

ПРОЕКТУВАННЯ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖНИХ СИСТЕМ ДЛЯ РОЗБУДОВИ 3-4 G ІНФРАСТРУКТУРИ

Проналізовані роаналізовано основні підходи до побудови високошвидкісних мультисервісних транспортних мережних систем, що є частиною інфраструктури мереж доступу 3-4 G.

This article discusses the main approaches to building high-speed multiservice transport network systems that are part of the 3-4 G access networks infrastructure.

1. ВСТУП

Розвиток телекомунікацій досягнув тої межі, за якою неминуче повинні наступити якісні зміни в підходах до побудови телекомунікаційних мереж.

В результаті розвитку інформаційних технологій з'явився ринок нових комунікаційних послуг, що відображає процеси формування інформаційного суспільства. Реалізація цих послуг пов'язана з використанням принципів розподіленої обробки інформації, застосуванням широкосмугового доступу до високопродуктивної пакетної телекомунікаційної мережі термінального обладнання мультимедіа, в тому числі з використанням технологій радіо доступу 3 та 4 поколінь на основі покриття визначених територій мережними осередками.

Впровадження транспортних мультисервісних мереж (ТММ) на базі концепції NGN забезпечує значне підвищення техніко-економічної ефективності сучасних телекомунікацій, не тільки за рахунок впровадження нових послуг, які мають споживчий попит, а й за рахунок формування «гнучкої нижньої межі» економічної ефективності при нарощуванні мережі, що особливо важливо у транспортному інфокомунікаційному сегменті в умовах сучасного телекомунікаційного ринку.

При переході від традиційних телекомунікаційних мереж до мультисервісних виникає безліч технологічних, методологічних та інших проблем, серед яких важливе місце займає проблема забезпечення необхідної якості обслуговування для різних видів трафіку і, особливо, мовного. Важливою задачею є також оптимальне проектування відповідної транспортної інфраструктури.

¹ Національний університет «Львівська політехніка»

Вивченням аспектів якості обслуговування в мережах різних класів займається безліч організацій по стандартизації. Основні підходи до аналізу показників якості сучасних ТММ, в яких домінує Internet Protocol (IP), наводяться в Рекомендації сектору стандартизації Телекомунікацій Міжнародного Союзу Електрозв'язку (МСЕ-Т) Y.1541 [1]. Оцінка показників якості обслуговування різних видів трафіку в цих мережах базується на аналізі їх імовірнісних та ймовірно-часових характеристик (ЧХ і ПЧХ).

Видається, що аналіз показників якості обслуговування в найбільш динамічному за розвитком сегменті міських мультисервісних мереж, і особливо масштабних транспортних мереж мегаполісів, може бути виконано тільки шляхом їх декомпозиції на ієрархічні кваліфікації. Такий підхід дозволяє виявити і оцінити вплив на показники якості обслуговування основних процесів, що протікають у вузлах і каналах на підрівнях доступу, агрегування і ядра мереж даного класу.

Оскільки ТММ є протяжними спорудами, які покривають великі території, а отже - дорогими об'єктами, то при їх проектуванні та передпроектному аналізі слід керуватися методами теорії оптимізації, орієнтованими на мінімізацію приведених витрат. У той же час, такі методи повинні включати оцінку та прогнозування показників якості проєктованих мереж, з тим, щоб надмірне зниження витрат на будівництво не призводило до побудови мереж, що не забезпечують необхідної якості надаваних абонентам послуг. У даному контексті видається актуальною розробка відповідних методик проектування ТММ.

Опишемо об'єкт дослідження. Концептуальні моделі ієрархічної ТММ показані на рис 1, а з акцентом реалізацію послуг «Triple play» та розбиттям на ієрархічні підрівні - на рис. 2.

Мультисервісна мережа розглядається як сукупність граничних систем комутації (шлюзів) та систем комутації ядра на базі пакетних технологій IP / MPLS / ATM. У типовій мультисервісній мережі функції агрегування доступу і послуг винесені за рамки ядра і зосереджені на її шлюзах. Цей агрегований набір послуг знаходиться під єдиним управлінням, що забезпечує функціонування граничних пристроїв як єдиного «віртуального» вузла. При такому підході досягається швидка реалізація практично будь-якого нового виду послуг зв'язку шляхом встановлення нових шлюзів і систем керування ними без змін ядра.

