
Методологія і процес мережного планування

1.1

Аналіз ділових цілей та обмежень

Розпочинаємо згори

- спочатку слід проаналізувати ділові та технічні цілі
- вивчити структуру підрозділів та робочих груп і встановити, кого обслуговує мережа і де розташовані користувачі
- слід зосередитися на Рівні 7: визначити, які застосування використовують у мережі та як вони впливають на мережу

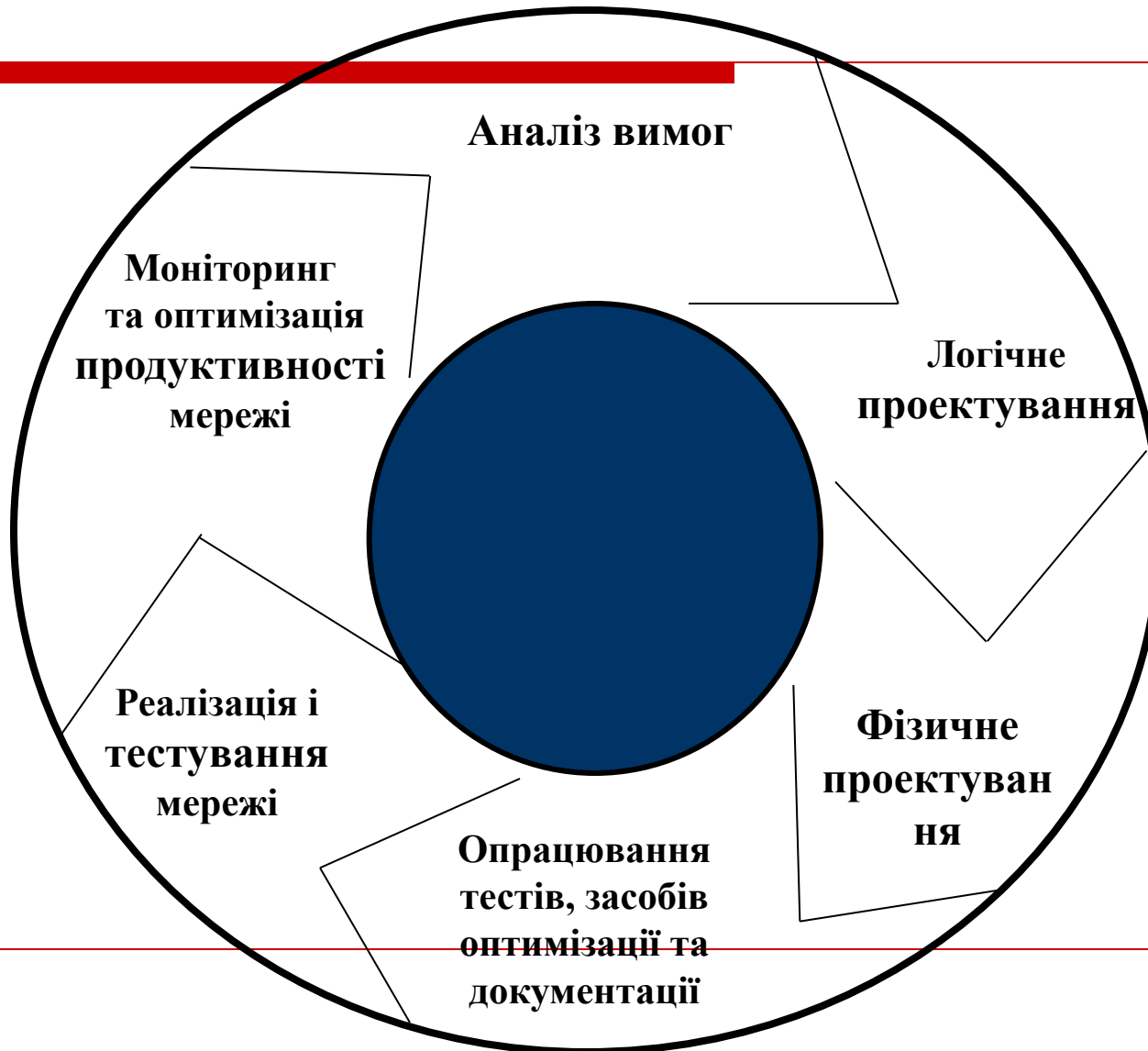
Структуроване проектування

- ❑ **Слід зосередитися на зрозумінні потоків і типів даних, процесів доступу до даних і їх зміни.**
 - ❑ **Слід зосередитися на розміщенні та потребах спільнот користувачів, які мають доступ до даних, обробляють і змінюють їх.**
 - ❑ **Охарактеризувати чинну систему, нові вимоги користувачів та структуру модернізованої системи.**
 - ❑ **Логічна модель повинна бути опрацьована перед фізичною моделлю.**
 - Логічна модель представляє основні складові блоки, поділені за функціями та структурою системи.
 - Фізична модель представляє пристрої, конкретні технології та реалізації.
-

Життєві цикли опрацювання системи

- Типові системи *опрацьовують* і вони *існують* протягом часового інтервалу, який називають життєвим циклом системи
- Більшість систем включно з інформаційними мережними системами слідує циклічній послідовності фаз, у яких систему планують, створюють, тестують та оптимізують.

Кроки мережного проектування



Кроки мережного проектування

- Фаза 1 – аналіз вимог
 - Аналіз ділових цілей та обмежень
 - Аналіз технічних цілей та компромісів
 - Характеризація чинної мережі
 - Характеризація мережного трафіку

Кроки мережного проектування

- Фаза 2 – логічне проектування мережі
 - Проектування мережної топології
 - Проектування моделі адресації та іменування
 - Вибір протоколів комутації та маршрутизації
 - Вибір стратегій захисту мережі
 - Вибір стратегій управління мережею
-

Кроки мережного проектування

- Фаза 3 – фізичне проектування мережі
 - Вибір технологій і пристроїв для мережі кампусу
 - Вибір технологій і пристроїв для мережі підприємства

Кроки мережного проектування

- Фаза 4 – тестування, оптимізація та документування проекту мережі
 - Тестування проекту мережі
 - Оптимізація проекту мережі
 - Документування проекту мережі

Ділові цілі: приклади

- ❑ Збільшення доходу
 - ❑ Зменшення коштів експлуатації
 - ❑ Покращення комунікації
 - ❑ Скорочення циклу розробки продукту
 - ❑ Здобуття ринків
 - ❑ Розбудова партнерства з іншими компаніями
 - ❑ Пропозиція кращої підтримки замовників та нових послуг для них
-

