

**АВТОМАТИЗОВАНІ СИСТЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ**

УДК 621.391

Канд. техн. наук О.С. Жученко,
Д.Є. Мякінін

**АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ОБСЛУГОВУВАННЯ ПАКЕТІВ У ВУЗЛАХ
КОМУТАЦІЇ МУЛЬТИСЕРВІСНИХ МЕРЕЖ**

Представив д-р техн. наук, професор С.І. Приходько

Постановка проблеми та аналіз літератури. На сьогодні перспективним напрямком розвитку телекомунікаційних систем є конвергенція послуг та вторинних мереж, що досягається при побудові мереж наступного покоління (NGN). Розгортання єдиної мережі дозволить використовувати типові телекомунікаційне обладнання при передачі різної за природою інформації із заданою якістю обслуговування та забезпечити велику кількість додаткових послуг.

При побудові NGN, що тягне за собою наявність у мережі великої кількості пакетів від значної кількості послуг, на

перше місце виходить питання підтримання якості обслуговування (Quality of Service), для чого можуть застосовуватись як апаратні, так і програмні продукти з можливістю використання різних алгоритмів і технологій для забезпечення QoS.

Метою роботи є проведення аналізу існуючих методів забезпечення QoS і принципів побудови та обробки черг у маршрутизаторах.

Основна частина. На сьогоднішній момент значного поширення набули мережі наступного покоління (NGN) – мульти-сервісні мережі зв'язку (рис. 1).

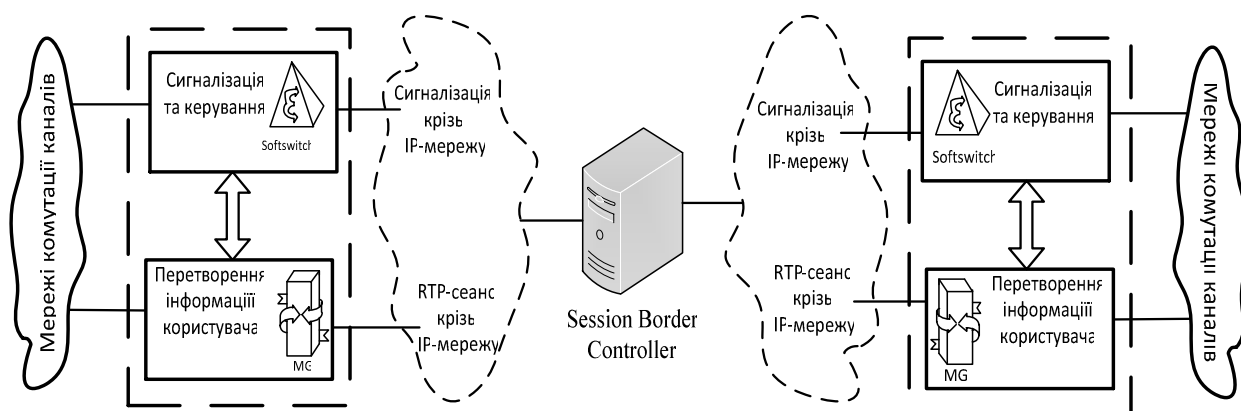


Рис. 1. Загальний вигляд Next Generation Network

Основним елементом, що впливає на якість послуг зв'язку, у даній структурі є IP-мережа, яка виступає для мережі наступного покоління як опора.

У більшості випадків IP-маршрутизатори для забезпечення QoS не можуть обробляти інформацію верхніх рівнів моделі OSI, яка переноситься в повідомленнях протоколів сигналізації. Session Border Controller (SBC застосовуються для обміну мультимедійним трафіком через кордони IP-мереж) має можливість аналізувати цю інформацію і відповідно до неї керувати засобами забезпечення QoS.

Підтримка якості послуг зв'язку здійснюється шляхом застосування загальних мережових механізмів, які умовно можна розподілити за трьома логічними площинами (можуть бути використані в різних комбінаціях, утворюючи різні способи отримання задовільного сумарного ефекту):

1) управління (містить механізми управління трактами, через які проходять потоки даних користувача):

- управління допуском (IETF RFC 2753);
- маршрутизація з підтримкою якості послуг;
- резервування ресурсів;

2) дані (містить механізми, що працюють безпосередньо з трафіком користувача):

- управління чергою (IETF RFC 2309);
- запобігання перевантаженню (IETF RFC 3168);
- організація черг і диспетчеризація;
- маркування пакетів (IETF RFC 3032);
- класифікація трафіка;
- контроль трафіка;
- моделювання трафіка.