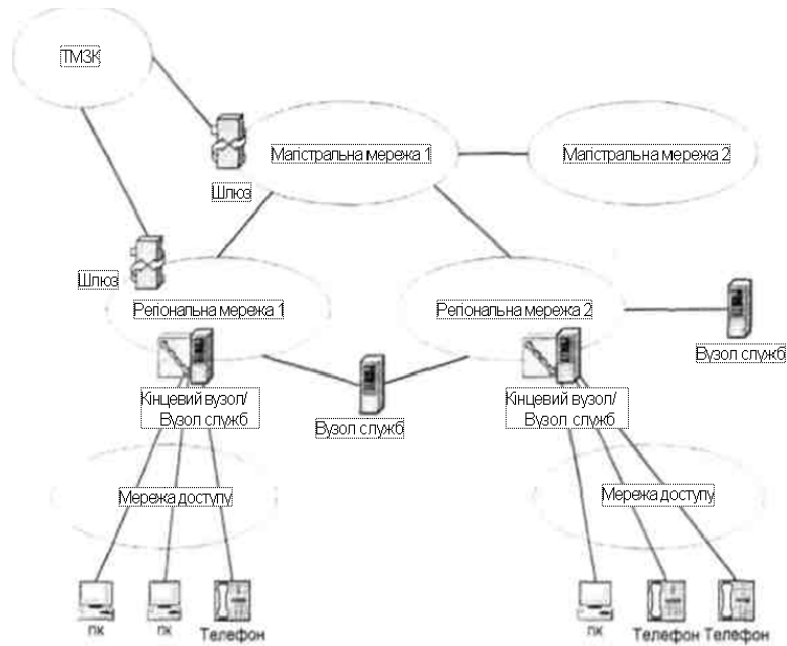


Рис. 1. Дворівнева ієрархія мультисервісних мереж

З урахуванням масштабного переміщення трафіку (у тому числі мовного) у мережах 3-4 G, щорічного збільшення його обсягів, в основу концептуальної моделі покладено формулу IP / MPLS / X [3]. Змінною "X" позначені протоколи фізичного і канального рівнів мережної моделі OSI, тому "X" може бути змінною складовою.

Виділено наступні технологічні шляхи створення TMM:

- "Класичний" (cell / frame-based). Базується на використанні технології ATM на канальному рівні, використовує сервіси ATM (LANE, MPOA, VoATM, FRF.5, FRF.8) і MPLS;
- "Передовий" (packet-based). Базується на використанні поєднань будь-яких технологій фізичного і канального рівня за винятком ATM (PPP-over-SDH, DPT, Ethernet, Gigabit Ethernet і інших) з підтримкою MPLS, який покладено в основу концептуальної моделі TMM.

У розробленій концептуальній моделі під абонентським термінальним обладнанням розуміється набір провідних та радіо інтерфейсів мультимедіа терміналів, наприклад, на базі персонального комп'ютера, що підключаються до TMM через радіо або ADSL-модем [3,4].

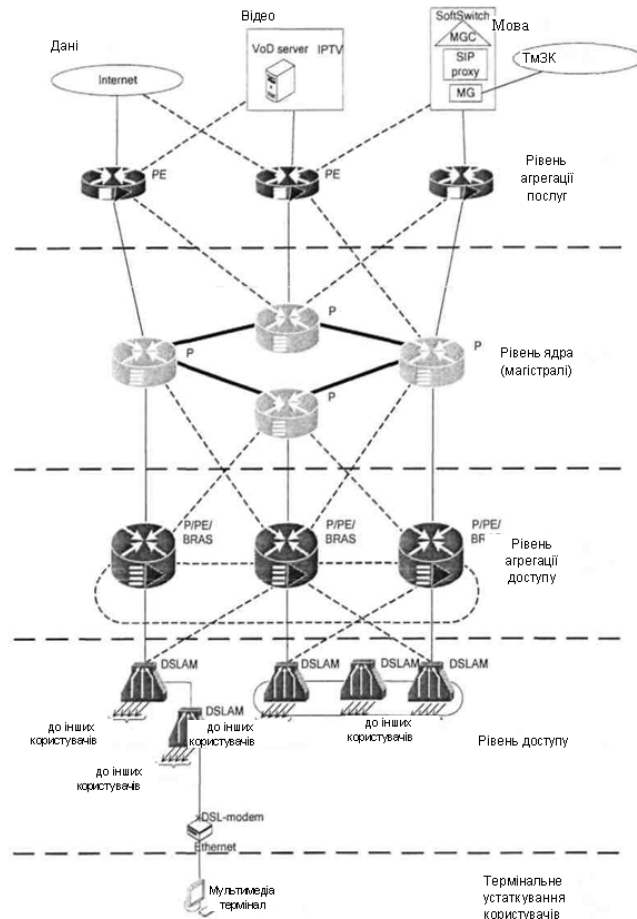


Рис. 2. Концептуальна модель ієрархічної ТММ для реалізації послуг «Triple Play»

