних вузлів з комутацією каналів основної нормованої складової надійності є готовність, вимога до якої задавалася у вигляді "не більш 2г. простою за 20 років служби", що відповідає значенню коефіцієнта готовності "п'ять дев'яток", тобто 0,99999 [8].

При переході до NGN місце традиційного вузла комутації займає гнучкий комутатор (Softswitch). Виникає комплекс з великого числа окремих пристроїв (контроллерів, шлюзів, серверів). Всі вони мають високу надійність: значення коефіцієнта готовності кожного з них, як завжди заявляють виробники, складає все ті ж "п'ять дев'яток". Проте для виконання функцій вузла комутації необхідна спільна робота декілька таких пристроїв, тому результуюча надійність дорівнюватиме множення їх коефіцієнтів готовності, тобто у результаті виявляється нижчою за надійніть кожного з них.

Ще важливішим чинником, що негативно впливає на надійність NGN, є централізація управління процесами обслуговування викликів. Ключовим елементом структури стає контроллер шлюзів або сервер викликів (Softswitch у

вузькому розумінні цього терміну). При цьому один такий контролер або сервер управляє багатьма шлюзами, тому його відмова може привести до припинення роботи мережі на великій території. Подібна ситуація негативно впливає не лише на надійність, але і на живучість мережі. Невипадково провідні виробники устаткування NGN передбачають можливість резервування контроллерів шлюзів, у тому числі з географічним рознесенням. Деякі оператори зв'язку враховують необхідність подібного резервування при проектуванні своїх мереж. У теж час з міркувань економії це не робиться.

Виробники устаткування зазвичай концентрують увагу на виробництві конкретних елементів NGN. В Audiocodes і Cisco Systems найкраще виходять шлюзи ТфЗК/IP, але Audiocodes не має власного вирішення Softswitch, а вирішення Softswitch Cisco systems не підходить операторам по продуктивності і функціональності. У багатьох виробників Softswitch немає власних шлюзів, і вони вимушені купувати фірми виробники шлюзів, як поступила Tekelec [9].

Оператори мереж зв'язку звиклися: рішення від одного виробника гарантує, що складна, багатоелементна система працюватиме; але чи буде вона працювати так, як треба операторові? Оскільки виробникові складно бути кращим у всіх елементах NGN рішень, у нього виникає спокуса просунути разом з дійсно хорошими елементами NGN і рішення відверто слабкі, але комерційно виправдані. Якщо ж NGN рішення буде комплексним, від декількох виробників, то хто візьме на себе відповідальність за надійність комплексу?

Характерною тенденцією NGN є широкомасштабне використання мереж на основі протоколу IP. Методи оцінки і забезпечення надійності таких мереж розроблені доки недостатньо. Робота в цьому напрямі ведеться у ряді зарубіжних країн.

Перевагою мереж IP є можливість надавати безліч альтернативних шляхів передачі інформації. Проте для реалізації вказаної переваги необхідно мати досить розгалужену фізичну інфраструктуру. Лише в цьому випадку різні маршрути будуть розділені не лише логічно, але і фізично. Інакше вони можуть проходить, наприклад, в загальному кабелі, обрив якого приведе до

непрацездатності всіх шляхів що по ньому проходять. Така ситуація нерідко зустрічається на практиці. Крім того, час переходу на нові шляхи передачі інформації в мережах IP дуже великий для трафіку реального часу, і якщо не прийняти додаткових заходів захисту, таке перемикання приведе до розривів з'єднань. Тому механізми швидкого відновлення часто реалізуються на фізичному рівні. А тут спостерігається перехід від технології SDH, що має різні стандартизовані механізми резервування, що забезпечують високу відмовостійкість мережі, до дешевшой, але такою, що не має доки подібних механізмів технології Ethernet. Це також негативно впливає на надійність мережі.

Вказана вище перевага має і зворотну сторону. Істотною особливістю мереж IP з точки зору надійності є те, що в них з'являється нове джерело відмов – збої в роботі протоколів маршрутизації. Ці протоколи мають проблеми із стабільністю і вельми чутливі до помилок конфігурації. При цьому через особливості роботи протоколів маршрутизації подібні порушення можуть поширюватися по мережі лавиноподібно.

Рекомендація MCE-T G.1000 [10] вказує, що використання мереж і служб на основі IP висуває цілий ряд проблем, таких як відсутність апробованих, надійних і масштабованих механізмів для вирішення цілого ряду завдань, зокрема, швидкого і повного відновлення зв'язності на рівні IP після серйозних простоїв (або атак) в сильно завантажених мережах.

Між показниками продуктивності і надійності мережі існує тісний зв'язок. Ненадійна робота мережі дуже часто приводить до істотного зниження її продуктивності. Це пояснюється тим, що збої і відмови каналів зв'язку і комунікаційного обладнання приводять до втрати або спотворення деякої частини пакетів, внаслідок чого комунікаційні протоколи вимушені організовувати повторну передачу загублених даних. Так наприклад, в локальних мережах відновленням загублених даних займаються як правило протоколи транспортного або прикладного рівня, працюючі з тайм-аутами в декілька десятків секунд, то втрати продуктивності через низьку надійність мережі можуть складати сотні відсотків.