3) адміністративне управління (містить механізми, пов'язані з експлуатацією та адміністративним управлінням мережею):

- угода про рівень обслуговування;

- відновлення трафіка;
- правила обробки (IETF RFC 2748).

Необхідно, щоб між різними конструктивними блоками існував обмін параметрами про якість послуг. Ці параметри включають у себе показники якості трансакцій на рівні пакета (наприклад, затримка і втрати пакетів) та очікування щодо надійності/доступності послуги у формі рівнів пріоритетів трафіка для конкретних мережових функцій, таких як управління допуском до ресурсів мережі і відновлення трафіка.

Відповідно до Рекомендації МСЕ-Т I.380/Y.1540 основними параметрами, що характеризують QoS у IP-мережах, є:

- затримка перенесення пакетів;
- варіація затримки пакетів (джитер);
- коефіцієнт втрати пакетів;
- коефіцієнт помилок по пакетах.

Останній параметр залежить в основному від використовуваних на фізичному рівні мережі систем передачі і проблем з ним, як правило, не виникає. Механізми забезпечення QoS в IP-мережах спрямовані на покращення перших трьох із зазначених параметрів. Саме вони і є основними характеристиками транспортної мережі, що визначають якість передачі мови. Ці ж параметри, як правило, використовуються і в угодах про рівень обслуговування (Service Level Agreement – SLA), пропонованих провідними операторами своїм клієнтам (рис. 2).

На сьогоднішній момент гостро стоїть питання організації черг і диспетчеризації трафіка. Мінімальна вимога до підтримуючого функції QoS алгоритму обслуговування черг – здатність диференціювати і визначати вимоги до обробки різних пакетів. Відповідно до цих параметрів алгоритм обслуговування повинен планувати порядок передачі поставлених у чергу пакетів. Частота обслуговування пакетів одного і того ж потоку трафіка визначає виділену цьому потоку смугу пропускання.

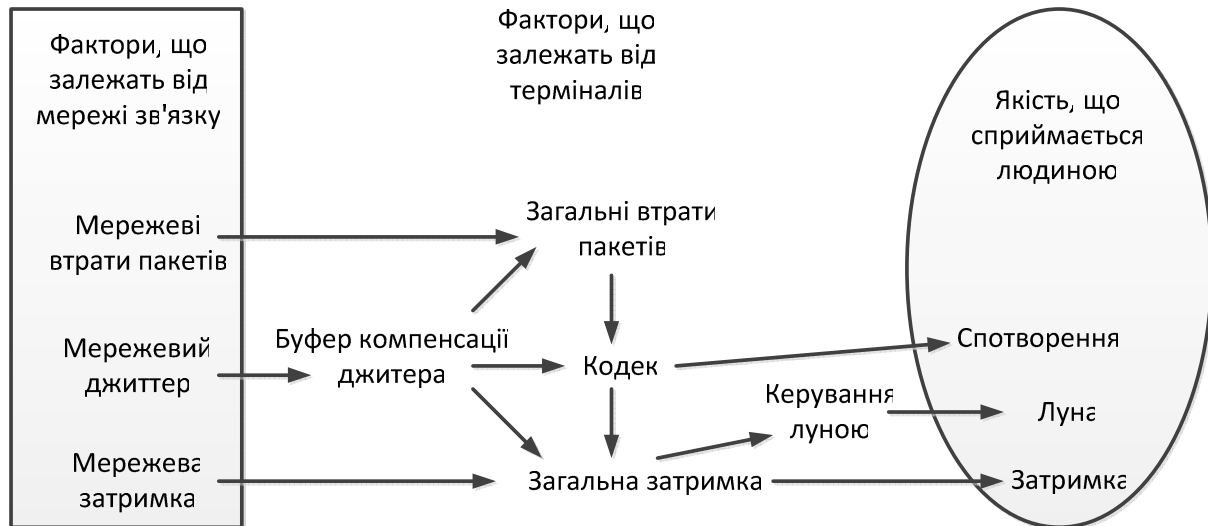


Рис. 2. Взаємовплив факторів, що визначають якість передачі мови

Існує кілька дисциплін організації черг:
 – "першим увійшов, першим вийшов" (First-In, First-out, FIFO): пакети

