

ПАРАМЕТРИ ЯКОСТІ НАДАННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ПОСЛУГ В МІСЬКИХ ТРАНСПОРТНИХ МЕРЕЖАХ

Визначено основні параметри показників якості транспортних мультисервісних мереж.

Certainly basic parameters of indexes of quality of transport-nikh of mul'tiservisnikh networks.

1. ВСТУП

Мультисервісна мережа на початковому етапі проектування характеризується незначним числом абонентів, які можуть бути розподілені по значній території, яким надаються одночасно послуги телефонного зв'язку і передачі даних та послуги відео. Відсутність взаємодії з аналогічними мультисервісними мережами в інших регіонах країни (тобто автономність створюваних місцевих ММ) дозволяє розглядати ММ як відносно незалежну, замкнуту систему. Не дивлячись на простоту телекомунікаційних і інформаційних технологій, що використовуються при проектуванні ММ виникає цілий ряд суперечливих вимог, які повинні бути враховані при розробці системного проекту мережі операторського класу.

2. СТРУКТУРА ТРАНСПОРТНОЇ МУЛЬТИСЕРВІСНОЇ МЕРЕЖІ ОПЕРАТОРСЬКОГО КЛАСУ

Структура ММ може бути розділена на декілька підрівнів мережевої ієрархії (рис 1).

На рівні доступу застосовуються ADSL-модеми, що підключаються через існуючі абонентські лінії до устаткування DSLAM.

DSLAM підключається до вузлів агрегації доступу, які є маршрутизаторами з підтримкою MPLS.

Магістральні маршрутизатори на рівні ядра мережі виконують функцію LSR (P) і як правило включаються в повнозв'язному режимі. Для забезпечення структурної надійності в мережі операторського класу їх не може бути менше двох.

Отримання інформаційного контенту (дані з Інтернет, відеозапис з сервера VoIP, мова через шлюз з ТМЗК і тому подібне) здійснюють-

¹ Львівської філії ВАТ "Укртелеком"

² Національний університет "Львівська політехніка"

ся через вузли агрегації послуг, які є маршрутизаторами з реалізацією функцій LER (PE).

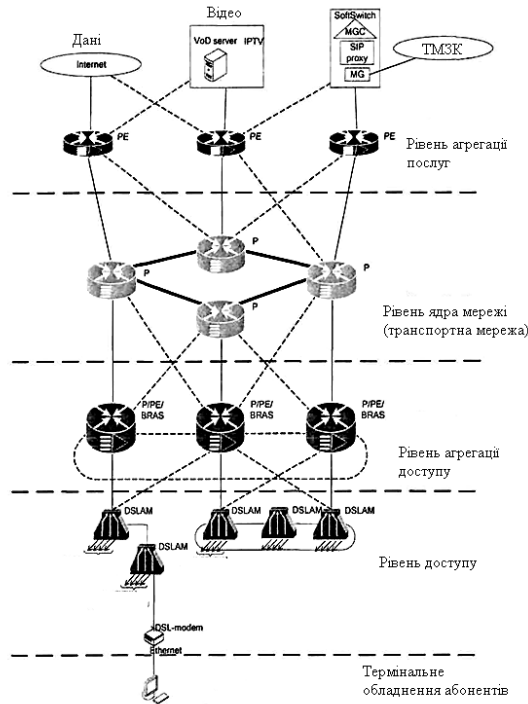


Рис. 1. Структурна модель MM

Для рівномірного розподілу навантаження на рівні агрегації доступу реалізуються функції RAS. У цих же вузлах агрегації доступу здійснюється виділення IP пакетів з кадрів Ethernet і сортування потоків трафіку (дані - IP1/MPLS1, відео - IP2/MPLS2, мова - IP3/MPLS3) по різних буферах MPLS з метою формування класів пріоритетності обслуговування. Найвищий пріоритет призначається для найбільш критичного до затримок мовного трафіку, а для трафіку даних Інтернет призначається нижчий пріоритет.

Формування декількох буферів для різних типів трафіку для забезпечення QoS в мережах MPLS дозволяє застосовувати до них різні дисципліни обслуговування. Питання забезпечення QoS в мережах MPLS є пріоритетним напрямом роботи організацій по стандартизації і розробників мережевого устаткування, проте в даний час для

забезпечення QoS в мережах MPLS використовуються два механізми: DiffServ і InServ.