4.2 Математичне моделювання процесу управління мережами телекомунікацій

При постановці задачі оптимального проектування системи управління необхідно врахувати множинність технічних вимог, які пред'являються до основних характеристик системи управління.

Система управління є складною системою, до якої пред'являються найрізноманітніші і багатопланові вимоги. Це вимоги до функціональних можливостей, показників якості, надійності і ефективності системи разом з вимогами до економічних показників. Крім того, система управління є складною системою з неоднорідною структурою, для якої характерні взаємозв'язки між об'єктами управління як на одному рівні, так і на різних рівнях ієрархії. Вимогу функціональної повноти неможливо задовольнити за допомогою скалярного критерію, оскільки він описує яку-небудь одну властивість системи. Необхідно розглядати сукупність показників, кожний з яких має фізичну інтерпретацію і дозволяє оцінити якість оптимального розв’язання з різних точок зору

Процес побудови математичної моделі фізичного пристрою містить наступні загальні елементи [86] :

- формалізація задачі проектування;
- аналіз і виділення існуючих властивостей пристрою;
- побудова математичного опису, що відображає взаємозв'язок істотних властивостей пристрою між собою.

Початковою інформацією при цьому є дані про призначення, умови застосування і режими роботи проектованого пристрою. Ці дані дозволяють визначити основну задачу проектування і формалізувати вимоги, пред'являти до проектованої системи.

Припустимо, що деяка проектована система управління характеризується деяким набором властивостей, які відповідають цілям її застосування і можуть бути зміряні або обчислені. Тут під властивостями розумітимемо величини, що відображають поведінку реальної системи і враховуються як техніко-економічні показники, так і умови

функціонування. При виділенні істотних властивостей необхідно нехтувати тими, які не впливають на розв'язання поставленої задачі проектування.

Хай n властивостей є незалежними один від одного і можуть варіювати в деяких межах. Позначимо їх $x=(x_1, x_2, ..., x_n)$ і назвемо керованими змінними (або параметрами). Інші m властивостей є залежними від параметрів і називаються характеристиками. Позначимо їх *вектором* $\varphi=(\varphi_1, \varphi_2, ..., \varphi_m)$. Параметри і характеристики визначають об'єкт проектування (або просто об'єкт). Окрім керованих змінних характеристики можуть залежати від залишившихся l властивостей, які є випадковими величинами. Назвемо їх зовнішніми чинниками і позначимо векторами $y=(y_1, y_2, ... y_i)$. Зовнішні чинники утворюють середовище, в якій розглядаються об'єкти проектування.

Залежно від характеру вирішуваної задачі властивості реального пристрою можуть бути віднесені або до властивостей середовища, тобто розділені на властивості об'єкту і властивості середовища або визначається метою проектування. Так, при проектуванні системи управління мережами телекомунікацій параметрами x можуть бути імовірність помилки, пропускна спроможність мережі, величина часу транзакції або затримки управляючої інформації, вартість системи тощо, а характеристиками можуть бути часові або частотні залежності каналів мережі управління.

Керовані змінні і зовнішні чинники виконують роль незалежних змінних, а характеристики є залежними від цих величин. Співвідношення, що виражають ці залежності, називатимемо математичним описом об'єкту:

$$\begin{aligned} &\varphi_1=\varphi_1(x_1, x_2,..., x_n; y_1, y_2, ..., y_i) \\ &..... \\ &\varphi_m=\varphi_m(x_1, x_2,..., x_n; y_1, y_2, ..., y_i) \end{aligned} \qquad (4.1)$$

або у векторній формі

$$\varphi=\varphi(x, y) \qquad (4.2)$$

Залежність $\varphi(x, y)$ в загальному випадку є відображенням між двома множинами властивостей проектованого пристрою φ і (x,y). Вони можуть бути задані різними способами: за допомогою формул, графіків, таблиць, алгоритмів обчислення характеристик або розв'язання систем диференціальних і

трансцендентних рівнянь.

Таким чином, під математичною моделлю реального пристрою розумітимемо кінцеву множину змінних $\{x, y\}$ разом з математичними зв'язками (3.2) між ними і характеристиками φ. Якщо математичний опис об'єкту не містить елементів випадковості (в цьому випадку зовнішні чинники відсутні), модель називається детермінованою в тому значенні, що характеристики φ однозначно визначаються параметрами x:

$$\varphi=\varphi(x) \qquad (4.3)$$

Моделі, в яких доводиться враховувати випадкові чинники y, називаються стохастичними [18]. У таких моделях характеристики φ є випадковими величинами, розподіли яких при постійних значеннях параметрів x визначаються чинниками y. Надалі для опису детермінованих моделей користуватимемося співвідношеннями (4.3), а для опису стохастичних моделей – (4.2).