поміщаються в одну чергу й обслуговуються в тому ж порядку, у якому вони надходять у чергу (рис. 3);

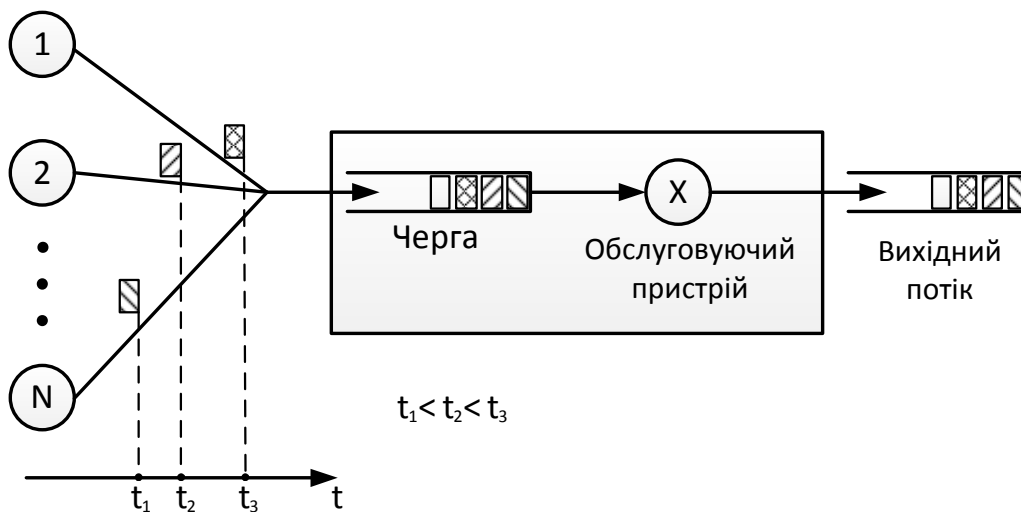


Рис. 3. Дисципліна "першим увійшов, першим вийшов"

– обслуговування черги за "рівноправним" принципом (на основі потоку): пакети спочатку класифікуються за типами потоків і розподіляються по

чергах, а потім черги обслуговуються по круговому алгоритму (черги, в яких немає заявок, пропускаються) – рис. 4;

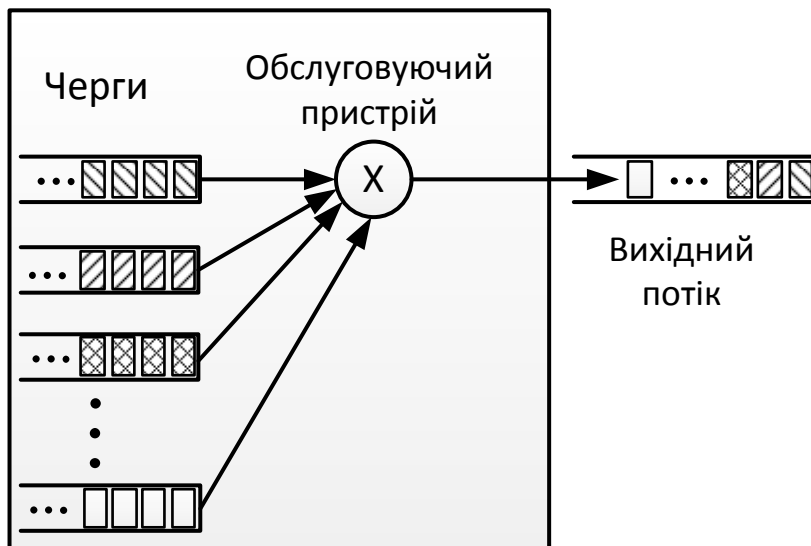


Рис. 4. Дисципліна рівноправного обслуговування

– за пріоритетним принципом: пакети спочатку класифікуються, а потім поміщаються в черги з різними пріоритетами (пакети обслуговуються, починаючи з "голови" даної черги, якщо