Враховуючи фізичні особливості даного об'єкту дослідження - мережі з пакетною комутацією, в контексті аналізу імовірно-часових характеристик мережі, потрібно відзначити, що найбільший вплив на імовірно-часові характеристики роблять процеси очікування пакетів, кадрів і інших протокольних одиниць в чергах мережеских пристроїв і обслуговування цих протокольних одиниць при сортуванні, пересилці, просуванні через елементи мережі. Для аналітичного моделювання цих процесів найбільшою мірою адекватності підходить апарат теорії ма-сового обслуговування, що по суті є основним математичним апаратом.

Підрівень агрегації доступу забезпечує часткове розвантаження ядра мережі від трафіку між включеними в дану підмережу вузлами доступу. Підрівень замикає внутрішній місцевий трафік, що передається між вузлами доступу, який при цьому не завантажує магістральну мережу. До такого трафіку відносяться, IP-телефонії переговори між мешканцями сусідніх будинків, включеними в один вузол доступу або в сусідні вузли, мультимедійні сеанси, що проводяться між кореспондентами, включеними в близько розташовані вузли доступу, наприклад, сусідніх районів і інші місцеві транзакції, крім цього підрівень виконує функцію агрегації потоків, що надходять від вузлів доступу в об'єднані потоки, що передаються в магістральну мережу і передачу потоків, що поступають з магістральної мережі до відповідних вузлів доступу.

Підрівні агрегації доступу будується на основі спеціальних високопродуктивних маршрутизаторів, що забезпечують набір функцій QoS і швидке передавання кадрів Ethernet, як між вузлами доступу, так і між магістральною мережею і мережею доступу.

Основною технологією, забезпечення QoS є технологія MPLS. У маршрутизаторах проводиться розділення всіх кадрів, що поступають, на класи. У відповідність кожному з цих класів ставиться певний напрям передачі, що забезпечує необхідні для даного типу навантаження вимоги до параметрів якості обслуговування. Клас еквівалентності пересилки є формою представлення групи кадрів з однаковими вимогами до напрямку їх передачі, тобто всі кадри в такій групі обробляються в маршрутизаторах однаково і передаються до пункту призначення.