Для кожного досліджуваного об'єкту проектування можна побудувати декілька математичних моделей. Залежно від постановки задачі розробляється та або інша модель, яка відображає локальні властивості і повністю визначається знаннями і досвідом розробників – фахівців в даному питанні. Проте загальна вимога до будь-якої моделі полягає у тому, що вона повинна бути адекватна реальному пристрою, тобто її математичний опис повинен із заданою точністю відображати істотні властивості, властиві конкретному об'єкту. Через велике число взаємозв'язків властивостей об'єкту як між собою, так і з середовищем побудова повністю адекватній моделі практично неможлива. Тому при побудові математичної моделі необхідно добиватися компромісу між очікуваною точністю результатів і складністю моделі. Точність моделі повністю визначає достовірність тих результатів, які виходять в результаті оптимізації.

4.3 Оптимізація параметрів мережі для трьох показників

Задача синтезу оптимальної мережі FN полягає в знаходженні такої мережі, яка компромісно оптимізує показники якості при обмеженні вхідних даних та спектра визначених умов.

Як відомо, для мережі FN найбільш критичними є три показники якості: затримка інформації в мережі $T_з$, імовірність помилки $P_{пом}$ (основний показник при передачі дискретної (цифрової) інформації) і, звичайно, вартість С (показник, який визначає вартість послуг). Реалізуємо багатокритеріальну оптимізацію мережі з урахуванням одночасно всіх трьох показників якості.

Будь-яку інфокомунікаційну мережу доцільно представляти у вигляді системи параметрів. Кожна система характеризується вектором показників якості: $K=(k_1, k_2, ..., k_m)$. У m- мірному просторі R_m показників якості $k_1, ..., k_m$ кожній системі відповідає єдине визначене значення вектора і навпаки, кожному вектору K відповідає єдина цілком визначена система. У просторі Rm всім строго допустимим значенням вектора K відповідає множина точок (множина строго допустима, що задовольняє цим обмеженням). Вид цієї множини визначається сукупністю умов і обмежень, які накладаються на синтезовану систему та її показники якості.