Сучасні ділові пріоритети

- Мобільність
- Безпека
- Стійкість до відмов
- Неперервність ділової діяльності після катастроф
- Мережні проекти мусять бути пріоритетизовані на основі фінансових цілей

Ділові обмеження

- Кошторис
- Штат фахівців
- Часовий графік
- Політики і настанови



Збір інформації перед першою зустріччю

- Перед зустріччю з замовником необхідно зібрати деяку основну ділово-орієнтовану інформацію
 - Види продукції або послуг
 - Фінансовий стан
 - Замовники, постачальники, конкуренти
 - Конкурентні переваги
-

Зустріч з замовником

- Слід отримати:
 - Коротке формулювання цілей проекту
 - Які проблеми слід розв'язати?
 - Як повинні допомогти нові технології у діловому успіху?
 - Що повинно відбутися для успіху проекту?
-

Зустріч з замовником (2)

- Що трапиться, якщо проект буде невдалим?
 - Чи це критичний вид ділової діяльності?
 - Чи проект помітний керівництву найвищого рівня?
 - Хто підтримує проект?

Зустріч з замовником (3)

- Слід вивчити можливі упередження, наприклад
 - чи бажано використовувати тільки вироби конкретних фірм?
 - чи слід уникати певних технологій?
 - як склалися відносини фахівців з інформатики та фахівців з телекомунікацій?
 - Слід поговорити з фахівцями підприємства
-

Зустріч з замовником (4)

- Слід отримати копію організаційної схеми підприємства
 - Це може виявити загальну структуру підприємства
 - Це може вказати можливих користувачів, яких треба врахувати
 - Це може підказати географічне розташування підрозділів, яке слід врахувати

Зустріч з замовником (5)

- Слід отримати копію настанов з безпеки
 - Як впливає політика безпеки на новий проект?
 - Чи ця політика настільки обмежує проектанта, що він не зможе виконувати свою роботу?
 - Слід розпочати каталогувати об'єкти мережі, які повинні бути захищені
 - Обладнання, програмне забезпечення, застосування і дані
 - дуже важливі: інтелектуальна власність, комерційні таємниці, репутація компанії
-

Масштабність мережного проекту

- Маломасштабний?
 - Дозволяє продавцям доступ до мережі через VPN
- Великомасштабний?
 - Перепроєктування мережі підприємства
- Слід стосувати еталонну модель OSI для в'яснення масштабності
 - Чи нове застосування для фінансової звітності, чи новий протокол маршрутизації, чи нова технологія Канального і Фізичного рівнів (напр., безпроводна)
 - Чи масштабність відповідає кошторису, можливостям персоналу і консультантів, часовому графіку?

Підсумки

- Систематичний підхід
 - Зосередженість спочатку тільки на ділових вимогах та обмеженнях і на застосуваннях
 - Здобуття розуміння корпоративної структури замовника
 - Здобуття розуміння ділового стилю замовника
-



Методологія і процес мережного планування

1.2

Аналіз технічних цілей та компромісів

Технічні цілі

- Масштабованість
- Присутність
- Продуктивність
- Безпека
- Керованість
- Зручність використання
- Пристосовність (адаптивність)
- Доступність

Масштабованість

- Масштабованість стосується здатності до збільшення
- Певні технології більш масштабовані
 - Наприклад, плоска побудова мережі не дуже масштабована
- Слід вивчити
 - Кількість розташувань, які будуть додані.
 - Що потрібне у кожному з цих розташувань?
 - Наскільки зросте кількість користувачів?
 - Наскільки зросте кількість серверів?

Присутність

- Присутність можна виразити як відсоток чинності мережі за рік, місяць, тиждень, день або годину порівняно з повним обсягом часу за цей період
 - наприклад:
 - режим роботи 24/7
 - Мережа чинна 165 годин за 168-годинний тиждень
 - Присутність становить 98.21%
- Різні застосування потребують різних рівнів присутності
- Певні підприємства потребують присутності мережі 99.999% (п'ять дев'яток)

Присутність

Час простоювання у хвилинах

	За годину	За день	За тиждень	За рік
99.999%	.0006	.01	.10	5
99.98%	.012	.29	2	105
99.95%	.03	.72	5	263
99.90%	.06	1.44	10	526
99.70%	.18	4.32	30	1577

Присутність

- Присутність також можна виразити через середній час між відмовами (MTBF) і середній час ремонту (MTTR)
- Присутність = $MTBF / (MTBF + MTTR)$
 - наприклад:
 - Мережа не повинна відмовити частіше, ніж раз за кожних 4000 годин (166 діб) і вона повинна бути відновлена протягом години
 - $4,000 / 4,001 = 99.98\%$ присутності