2. МЕТОД ОПТИМІЗАЦІЇ СТРУКТУРИ ТРАНСПОРТНОЇ МУЛЬТИСЕРВІСНОЇ МЕРЕЖІ

Розглянемо метод оптимізації структури ТММ, що враховує особливості концептуальної моделі ТММ, її поділ на ієрархічні підрівні, а також витрати на систему технічного обслуговування.

Запропонований метод топологічної оптимізації ієрархічних підрівнів, що входять до складу структури ТММ, враховує траси прокладки

і особливості монтажу оптичних кабелів. Фактично, вирішено задачу оптимізації структури (ЗОС) для оптичної ділянки магістральної мережі доступу.

ЗОС для ТММ сформульована в такій постановці: необхідно визначити вектор структури ТММ, що мінімізує цільову функцію:

$$\prod_{(f)} \rightarrow \min, \quad \vec{f} \in F \quad (1)$$

де F - задана припустима множина варіантів ТММ \vec{f} , що відрізняються топологіями підрівнів доступу, агрегування і ядра, типами устаткування вузлів кожного з підрівнів, при виконанні обмежень на середню затримку, на джитер затримки, на ймовірність втрати кадрів $P_i \leq P_{iDOП}$, на дискретний характер компонент вектора \vec{f} .

Функціонал приведених витрат має вигляд:

$$\prod(f) = E_H(K_D + K_A + K_M + K_V) + E_H V_i \quad (2)$$

де K_D , K_A , K_M , K_V – капітальні витрати на будівництво мережі доступу, мережі агрегації, ядра ТММ та мережі агрегування послуг відповідно; E_H - нормативний коефіцієнт економічної ефективності; V_i - вартість системи технічного обслуговування.

Можна показати, що рішення ЗОС ТММ може бути виконано на основі двохетапної процедури. На першому етапі проводиться топологічна оптимізація кожної з підмереж, що враховує обмеження на шляхи прокладки оптичних кабелів, а також особливості монтажу. Якщо розглядати метод топологічної оптимізації кільцевої та зіркоподібної структур, заснований на вирішенні задачі про комівояжера і переборі варіантів, то результатом рішення задачі топологічної оптимізації є знаходження номера вузла, в якому повинен бути оптимально розташований центр зіркоподібної структури, а також оптимальна послідовність з'єднання вузлів у кільці, що забезпечує мінімальну сумарну протяжність лінійних споруд.

Другий етап зводиться до перебору дискретної множини варіантів структури ТММ і відшукування варіанту, який задовольняє умові (1), при виконанні заданих обмежень.

3. ВИСНОВКИ

У статті проаналізовано метод оптимізації структури ТММ що враховує особливості концептуальної моделі мережі, її поділ на ієрархічні підрівні, а також витрати на систему технічного обслуговування.

Розроблено метод топологічної оптимізації ієрархічних підмереж ТММ, що враховує траси прокладки і особливості монтажу оптичних кабелів.

1. *ITU-T Recommendation Y.1541 (02/2006) - Network performance objectives for IP-based services.* 2. Климаш М.М., Самер Аввад, Демидов І.В. Дослідження особливостей розвитку архітектури та технологій WiMAX-орієнтованих інтегрованих радіомереж доступу 4G // Наукові записки УНДІЗ. – К., 2008, – №4 (6). – С.37-47. 3. Пяттаев В.О., Филиппов А.А., Захарова Е.А. Технологические платформы для мультисервисных сетей ВСС РФ. //Информ Курьер-связь, № 2, 2002, с.21-26. 4. V. Lokhmotko, V. Piattaev, Yong Sik Park, Куи Оук Lee. Optimization of number and topology for ATM virtual connection and paths. "The 4th International conference on advanced communication technology", ICACT'2002, Korea, February 2002., PP.215-218.