тільки всі черги вищого пріоритету порожні, у кожній з пріоритетних черг пакети обслуговуються в порядку "першим увійшов, першим вийшов" (рис. 5);

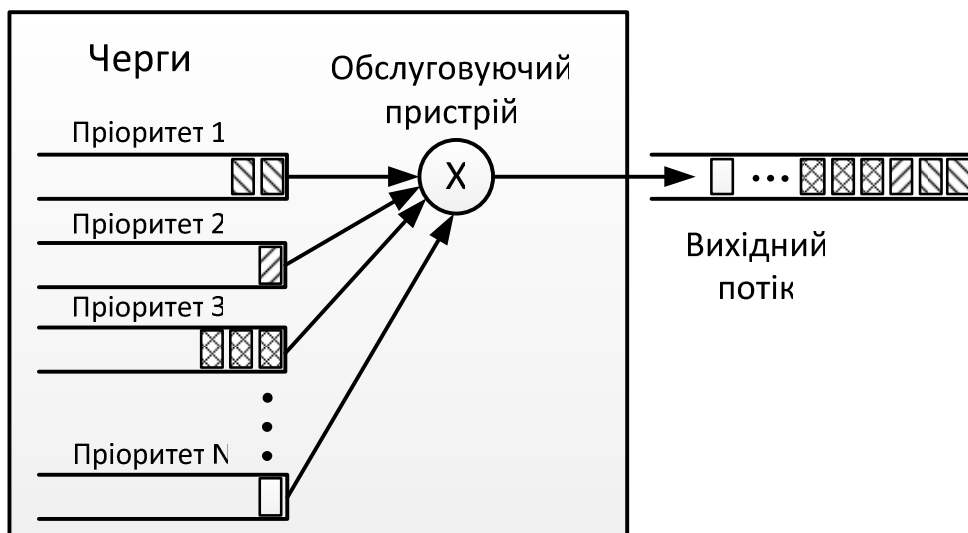


Рис. 5. Дисципліна пріоритетного обслуговування

– за зваженим рівноправним принципом: пакети класифікуються за потоками і розподіляються по чергах, виділених для відповідних потоків. Черзі присвоюється певна відсоткова частка пропускної здатності тракту. Шляхом диференціюван-

ня пакетів по довжині в такій дисципліні також запобігає розподіл великої частки пропускної здатності тракту для потоків з більш довгими пакетами, ніж для потоків з більш короткими пакетами (рис. 6);