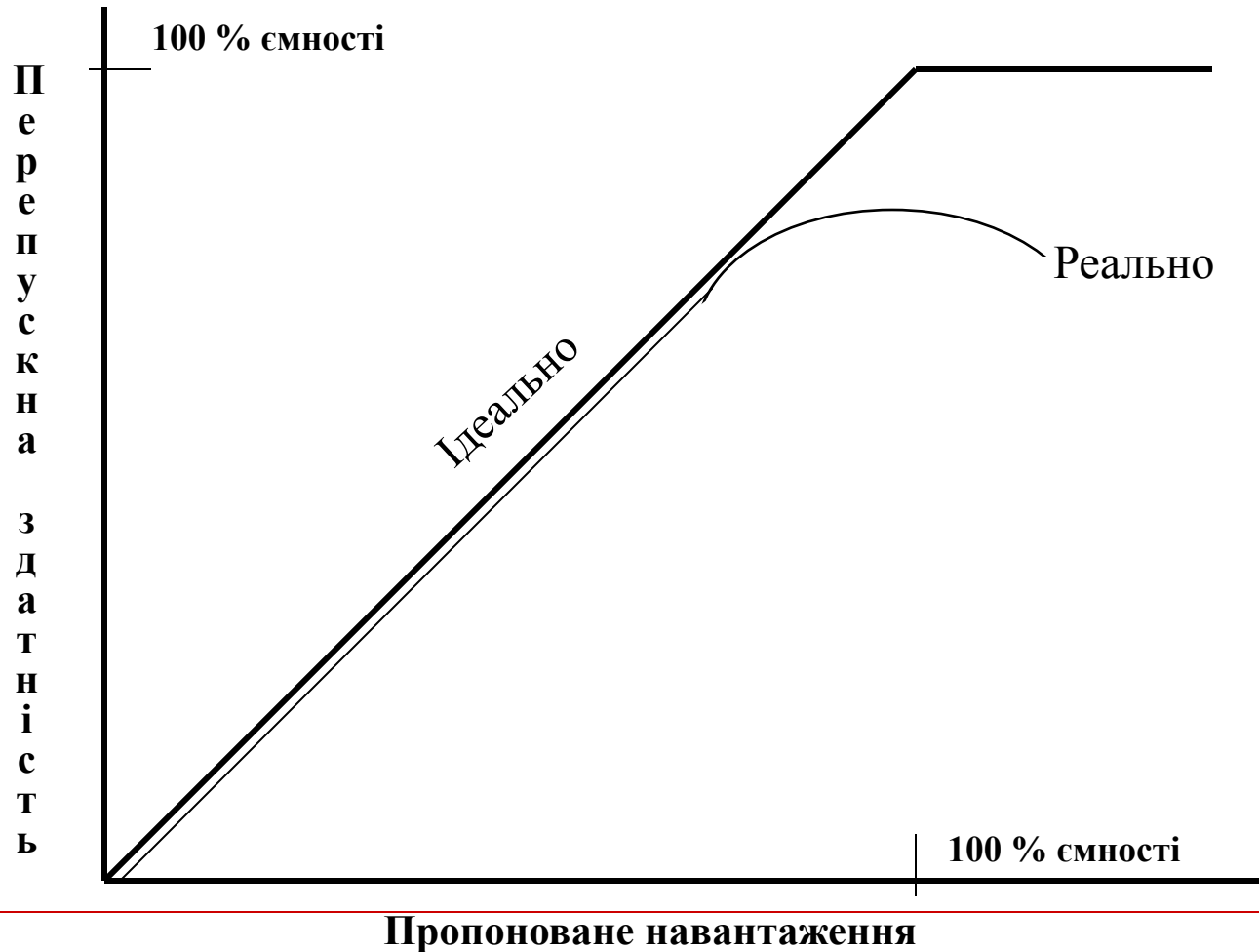
Продуктивність мережі

- Поширені фактори продуктивності включають:
 - ширину смуги;
 - перепускную здатність;
 - використання ширини смуги;
 - пропоноване навантаження;
 - безпомилковість;
 - ефективність;
 - затримку та її зміну;
 - час відгуку.

Порівняння ширини смуги і перепускної здатності

- Ширина смуги і перепускна здатність – це не те саме
- Ширина смуги – це здатність кола переносити дані
 - звичайно визначена у біт/с
- Перепускна здатність – це обсяг безпомилкових даних, які пересилаються за одиницю часу
 - вимірюється у біт/с, байт/с або у пакетах за секунду (п/с).

Ширина смуги, перепускна здатність, навантаження



Інші фактори, які впливають на перепускную здатність

- Розмір пакетів
- Інтервали між пакетами
- Протоколи
- Помилки
- і т.п.

Перепускна здатність для застосувань

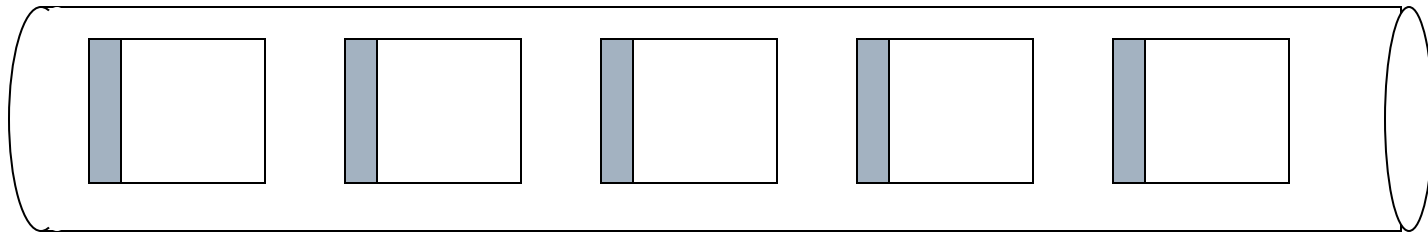
- Проектант повинен вирішити, як розуміти перепускну здатність:
 - чи це кількість байт за секунду незалежно від того, чи це байти даних користувача, чи байти заголовка пакета,
 - чи проектант займається перепускною здатністю для застосувань, тобто байтами користувача.
 - В останньому випадку проектант вважає, що ширина смуги “втрачається” через використання заголовка у кожному пакеті.

Продуктивність (продовження)

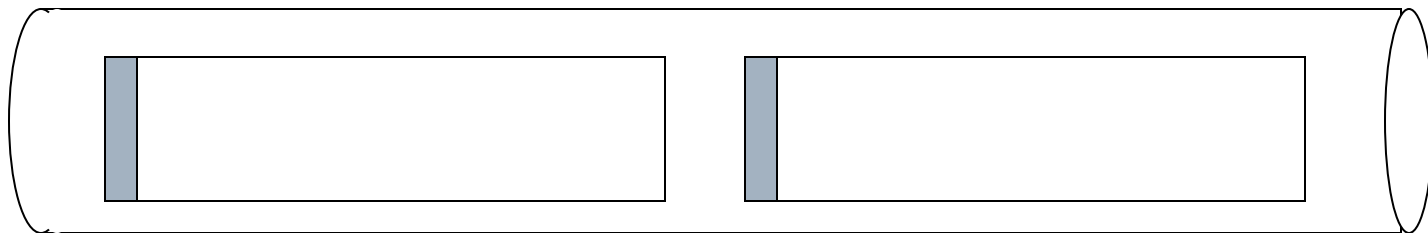
- Ефективність
 - Скільки службового навантаження необхідно для доручення визначеного обсягу даних?
 - Наскільки великими повинні бути пакети?
 - Більші – кращі для перепускної здатності.
 - Але завеликі – значить, що більше даних втрачається при помилках у пакеті.
 - Скільки пакетів можна переслати в одній групі без підтвердження?