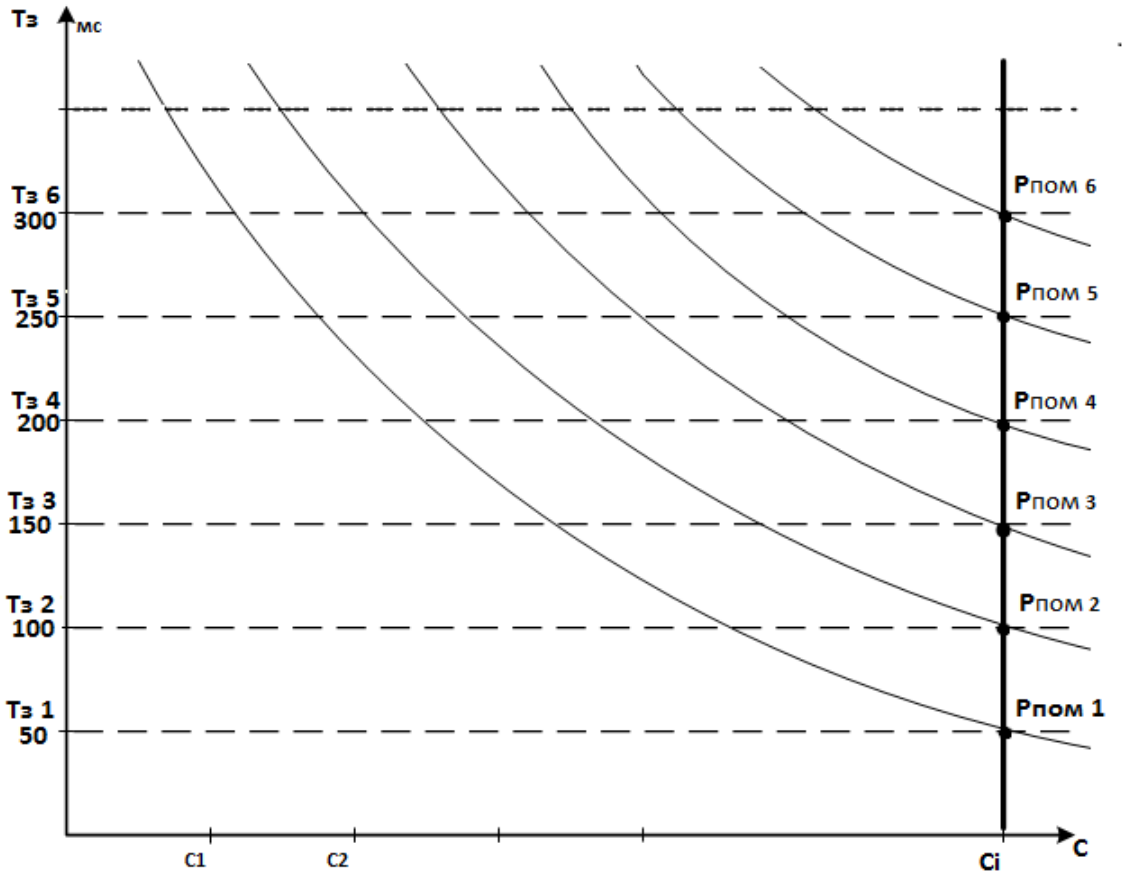


Рис. 4.1 Залежність затримки інформації та ймовірності помилки від вартості

Реалізуємо багатокритеріальну оптимізацію мережі із урахуванням одночасно всіх трьох показників якості. Допустимо, що у нас є сума витрат C_i,за яку отримуємо певну затримку інформації $T_{з\ i}$. Вважаємо, що це малі кошти, яким відповідає певний показник імовірності помилки $P_{пом\ i}$, який дорівнює, наприклад, 10^{-6}. Але нам потрібно мати не більше 10^{-9}, а ще краще 10^{-11}. Ми можемо зменшити витрати на затримку $T_з$ і витратити заощадженні кошти на покращення показника ймовірності помилки $P_{пом}$. Знаючи залежність затримки від вартості і маючи графічний варіант функції, ми можемо побудувати ще декілька паралельних робочих характеристик, а саме, п’ять (оскільки різниця між показниками 10^{-6} і 10^{-11} дорівнює п’ять) із кроком 10^{-1}. Це:$P_{пом\ 2}=10^{-7}$, $P_{пом\ 3}=10^{-8}$, $P_{пом\ 4}=10^{-9}$, $P_{пом\ 5}=10^{-10}$, $P_{пом\ 6}=10^{-11}$ (рис.4.2). Припустимо, що при вартості $C_i=10$ умовних одиниць, ми маємо $T_{з\ i}=50$ мс. З рисунка видно, що для $P_{пом\ 1}=10^{-7}$, при тій же вартості $C_i=10$, $P_{пом}$ найгірший, але залишається в рамках

норми. Допустимими можуть бути $P_{пом\ 4} = 10^{-9}$ та $P_{пом\ 5} = 10^{-10}$. Оскільки для мережі FN критичною є затримка в 300 мс, то виходячи з графіків, можна зробити висновок, що $P_{пом5} = 10^{-11}$ неприйнятний при заданій вартості.

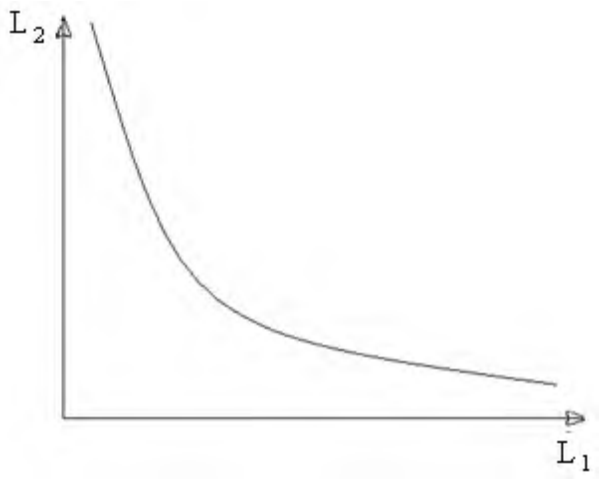
Таким чином, метод робочих характеристик дозволяє підібрати співвідношення для трьох найважливіших показників якості і оптимізувати параметри при проектуванні мережі FN.

Вважаємо, що визначений необхідний параметр $T_з$.

Фіксуємо $T_з$, присвоюємо різні можливі значення $T_{з\ 1}$,$T_{з\ 2}$,$T_{з\ 3}$ та $T_{з\ 4}$ і знаходимо залежність $P_{пом}$ від вартості.

Таким чином для FN представлений метод дозволяє підібрати співвідношення трьох основних показників якості.

При побудові сучасної інфокомунікаційної мережі потрібно збалансувати баланс усіх параметрів – вибрати оптимальний рівень параметрів. Для цього потрібно сформувати систему параметрів мережі. Спочатку ми візьмемо два параметри. У першому випадку це буде: ціна L_1 та затримка інформації L_2, у другому - вартість L_1 і імовірність помилки L_3. Відносини між параметрами є прямозалежними та має вигляд $L_1 = f\ L_2$ та $L_1 = f\ L_3$ і описується кривою, у першому випадку – спадною (рис. 4.2), а у другому - зростаючою (рис.4. 4).