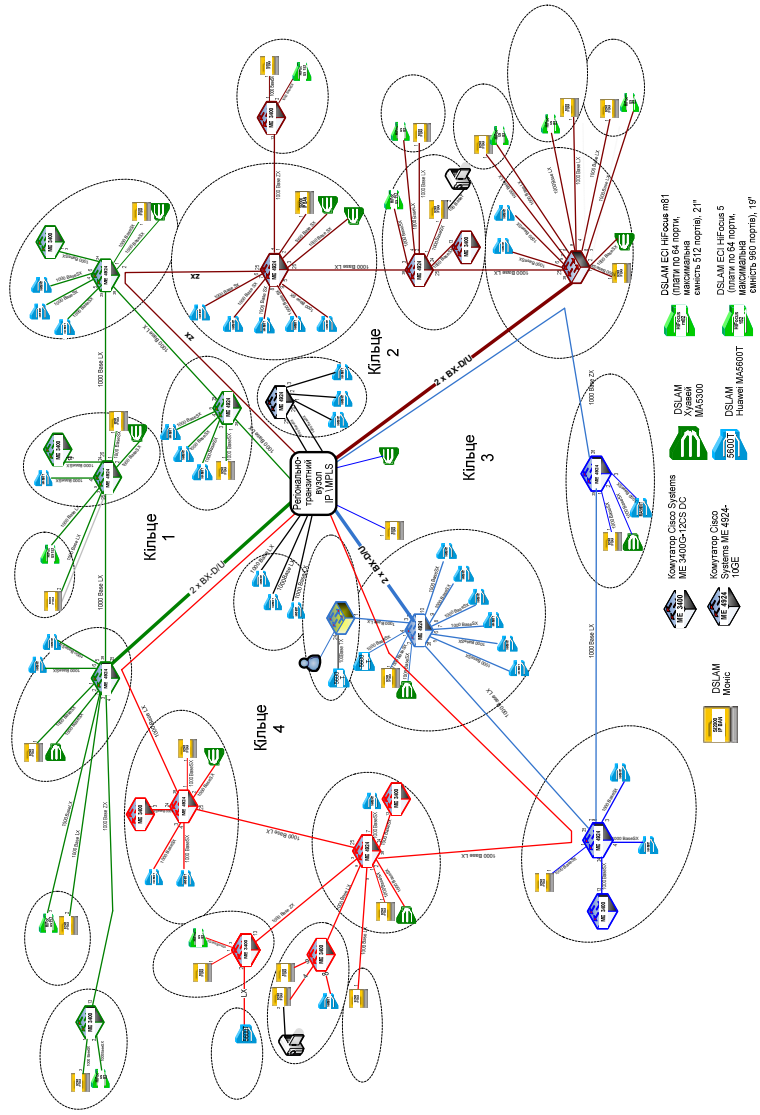


Рис. 2. Структурна схема мультисервісної мережі операторського класу

У буфер "1" поступають заявки VoIP, що вимагають найвищого пріоритету просування; у буфер "2" - заявки IPTV вимагають підвищеного пріоритету; у буфер "3" прямують заявки служб передачі даних, з найнижчим пріоритетом.

У фазі 2 проводиться аналіз міток, і якщо ухвалюється рішення про передачу кадру в мережу доступу, то мітка вилучається. Якщо ухвалюється рішення про передачу пакету на наступний маршрутизатор, то мітка не видаляється, і пакет прямує у відповідний маршрутизатор. Таким чином, заявки розподіляються по буферах вихідних портів, відповідно до сформованих таблиць маршрутів. На моделі (рис. 4) це показано у вигляді стохастичних перемикачів $S_{A1} \div S_{A3}$, що встановлюються залежно від таблиць маршрутів в різні положення.

Безліч S станів перемикача SA кожного з вузлів представляє собою повну групу подій $P_{D11} + P_{D12} + \dots + P_{D1i} + P_M + P_K = 1$

У фазі 3 здійснюється передача кадрів Ethernet з буферів вихідних портів на інші вузли із швидкістю 10 Гбіт/с.

При аналізі моделі використовуватимемо наступні припущення і допущення.

- а) У вузол поступає пуасоновський потік заявок з інтенсивністю Λ_{0A}
- б) Інтервали обслуговування мають експоненціальний закон розподілу.
- в) Ємність буферів вузлів - нескінченна.
- г) Дисципліна обслуговування - пріоритетна, з відносними пріоритетами.
- д) У кожному з вузлів використовується подинці обслуговуючому приладу.

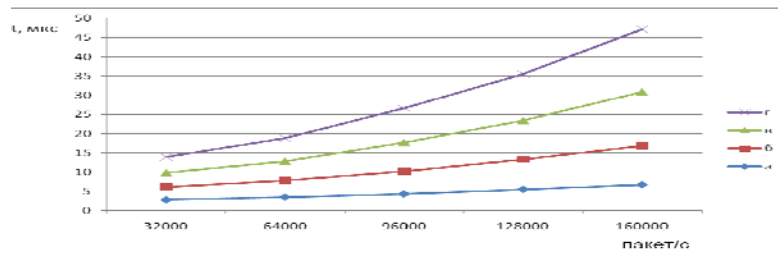


Рис. 3. Залежності середньої затримки у вузлах трафіку VoIP від інтенсивності вхідного потоку для різних топологій мережі агрегації доступу.

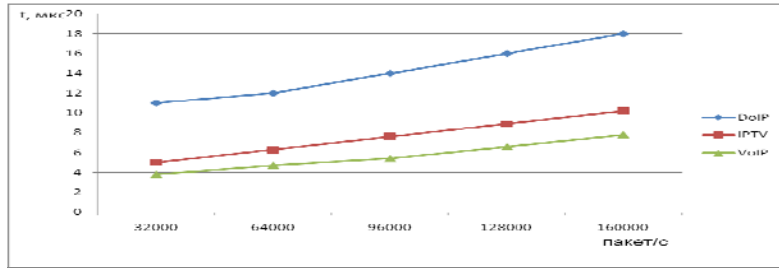


Рис. 4. Залежності середньої затримки різних видів трафіку в мережі агрегації доступу від інтенсивності потоку.