Ефективність

Малі рамки (менша ефективність)



Великі рамки (більша ефективність)



Затримка з точки зору користувача



- Час відгуку
 - Це функція застосування та обладнання, на якому виконується застосування, а не тільки мережі
 - Більшість користувачів очікують побачити щось на екрані за 100..200 мс

Затримка з точки зору інженера

- Затримка поширення
 - Сигнал поширюється у кабелях зі швидкістю приблизно $2/3$ від швидкості світла у вакуумі
- Затримка передавання
 - Час, потрібний для поміщення цифрових даних у лінію передачі
 - Наприклад, потрібно біля 6 мс для уведення пакету розміром 1024 байти у лінію 2,048 Мбіт/с.
- Затримка комутації пакетів
- Затримка у черзі

Зміни затримки

- Величина середнього часу затримки змінюється
 - це відоме як джиттер (тремтіння)
- Голос, відео та аудіо нетолерантні до змін затримки
- Слід забути сказане про максимізацію розміру пакетів, бо
 - це завжди компроміс
 - ефективність для застосувань з великими обсягами даних суперечить малій та незмінній затримці для мультимедіа

Безпека

- Атаки на мережні пристрої
 - Дані можуть бути перехоплені, проаналізовані, змінені або видалені
 - Паролі користувачів можуть бути скомпрометовані
 - Конфігурація пристроїв може бути змінена
- Атаки розпізнавання (розвідки)
- Атаки відмови у послугах

Керованість

- Управління продуктивністю
- Управління відмовами
- Управління конфігуруванням
- Управління безпекою
- Управління обліком користувачів

Зручність використання

- Зручність використання – це простота, з якою користувачі мережі можуть отримати доступ до мережі та її послуг
- Мережі повинні спрощувати виконання користувачами їх роботи
- Певні проектні вирішення можуть мати негативний вплив на зручність використання:
 - наприклад, жорсткі заходи захисту

Адаптивність

- Слід уникати введення будь-яких елементів проекту, які могли б ускладнити впровадження нових технологій у майбутньому
- Зміни можуть з'явитися у вигляді нових протоколів, нових ділових практик, нових фінансових цілей або змін у законодавстві
- Гнучка побудова мережі може полегшити пристосування до нових взірців трафіку та вимог щодо якості послуг (QoS)

Доступність

- Мережа повинна транспортувати максимальний обсяг трафіку за виділені фінансові кошти
- Доступність особливо важлива при проектуванні кампусних мереж
- WAN потребує більше витрат, але кошти можна зменшити за рахунок правильного використання технологій
 - Наприклад, вибір відповідних протоколів маршрутизації

Приклад: вибір компромісних вирішень

- Масштабованість 20
- Присутність 30
- Продуктивність мережі 15
- Безпека 5
- Керованість 5
- Зручність використання 5
- Адаптивність 5
- Доступність 15

Разом	100
-------	-----

Підсумки

- Продовжуємо стосувати систематичний підхід згори вниз.
- Не слід вибирати засоби, доки не зрозумілі цілі замовника щодо масштабованості, присутності, продуктивності, безпеки, керованості, зручності використання, адаптивності і доступності мережі.
- Компроміси необхідні практично завжди.



Методологія і процес мережного планування

1.3

Характеризація чинної мережі

Цілі

1. Оцінити, якими засобами можна задовільнити очікування щодо мережної масштабованості, продуктивності та присутності
 2. Вивчити топологію і фізичну структуру та оцінити продуктивність чинної мережі
 3. Описати техніки та інструменти для характеристикації мережі
-

Характеризація поточного стану

- Охарактеризувати чинну мережу в термінах:
 - її інфраструктура
 - логічна структура (модульність, ієрархія, топологія)
 - фізична структура
 - адресація та іменування
 - кабелі та передавальні середовища
 - архітектурні обмеження та обмеження середовища (оточення)
 - життєздатність
-

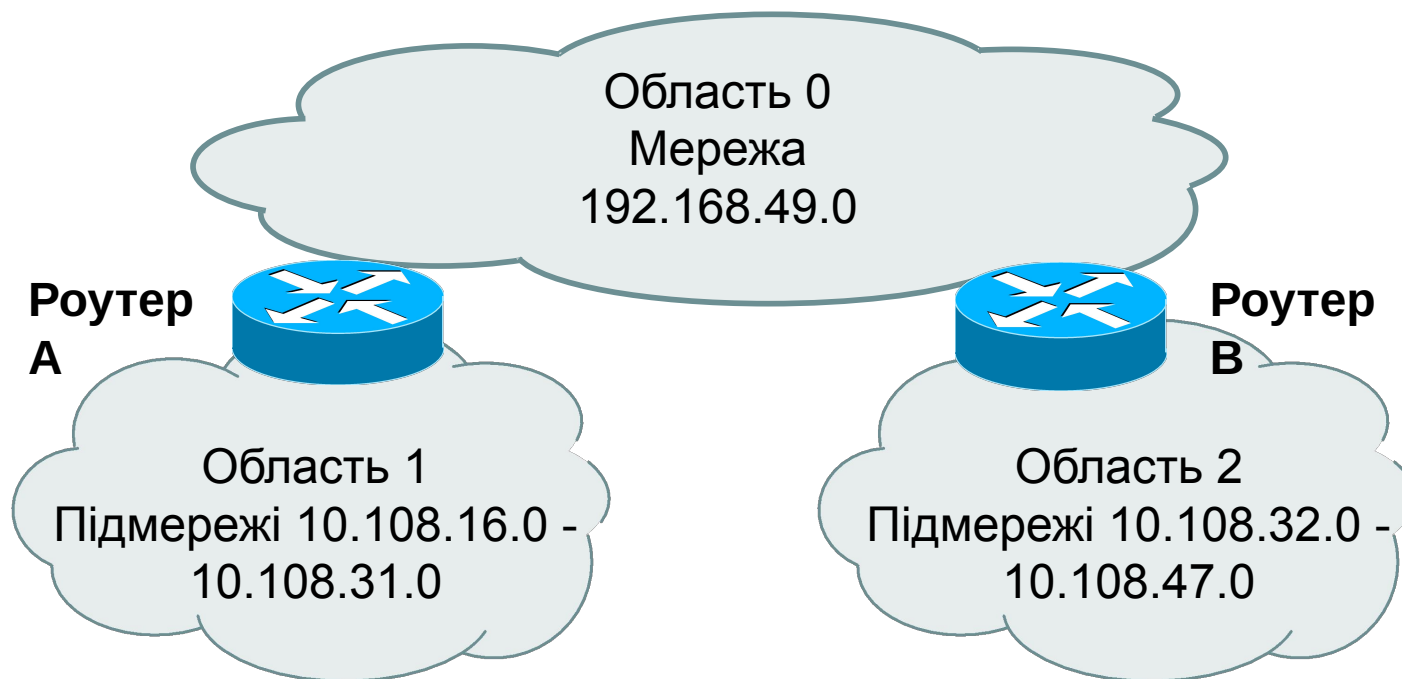
Здобуття мережної карти: цілі

- Вивчити розташування основних станцій, пристроїв для їх сполучення і мережних сегментів з метою кращого розуміння потоків трафіку.
 - Ціль проектанта на цьому кроці – отримання карти (або сукупності карт) вже впровадженої (чинної) мережі.
 - Якщо замовник вже має карти для нового мережного проекту, то проектант може здійснити детальний аналіз ділових і технічних вимог
-