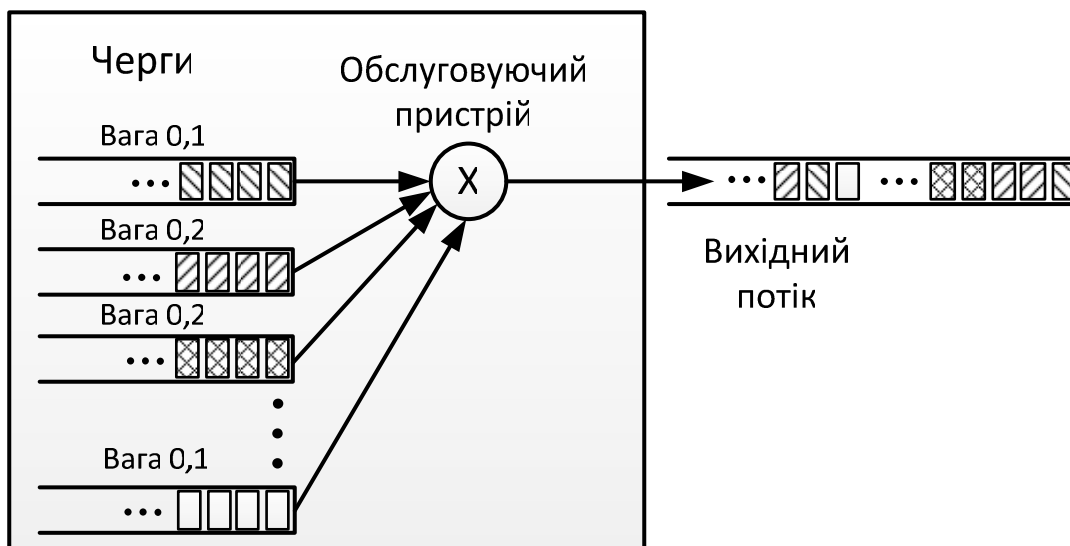


Рис. 6. Зважений рівноправний принцип

– за принципом, який спирається на клас обслуговування: пакети класифікуються за різними класами обслуговування, а потім присвоюються чергам, які належать до відповідних класів. Кожній черзі може бути присвоєна своя відсоткова частка пропускної здатності тракту, і ця черга обслуговується по круговому алгоритму. Порожні черги пропускаються.

Коли той чи інший вид трафіка необхідно обробляти по-різному, застосовуються класові дисципліни обробки черг. Прикладом класової дисципліни може служити СВQ - Class Based Queueing (дисципліна обробки черг на основі класів). Обмеження пропускної здатності в СВQ виконується за рахунок визначення проміжку часу між проходженням сусідніх пакетів середнього розміру.

Коли потік пакетів передається на обробку класової дисципліни, він повинен бути віднесений до одного з класів (класифікований). Визначення приналежності пакета до того чи іншого класу виконується фільтрами. Фільтри, приєднані до дисципліни, повертають результат класифікації (грубо кажучи - клас пакета), після чого пакет передається в чергу, відповідну заданому класу.

Hierarchical Token Bucket (НТВ) працює так само, як і СВQ, але, на відміну від останньої, принцип роботи заснований не на обчисленні часу простою, а на визначенні обсягу трафіка. Дисципліна дозволяє організувати деревоподібну ієрархію з черг і направляти в них трафік за допомогою системи фільтрів.

Схематично ієрархію класів НТВ можна подати у вигляді такого собі гібридного розділеного рівнями дерева, кінцевими вершинами якого є черги. Зазвичай вони знаходяться на нульовому рівні ієрархії і першими захоплюють трафік, що відноситься до них, передаючи його батькам (рис. 7).

Класи, що стоять нижче, отримують дозволу швидкість від класів, що стоять вище, як це ілюструє рис. 8.

Будь-який НТВ клас володіє трьома характеристиками:

1. Rate – гарантоване значення швидкості. Трафік, що пройшов через клас, буде мати цю швидкість, як мінімум. Сума всіх rate для дочірніх класів не повинна бути більше значення rate батьківського класу;
2. Ceil – максимальне значення швидкості, яку може отримати клас, якщо у батьківського класу є резерв, не використаний іншими дочірніми класами;

3. Prio – значення пріоритету при роздачі швидкості вище гарантованої (тобто визначеної в Ceil). Чим число, задане в Prio менше, тим більший пріоритет

при розподілі резерву смуги буде мати даний клас.

Таким чином, виходить гнучкий розподіл трафіка за класами з урахуванням вимог до окремих смуг.