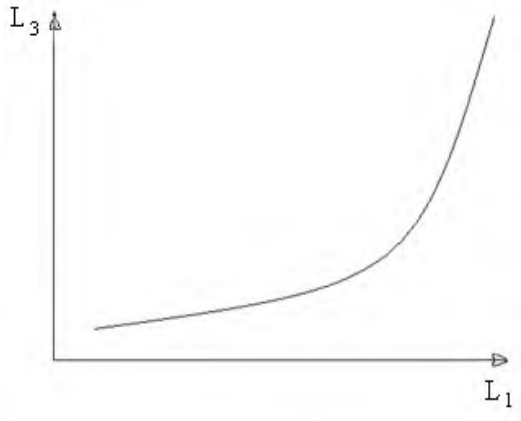


Рис. 4.2 Залежність затримки інформації від вартості

Рис.4.3 Залежність ймовірності помилки від вартості

Якщо ми оптимізуємо одночасно три параметри: вартість С, імовірність помилки $P_{пом}$, затримку інформації $T_з$, то залежність буде мати вигляд :

$$L_1 = f\ L_2, L_3 \text{ та } L_2 = f\ 1/\ L_3. \quad (4.4)$$

Спроектуємо параметри на осі прямокутної, або декартової системи координат, а саме на вісь *z* відкладемо ймовірність помилки $P_{пом}$, на *y* - затримку інформації $T_з$, на *x* - вартість С (рис.4. 5).

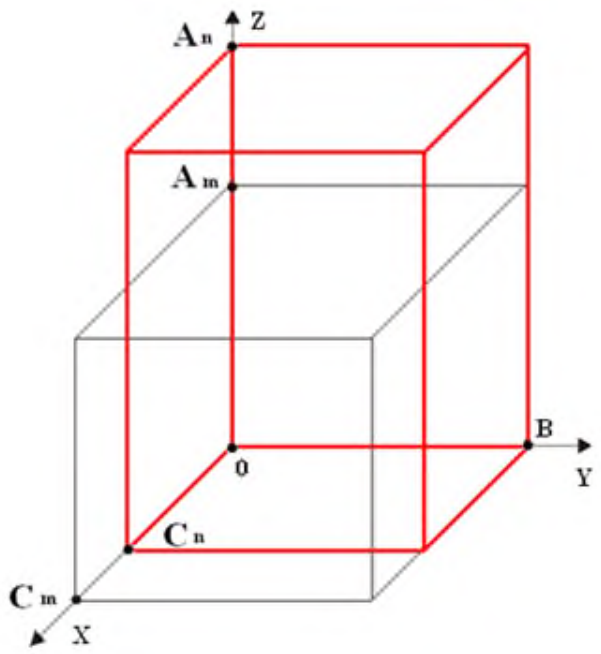


Рис. 4.4 Геометричний підхід розв'язання оптимізації параметрів мережі

Об'єм паралелепіпеда знаходиться за формулоюV=A*B*C.

Вирахувавши об'єм паралелепіпеда, ми можемо змінювати один або два параметри та дізнатися як зміниться третій.

Припустимо, що вартість С – певна сума, прирівняємо її до 10 пунктів. Також прирівняємо до 10 пунктів середньо допустимі значення ймовірності помилки $P_{пом}$ та затримку інформації $T_з$, які можна отримати за цю суму. Провівши маніпуляцію з одним із параметрів, та вважаючи, що інший постійний, ми дізнаємось як буде змінюватись третій.

Підставимо у формулу V=A*B*C отримуємо V=1000, якщо ми стабілізуємо, наприклад, вартість С, то змінюючи затримку інформації $T_з$від 1

до 10 пунктів проаналізуємо зміни значення ймовірності помилки $P_{пом}$. Якщо A_1=x, B_1=1, C=10, а V=1000, то розв'яжемо рівняннях*1*10=1000. Отримуємо значення A_1=100. При інших значеннях В отримуємо такі результати : B_2=2, A_2=50; B_3=3,A_3=33,33; B_4=4,A_4=25; B_5=5,A_5=20; B_6=6,A_6=16,6; B_7=7,A_7=14,28; B_8=8 , A_8=12,5; B_9=9,A_9=11,11; B_{10}=10,A_{10}=10.

Побудуємо графік залежності параметра вартості А від затримки інформації В. Проведемо маніпуляції з параметрами А і С та побудуємо графік їх залежності. Порівнявши отримані графіки з рис. 3 та рис. 4 ми можемо зробити висновок, що вони однакові.

Для можливості маніпуляції збільшенням та зменшенням параметрів пропонується оптимальний об'єм $V_{опт}$, який знаходиться наступним чином

$$V_{опт}= A^* (L_{1max} - L_{1min})*(L_{2max} – L_{2min}) *(L_{3max} – L_{3min}) \quad (4.5)$$

де A = ¾ - обмежувач, а $L_{N\,max}$ – максимальний показник параметра (найкращий показник якості, що використовується), $L_{N\,min}$ – відповідно мінімальний показник параметра.

Таким чином, геометричний підхід розв'язання оптимізації параметрів мережі, дозволяє вибрати найкращі параметри.

Результатом підвищення основних показників якості телекомунікаційної мережі є значне зменшення вартості самої мережі порівняно з відомими аналогами. Це відбувається за рахунок мінімізації затримки інформації, тобто створення найбільш ефективної структури телекомунікаційної мережі, мінімізації кількості службової інформації, використовуючи існуючі найбільш дешеві канали зв'язку з низьким відношенням сигнал/шум. Векторний синтез дозволяє адаптивно для спектру технологій одержувати оптимальне вирішення узагальненого критерію при різних часткових критеріях для даної технології.

ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі отримано такі результати:

1. Досліджено сукупність мережевих ресурсів які використовуються в інфокомунікаційних мережах.
2. Проведено аналіз базових топологій мережі.
3. Проведено аналіз еталонної моделі OSI та стеку протоколі TCP/IP. Було досліджено як передаються дані через інкапсуляцію та декапсуляцію.
4. Проведено аналіз типів мереж.
5. Проведено аналіз сучасних телекомунікаційних технологій.
6. Досліджено новітні технології доступу до телекомунікаційних мереж.
7. Визначено основні параметри якості функціонування мережі.

Загалом же можна сказати, що сучасні телекомунікаційні мережі застосовують нові інформаційні технології, які дозволяють їм у режимі реального часу гарантувати підвищення якості роботи, безпеки, доступності телекомунікаційних послуг.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Стеклов В.К., Кільчицький Є.В. Основи управління мережами та послугами телекомунікацій. Підруч. для студ. вищ. навч. закл.за напрямком “Телекомунікації” – К.:Техніка–2002.–438 с.

2. Стеклов В.К., Беркман Л.Н., Кільчицький Є.В. Оптимізація та моделювання пристроїв і систем зв’язку. Підруч. для студ. вищ. навч. закл.за напрямком “Телекомунікації” – К.:Техніка–2004.–576 с.

3. Стеклов В.К., Беркман Л.Н., Кільчицький Є.В., Колченко Г.Ф. Визначення параметрів оптимальної системи управління за багатокритеріальним методом. Навчальний посібник для дипломного проектування.//Київський інститут зв’язку УДАЗ ім.О.С.Попова.–К.:ДП УНДІЗ.–2000.

4. Стеклов В.К.,Беркман Л.Н.,Кільчицький Є.В.,Варфоломеєва О.Г. Розрахунок обсягу інформації управління для забезпечення необхідної точності параметрів мережі.Навчальний посібник для дипломного проектування // Київський інститут зв’язку УДАЗ ім.О.С.Попова.–К.:ДП УНДІЗ.–2000.

5. Стеклов В.К., Беркман Л.Н. Проектування телекомунікаційних мереж. Підруч. для студ. вищ. навч. закл.за напрямком “Телекомунікації” – К.: Техніка–2002.–792 с.

6. Кільчицький Є.В. Властивості та критерії оцінювання ефективності сучасної автоматизованої системи управління телекомунікаціями // К.: Зв'язок.–2003.–№1.–С.9–12.

7. Кільчицький Є.В. Властивості та критерії оцінювання ефективності сучасної автоматизованої системи управління телекомунікаціями(Закінчення) // К.: Зв'язок.–2003.–№2.–С.15–18.

8. Кільчицький Є.В. Якість управління – якість послуг: основні положення концепції ефективного управління телекомунікаціями // К.: Зв'язок.–2003.–№3.–С.20–23.

9. Олифер В.Г., Олифер Н.А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов.2-е изд. //СПб.: Питер, 2004. -894 с.

10. Гребешков А.Ю. Стандарты и технологии управления сетями связи // М.:ЭКО-ТРЕНДЗ-2003.-287 С.

11. ДСТУ ISO/IEC 13236: 2003 Інформаційні технології. Якість послуг. Основні положення.

12. НД ТЗІ 2.5 – 004 – 99 Критерії оцінки захищеності інформації в комп'ютерних системах від несанкціонованого доступу.

13. ITU – T Recommendation M.3010. Principles for a telecommunications management network.

14. ITU – T Recommendation M.3016. TMN security overview.

15. ITU – T Recommendation M.3400. TMN management functiqns.

16. Закон України „ Про захист інформації в інформаційно-комунікаційних мережах".