Характеристики адресації та іменування

- IP-адресація основних пристроїв, клієнтських мереж, серверних мереж і т.п.
 - Будь-яка додаткова інформація щодо адресації, наприклад, про несуміжні підмережі.
 - Будь-які наявні стратегії щодо адресації та іменування
 - наприклад, вживані скорочення для іменування розташувань
-

Несуміжні підмережі



Несуміжні підмережі: дві (або більше) частини старшої мережі, розділені іншою старшою мережею

Характеризація кабелів і середовищ

- Одномодовий оптоволоконний кабель
 - Багатомодовий оптоволоконний кабель
 - Екранований провідний кабель типу “скручена пара” (STP, ScTP)
 - Неекранований провідний кабель типу “скручена пара” (UTP)
 - Мікрохвилі
 - Лазер
 - Радіо
 - Інфрачервоні промені
-

Архітектурні обмеження

- Слід упевнитися у достатній наявності
 - засобів кондиціонування повітря
 - нагрівників
 - засобів вентиляції
 - електроживлення
 - забезпечення перед електромагнітними завадами
 - дверей, які можна замкнути
-

Архітектурні обмеження

- Слід упевнитися в наявності місця для:
 - кабельних коробів
 - комутаційних панелей
 - шаф для обладнання
 - робочого простору для персоналу, який буде встановлювати або ремонтувати обладнання та устаткування
-

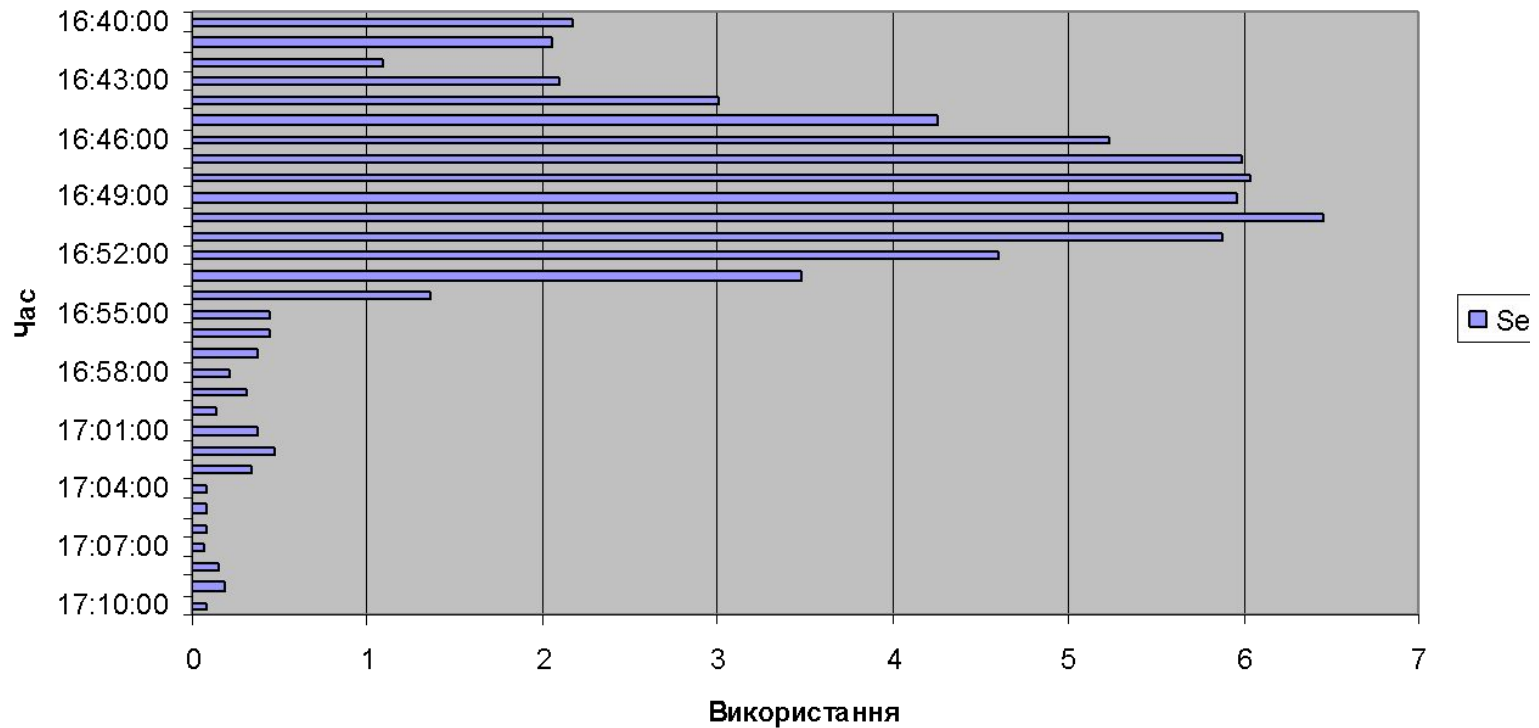
Проблеми для встановлення безпроводних мереж

- **Відбиття** – обумовлюють повернення сигналів до вихідного пункту.
 - **Поглинання** – певна частина електромагнітної енергії сигналу може поглинатися матеріалами об'єктів, через які переходить сигнал, внаслідок чого зменшується його рівень.
 - **Рефракція** – при переході радіосигналу з одного середовища до іншого, напрям його поширення може змінитися.
 - **Дифракція** – виявляється при наявності перешкод на шляху поширення радіосигналу
-