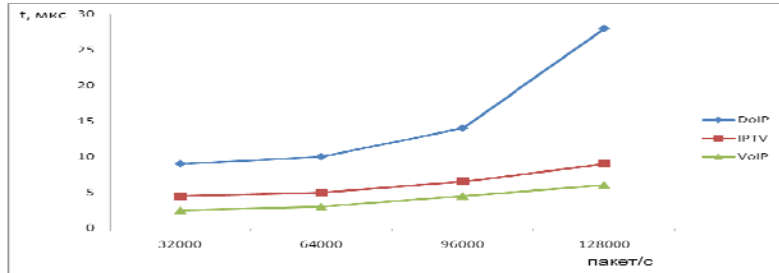


Рис. 5. Залежності середньої затримки у вузлі мережі агрегації доступу від інтенсивності вхідного потоку для різних видів трафіку

Залежності варіації затримки у вузлі 3 А від інтенсивності вхідного потоку при неоднорідному потоці заявок для трьох видів трафіку VoIP, IPTV і DoIP при експоненціальному розподілі часу обслуговування.

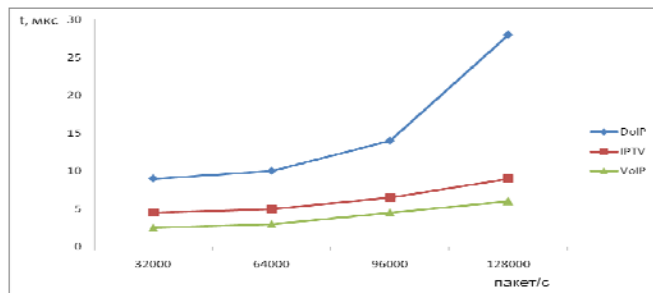


Рис. 6. Залежності варіації затримки у вузлі від інтенсивності вхідного потоку для різних видів трафіку

Зіставивши отримані залежності для варіації затримки у вузлі підрівня агрегації доступу із залежностями для середньої затримки у вузлі можна відмітити, що при неоднорідному потоці заявок і трьох класах пріоритетів обслуговування в СМО М/М/1, варіації затримки для заявок з високим пріоритетом нижче за значення середньої затримки для цих класів заявок, а для заявок з низьким пріоритетом варіації затримки вище її середнього значення. При цьому в даній мережі варіації затримок ні для одного виду трафіку, в даному діапазоні навантажень не виходять за межі типових значень.

3. ВИСНОВКИ

Проводячи аналіз отриманих результатів для мережі агрегації можна зробити наступні висновки: середня затримка в підрівні агрегації доступу з розглянутою структурою, залежить від топології мережі, найменшу затримку створює структура підрівня з прямим проходженням заявок через вузли, при збільшенні числа зв'язків вузлів, об'єднаних в кільцеву структуру з вузлами ядра мережі, найменші затримки створюють структури з найбільшим числом зв'язків вузла агрегації з вузлами ядра.

1. Гольдштейн А.Б., Гольдштейн Б.С. *Технологии и протоколы MPLS*. Спб.: БХВ - Санкт-Петербург. 2005. - 304с. 2. Лохмотко В.В., Пяттаев В.О. *Влияние дескрипторов ATM-потока на сетевые параметры // ICC2001/St.Peterburg: Материалы международной конференции по телекоммуникациям, 13-15 июня 2001 г. = ICC2001/St.Peterburg: Proceedings of the International Conference on Communications, June 13-15, 2001.— СПб: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2001.— 319-322С.* 3. Вентцель Е.С., Овчаров Л.А. *Прикладные задачи теории вероятностей*. М.: Радио и связь. 1983. – 416с. 4. Алиев Т.И. *Исследование сложных систем на основе комбинированного подхода. //Опыт практического применения языков и программных средств имитационного моделирования в промышленности и прикладных разработках. Сборник докладов. Том 1. - СПб. 2003. - С.50-55.* 5. Бородин В.В. Плотинский Ю.М. *Исследование эффективности метода ветвей и границ для решения задач маршрутизации перевозок. //Проблемы планирования в транспортных системах. Вып.П. М.: Изд. Ин-та проблем управления. 1976. с.48-54.* 6. ITU-T Recommendation Y.1541 (02/2006) - *Network performance objectives for IP-based services* 7. Захаров Г.П. *Методы исследования сетей передачи данных*. М.: Радио и связь. 1982.– 212 С.