ДЕМОНСТРАЦІЙНІ МАТЕРІАЛИ

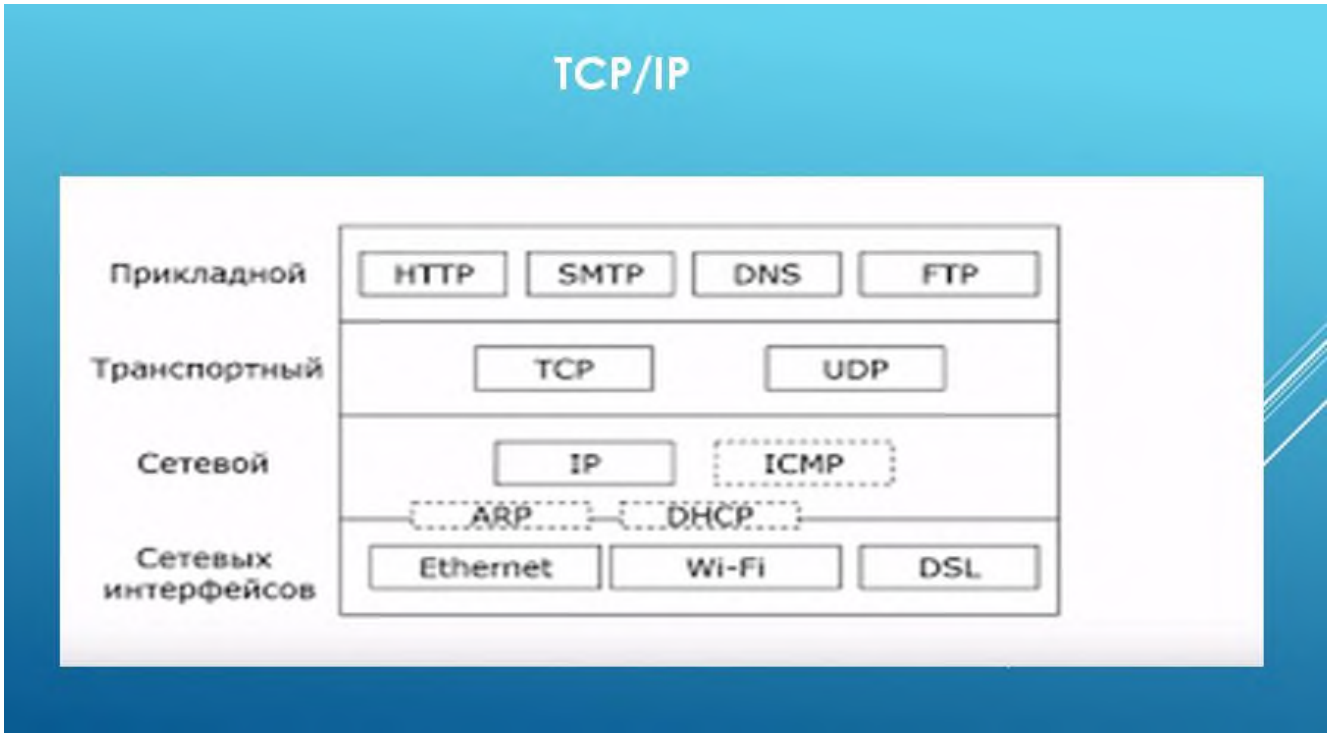
Актуальність роботи – Те, що відбулося в другому десятилітті XXI століття – принципові зміни в технології телекомунікацій потребувало перегляду принципів побудову мереж зв'язку для забезпечення реалізації вимог цих нових технологій. Основною задачею при побудові телекомунікаційної мережі є задача правильно побудувати архітектуру цією мережі.

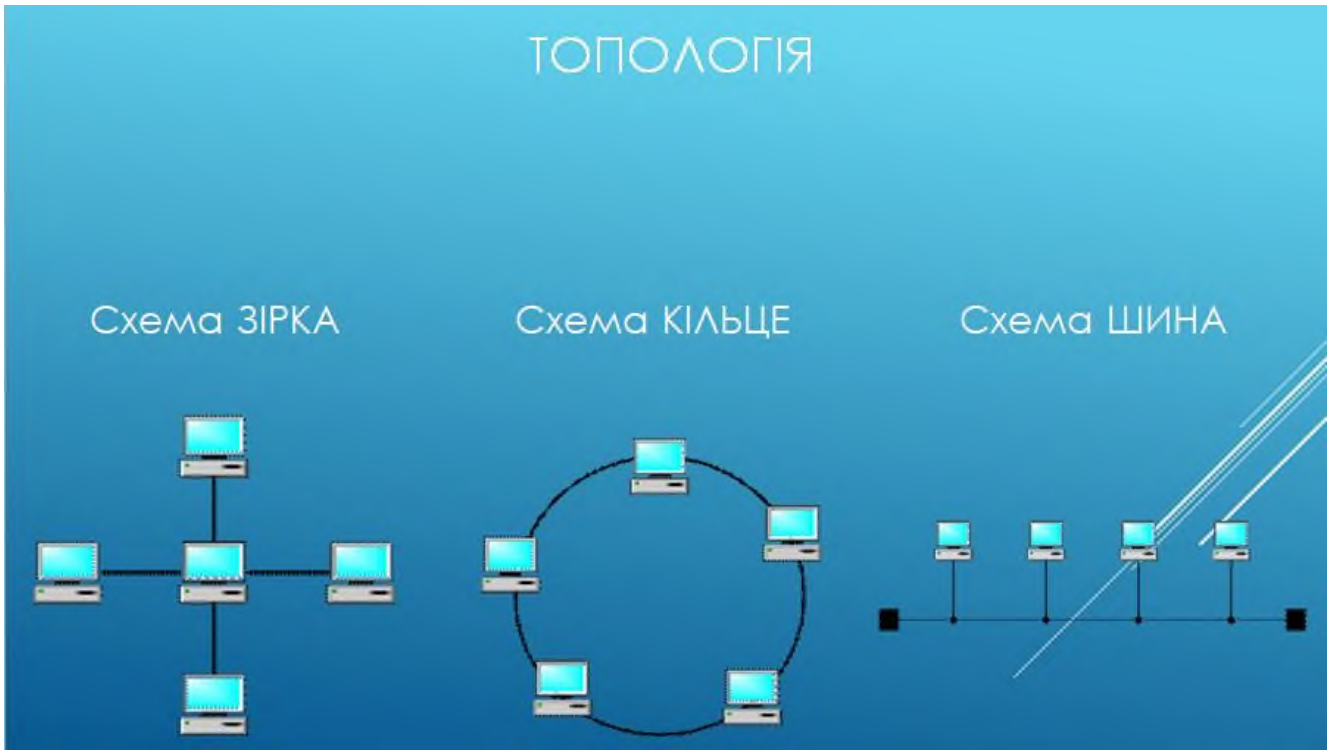
Мета – дослідження архітектури телекомунікаційної мережі з використанням новітніх технологій.