Перевірка життєздатності наявної мережі

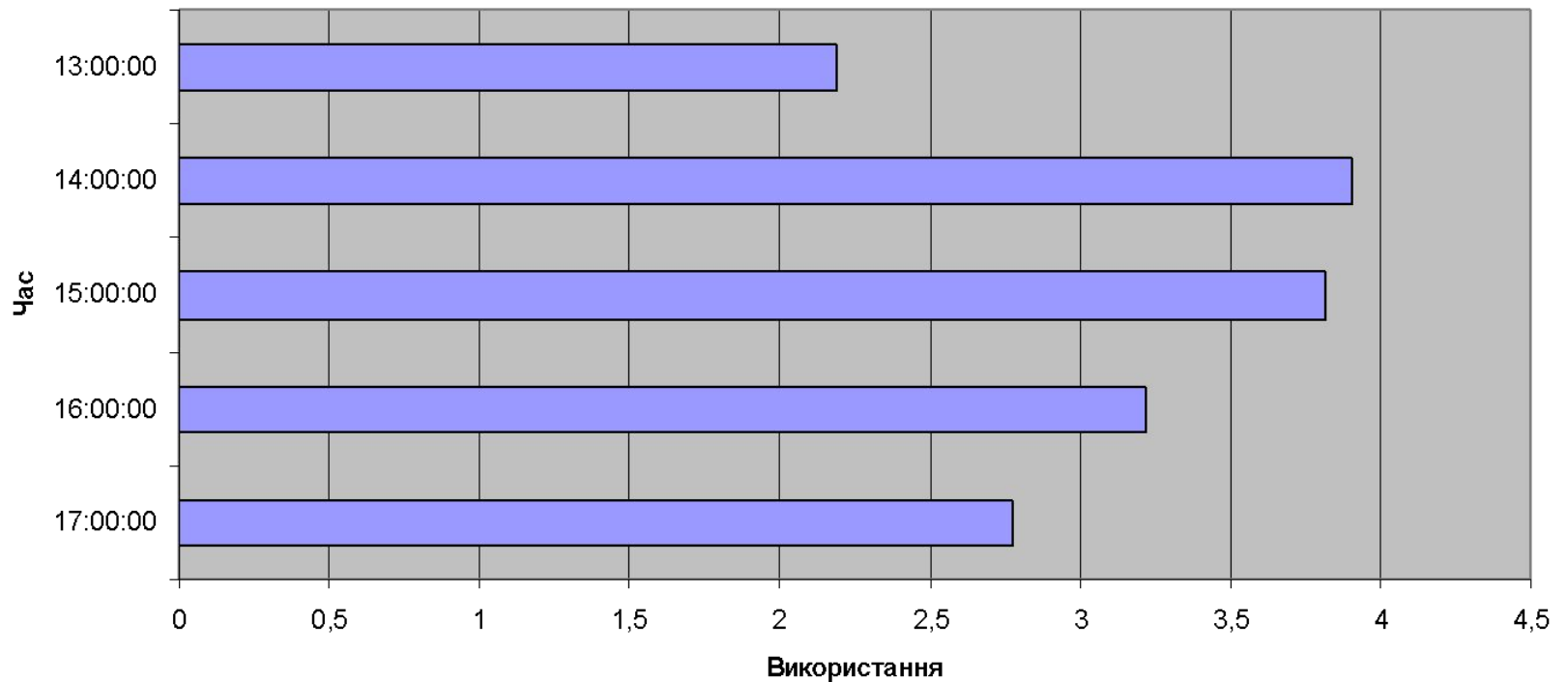
- Продуктивність
 - Присутність
 - Використання ширини смуги
 - Безпомилковість
 - Ефективність
 - Час відгуку
 - Статус основних роутерів, комутаторів і “пожежних стін”
-

Використання мережі у похвилинних інтервалах



Використання мережі у погодинних інтервалах

Використання мережі



Інструменти

- Аналізатори протоколів
 - Multi Router Traffic Grapher (MRTG)
 - Remote monitoring (RMON) probes
 - Cisco Discovery Protocol (CDP)
 - Cisco IOS NetFlow technology
 - CiscoWorks
 - Cisco IOS Service Assurance Agent (SAA)
 - Cisco Internetwork Performance Monitor (IPM)
-

Підсумки

- Характеризація наявної мережі перед проектуванням її вдосконалень
 - Допомагає перевірити реалістичність проектних цілей замовника
 - Допомагає проектанту визначити, де повинне бути встановлене нове обладнання
 - Допомагає проектанту переконатися, чи нова мережа матиме проблеми внаслідок невирішених проблем у старій мережі
-

Огляд питань

- Які фактори можуть допомогти проектанту вирішити, чи чинна мережа має достатньо добру форму, щоб підтримати нові вдосконалення?
 - У чому полягає різниця між відносним та абсолютним використанням мережі при розгляді поведінки протоколів?
 - Чому проектант повинен спочатку охарактеризувати логічну структуру об'єднання мереж, а не відразу фізичну структуру?
 - Які архітектурні фактори та фактори впливу середовища повинен врахувати проектант перед встановленням нової безпроводної мережі?
-



Методологія і процес мережного планування

1.4

Характеризація мережного трафіку

Характеризація мережного трафіку

У цій темі розгляду підлягають:

- техніки аналізу мережного трафіку залежно від застосунків і протоколів;
- методи ідентифікації джерел трафіку і сховищ даних;
- вимірювання потоків трафіку і навантаження ним;
- використання застосунків і протоколів;
- оцінювання вимог QoS.

Характеризація мережного трафіку (2)

- Ідентифікація джерел і призначень мережного трафіку
- Аналіз напрямку і симетрії переміщення даних між джерелами і призначеннями:
 - одні переміщення двосторонні та симетричні (обидва кінці потоку пересилають трафік приблизно в тому ж темпі), інші двосторонні та асиметричні (клієнти висилають малі запити і сервери відсилають великі потоки даних)

Ідентифікація головних джерел трафіку і їх відвідуваності

- Ідентифікація спільнот користувачів і сховищ даних для чинних і нових застосунків
- Спільнота користувачів – це сукупність працівників, які вживають певний застосунок або сукупність застосунків
- Для документування спільнот користувачів рекомендовано таблицю 4.1
- Для документування головних сховищ даних рекомендовано таблицю 4.2
- Сховище даних – це місце, де містяться дані рівня застосунків

Таблиця 4.1.