Об'єкт дослідження – Архітектура телекомунікаційної мережі

Модель OSI




TCP/IP
Прикладной
HTTP
SMTP
DNS
FTP
Транспортный
TCP
UDP
Сетевой
IP
ICMP
ARP
DHCP
Сетевых интерфейсов
Ethernet
Wi-Fi
DSL


ТОПОЛОГІЯ
Схема ЗІРКА
Схема КІЛЬЦЕ
Схема ШИНА

Технології доступу

Отримувати інформацію до різних файлів, текстової, графічної та іншої інформації зараз може кожен охочий користувач за допомогою Інтернету.

Все світня мережа стала доступною практично кожному жителю цивилізованого світу і активно використовується не тільки для розваг, але і для новітніх розробок у різних сферах.

Головна перевага роботи в інтернеті – мобільність, іншими словами, людина не прив'язана до одного місця та може проводити будь-які операції віддалено.

Технології доступу дозволяють управляти навіть найбільшими компаніями на відстані дуже ефективно

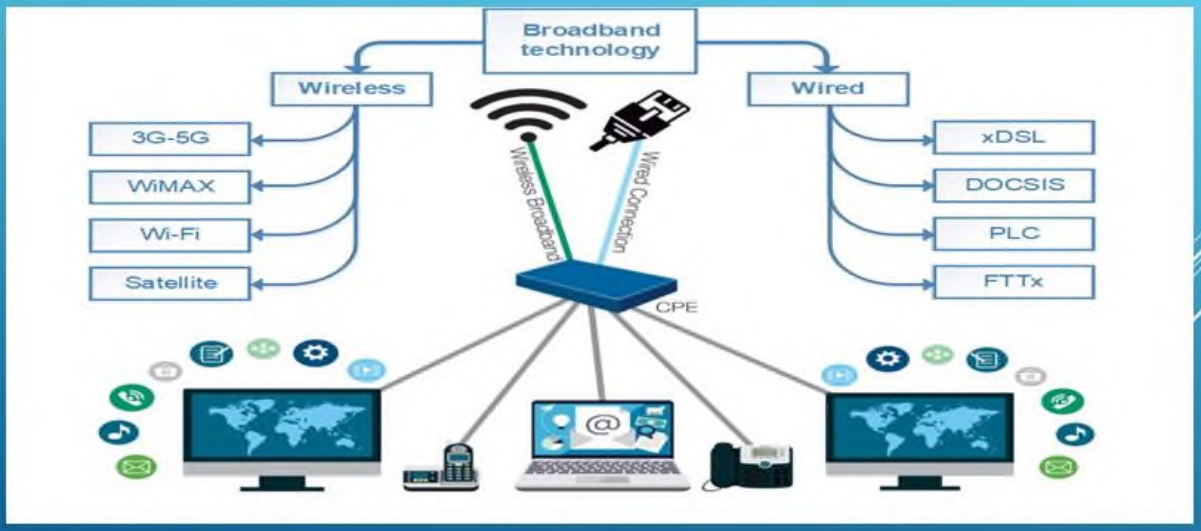
Аналіз телекомунікаційних технологій

Технології телекомунікацій – це принципи організації сучасних аналогових і цифрових систем, мережі зв'язку, включаючи комп'ютерні та Інтернет – мережі. Сучасні телекомунікаційні технології засновані на використанні телекомунікаційних мереж.

Телекомунікаційні мережі – система, що складається з об'єктів, які здійснюють функції регенерації , перетворення, збереження продукту, і мають назву пункти(вузли) мережі, та лінії передач, що здійнюють передачу.

До останніх можна віднести: телефонні мережі, радіомережу, телевізійні мережі, комп'ютерні мережі (Ethernet, Internet)

Технології доступу



Висновки

Проведено аналіз архітектури мережі. З метою стандартизації взаємодії компонентів комп'ютерних мереж була розроблена модель мережевої архітектури під назвою "еталонна модель взаємодії відкритих систем" (OSI).

Було розглянуто новітніх технологій доступу. Було досліджено безпровідні та провідні технології доступу. Також було досліджено основні параметри мережі.

Загалом же можна сказати, що сучасні телекомунікаційні мережі застосовують нові інформаційні технології, які дозволяють їм у режимі реального часу гарантувати підвищення якості роботи, безпеки, доступності телекомунікаційних послуг