Спільноти користувачів

Назва спільноти користувачів	Розмір спільноти (кількість користувачів)	Розташування спільноти	Застосунки, які використовує спільнота

Таблиця 4.2. Сховища даних

Сховище даних	Розташування	Застосунок	Використовується спільною (спільнотами)

Документування потоку трафіку чинної мережі

- Ідентифікація та характеристика індивідуального потоку трафіку між джерелами і сховищами
- Вимірювання поведінки може допомогти визначити, які роутери повинні бути рівноправними у протоколах роутінгу, які використовують систему пірингу
- Характеристика поведінки чинної мережі:
 - план розвитку і розширення мережі;
 - кількісна оцінка параметрів мережі;
 - перевірка якості мережних послуг;
 - віднесення використання мережі до користувачів і застосунків

Документування потоку трафіку чинної мережі (2)

- Індивідуальний потік мережного трафіку можна означити як інформацію протоколів і застосунків, яка пересилається між об'єктами комунікації протягом окремого сеансу
- Найпростіший спосіб характеристизації потоку полягає у вимірювання кількості Мбайт/с між об'єктами комунікації.

Таблиця 4-3. Потоки трафіку

МБайт/с	Призначення 1 МБайт/с	Призначення 2 МБайт/с	Призначення 3 МБайт/с	Призначення m
Джерело 1				
Джерело 2				
Джерело 3				
Джерело n				

Типи потоків трафіку

- Термінал/станція
- Клієнт/сервер
- Партнер/партнер (одноранговий, піринговий)
- Сервер/сервер
- Розподілені обчислення

Потік трафіку термінал/станція

- Потік звичайно асиметричний
- Термінал висилає мало символів/ станція висилає багато
- Для повноекранних застосунків термінал висилає типовані символи, а станція висилає дані для перерисування екрану
- Обсяг даних від станції до терміналу дорівнює сумі байтів образу екрану плюс байти команд і атрибутів (кольор і світлові ефекти для символів)

Потік трафіку клієнт/сервер

- Найпоширеніший тип потоку
- Запит клієнта звичайно містить менше від 64 байти
- Обсяг відповідей лежить в межах від 64 байтів до 1500 байтів і більше
- Найбільш вживаний протокол на сьогодні ймовірно HTTP (Hypertext Transfer Protocol)
- Недолік мережних обчислень - великі обсяги даних від сервера до клієнта

Потік трафіку між партнерами (піринг)

- Звичайно двосторонній і симетричний
- Об'єкти звичайно пересилають однакові обсяги інформації протоколів і застосунків
- Типовий для малих мереж

Потік трафіку між серверами

- Пересилання між серверами і пересилання між серверами і застосунками для управління (менеджменту)
- Потік загалом двосторонній, симетрія залежить від застосунків

Потік трафіку розподілених обчислень

- Застосунки, які потребують багатьох вузлів обчислень, що працюють разом
- Дані переміщаються між менеджером завдань і вузлами обчислень, а також між вузлами обчислень
- Менеджер завдань нечасто повідомляє вузли обчислень, що вони повинні робити
- Може потребувати аналізатора протоколів або модель з мережним симулятором

Потік трафіку для голосу понад IP (VoIP)

- Потік, пов'язаний з пересиланням аудіо, окремий від потоку, пов'язаного зі встановленням зв'язку і його припиненням.
- Потік для пересилання оцифрованого голосу по суті є трафіком партнер/партнер.
- Встановлення і припинення зв'язку створює потік типу клієнт/сервер
 - Телефон потребує комунікуватися з сервером або телефонним комутатором, який розуміє телефонні номери, IP-адреси, узгодження можливостей тощо.

Документування потоків трафіку для мережних застосунків

- Слід документувати тип потоку для кожного застосунку і скласти список спільнот користувачів та сховищ даних, пов'язаних з застосунками
- Для документування використовувати таблиці, подібні до табл. 4-4
- Додавати коментар для кількісної оцінки типу потоку

Таблиця 4-4.

Характеристики потоків трафіку мережних застосунків

Назва застосунку	Тип потоку трафіку	Протоколи, використані застосунком	Спільноти користувачів, які вживають застосунок	Сховища даних (сервери, станції тощо)	Орієнтовні вимоги до ширини смуги	Вимоги щодо QoS

Характеризація навантаження трафіком

- Характеризація не може бути точною внаслідок впливу багатьох факторів
- Для уникнення вузьких місць слід дослідити схеми використання застосунків, час простоювання між пакетами і сеансами, розміри рамок та інші взірці поведінки трафіку застосунків і системних протоколів

Обчислення теоретичного навантаження трафіком

- Навантаження трафіком – це сума обсягів усіх даних, готових до пересилання в даний час
- Параметри навантаження трафіком:
 - Кількість станцій
 - Середній час простоювання між рамками
 - Час, потрібний для висилання повідомлення від моменту отримання доступу

Обчислення теоретичного навантаження трафіком (2)

- Слід вивчити тривалості простоювання і розмірів рамок з використанням аналізатора протоколів та оцінити кількість станцій для визначення, чи пропонована ємність достатня
- Для трафіку клієнт/сервер час простоювання серверів залежить від кількості клієнтів
- Крім дослідження тривалості простоювань між пакетами, розмірів рамок і поведінки потоку слід вивчити взірці використання застосунків і вимоги QoS.

Документування взірців використання застосунків

- Ідентифікувати спільноти користувачів
- Встановити кількість користувачів у цих спільнотах
- Застосунки користувачів
 - частота сесій застосунків
 - середня тривалість сесії застосунку
 - кількість одночасних користувачів застосунку
 - точніше прогнозувати потрібну агреговану ширину смуги

Уточнення оцінок навантаження трафіком, зумовленого застосунками

- Необхідно дослідити:
 - обсяг об'єктів даних, які висилають застосунки;
 - службове навантаження, зумовлене протоколами різних рівнів;
 - будь-яке додаткове навантаження, зумовлене ініціюванням застосунку
 - Оскільки поведінка застосунків і користувачів змінюється у широких межах, складно точно оцінити середній обсяг об'єктів даних
-

Обсяги інформаційних об'єктів мережі

- Екран терміналу: 4 кБайти
- Звичайний е-лист: 10 кБайт
- Звичайна Web-сторінка: 50 кБайт
- Зображення високої якості:
50,000 кБайт
- Резервна копія бази даних: 1,000,000 кБайт
і більше

Оцінювання обсягу службового навантаження різних протоколів

- Якщо відомі використані протоколи, можна точніше обчислити навантаження трафіком, додавши обсяг заголовка протоколу до обсягу об'єкта даних.

Оцінювання навантаження трафіком, зумовленим протоколами роутінгу

- Особливо важливо оцінити навантаження трафіком, коли топологія мережі містить багато мереж на одній стороні повільного каналу до WAN
- Для пересилання таблиць роутінгу звичайно потрібно багато пакетів

Ефективність мережі

- Ефективність – це міра того, чи застосунки і протоколи ефективно використовують ширину смуги
- На ефективність впливають:
 - розмір рамок;
 - взаємодія протоколів;
 - управління вікнами і регулювання потоків;
 - механізми виправлення помилок.

Розмір рамки

- Слід вживати максимальний розмір рамки, який підтримує використане середовище пересилання, бо це позитивно впливає на характеристики мережі.
- Застосунки пересилання файлів повинні використовувати найдовші можливі MTU (maximum transmission unit)
- Окремі протоколи суттєво обмежують довжину даних користувача.

Розмір рамки (2)

- У середовищі IP уникають збільшення MTU понад максимум, який підтримується середовищами, через які пересилають рамки
- Слід перевірити як параметри Канального рівня впливають на чинний розмір рамки.

Взаємодія протоколів

- Неефективність може бути зумовлена взаємодією протоколів і помилковим конфігуруванням таймерів підтверджень та інших параметрів

Використання вікон і управління потоками

- ❑ Вікна висилання і приймання відіграють важливу роль при пересиланні пакетів ТСР.
- ❑ Розмір вікна приймання у кожному пакеті ТСР встановлює обсяг даних, який приймальна сторона готова прийняти.
- ❑ Дані висилають, доки вікно висилання не спорожніє.
- ❑ Розмір приймального вікна залежить від обсягу пам'яті та швидкості оброблення даних.
- ❑ Ефективність оптимізують, збільшуючи пам'ять та потужність процесора кінцевої станції.

Механізми виправлення помилок

- ❑ Погано побудовані механізми виправлення помилок можуть даремно витратити ширину смуги.
- ❑ Протоколи без встановлення сполучення звичайно не використовують виправлення помилок
- ❑ Протоколи зі встановленням сполучення мають різні механізми виправлення помилок.
Використовуючи аналізатор протоколів, можна виявити, чи даний протокол впроваджує ефективно виправлення помилок

Характеризація вимог щодо якості послуг (QoS)

- ❑ Самого знання вимог навантажень для застосунків недостатньо
- ❑ Необхідно знати, чи ці вимоги жорсткі, чи гнучкі
- ❑ Деякі застосунки продовжують функціонувати (хоч повільніше), якщо ширина смуги недостатня
- ❑ Послуги пересилання голосу і відео можуть бути непридатні до використання навіть при достатній ширині смуги

Вимоги QoS ATM

- Специфікації послуг ATM
 - Постійний темп пересилання бітів (Constant bit rate - CBR)
 - Змінний темп пересилання бітів реального часу (Realtime variable bit rate - rt-VBR)
 - Змінний темп пересилання бітів не-реального часу (Non-realtime variable bit rate - nrt-VBR)
 - Неспецифікований темп пересилання бітів (Unspecified bit rate - UBR)
 - Наявний темп пересилання бітів (Available bit rate - ABR)

Категорія послуг з постійним темпом пересилання бітів

- Кінцева система-джерело заздалегідь резервує мережні ресурси і запитує гарантії, що домовлена QoS буде забезпечена для всіх комірок, доки ці комірки задовільняють відповідний тест.
- Ця категорія призначена для підтримки застосунків у реальному часі

Категорія послуг зі змінним темпом пересилання бітів

- Сполучення rtVBR характеризують у поняттях *пікового темпу пересилання комірок* (Peak Cell Rate – PCR), *сталого темпу пересилання комірок* (Sustainable Cell Rate - SCR) і *максимального розміру групи комірок* (Maximum Burst Size - MBS)

Категорія послуг зі змінним темпом пересилання бітів не-реального часу

- Категорія послуг Nrt-VBR призначена для послуг не-реального часу, які мають сплескові характеристики трафіку. Для цієї категорії послуг відсутні обмеження затримки

Категорія послуг з неспецифікованим темпом пересилання бітів

- Категорія послуг UBR не визначає жодних гарантій, пов'язаних з трафіком.
- Пікове значення темпу пересилання є лише інформаційне.
- Ця категорія призначена для застосунків не-реального часу включно з традиційними пересиланням файлів та електронною поштою.

Категорія послуг з наявним темпом пересилання бітів

- Для категорії послуг ABR характеристики пересилання мережі можуть змінюватися внаслідок встановлення сполучення.
- Механізм управління потоком пропонує певні типи зворотнього зв'язку для регулювання темпу висилання джерелом у відповідь на зміни умов.
- Зворотній зв'язок супроводжується комірками управління, відомими як комірки управління ресурсами.

Специфікації QoS робочої групи інтегрованих послуг IETF

- У середовищі IP можна використовувати протокол резервування ресурсів (Resource Reservation Protocol - RSVP), який забезпечує:
 - класифікатор пакетів, який визначає клас QoS для кожного пакета;
 - функцію регулювання доступу, яка визначає достатність наявних ресурсів кожного вузла;
 - планувальник, який визначає, коли висилати конкретні пакети згідно з вимогами QoS

Послуга з регульованим навантаженням (IETF)

- Забезпечує потік даних клієнта з QoS, наближеною до QoS такого самого потоку, який міг би бути прийнятий у ненавантаженій мережі.
- Призначена для застосунків, дуже чутливих до умов перевантаження;
- Не сприймає або використовує специфічні цільові значення параметрів, таких як затримка або втрати пакетів.

Гарантована послуга (IETF)

- RFC 2212 описує поведінку мережного вузла, необхідну для доручення послуги, яку називають гарантованою і яка гарантує ширину смуги і характеристики затримки..
- Гарантує, що пакети будуть прибувати в гарантований час доручення і не будуть видалені внаслідок переповнення черги.

Гарантована послуга (2)

- Призначена для застосунків, які потребують гарантії, що пакет прибуде не пізніше від певного моменту після вислання його джерелом.
- Потік описаний з використанням контейнера маркерів, який містить темп і розмір. Темп визначає неперервний сталий темп пересилання даних, а розмір визначає обсяг даних, для якого темп пересилання може перевищувати сталий темп.

Специфікації QoS робочої групи диференційованих послуг IETF

- RFC 2475
- IP-пакети можуть бути позначені кодовими позначками розрізнення послуг (differentiated services codepoint - DSCP) для впливу на рішення щодо черг і видалення пакетів для IP-данограм на вихідних інтерфейсах роутерів

Документування вимог QoS

- Класифікувати кожен мережний застосунок згідно з категорією послуги.
- Заповнити стовпець вимог щодо QoS у табл. 4-4.
- З'ясувати, чи стосовно застосунків можуть бути здійснені довільні узгодження рівня послуг.