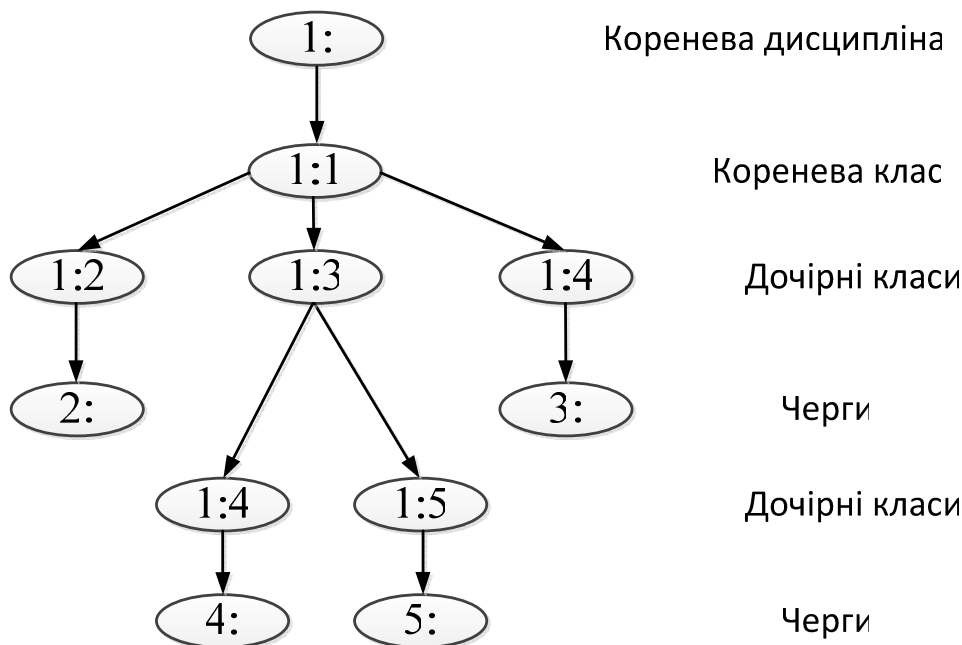


Рис. 7. Ієрархія класів НТВ

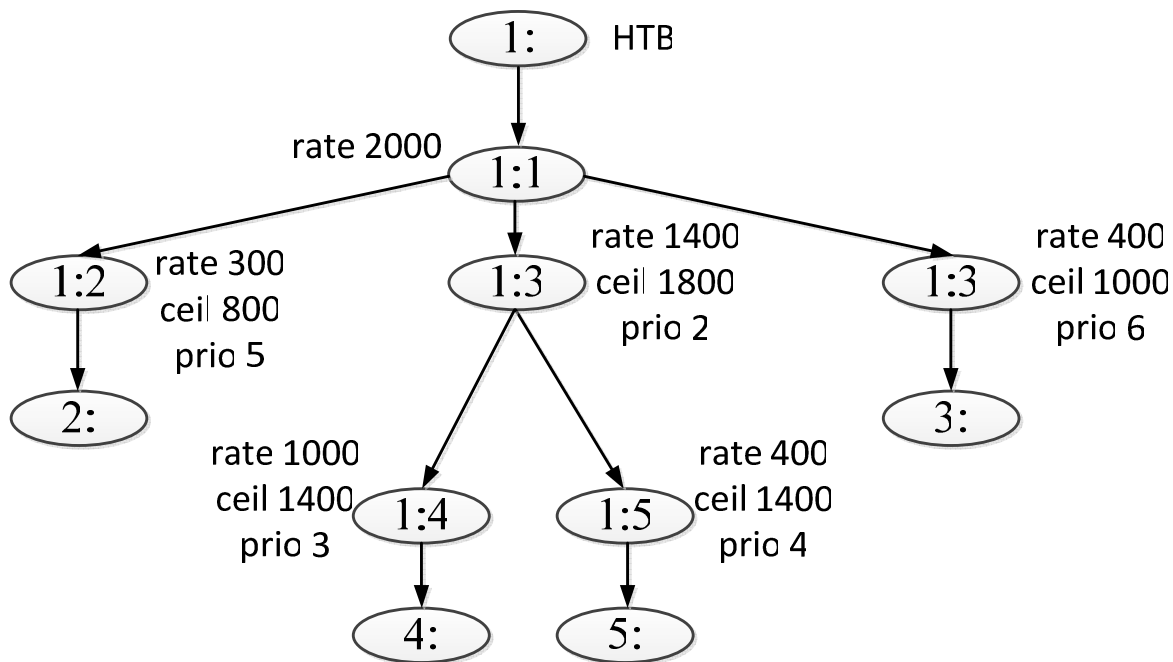


Рис. 8. Розподілення швидкості за деревом черг

Висновки. Проведений аналіз показав, що найважливішими параметрами при проходженні інформації в мережах наступного покоління є затримка та втрата пакетів при їхній обробці у вузлах

комутації. Для зменшення цих параметрів доцільно використовувати методи обслуговування з побудовою дерева черг на основі алгоритму Hierarchical Token Bucket.

Список літератури

1. Гольдштейн, А.Б. Softswitch [Текст] / А.Б. Гольдштейн, Б.С. Гольдштейн. – СПб.: БХВ – Санкт-Петербург, 2006. – 368 с.
2. Татенбам, Э. Компьютерные сети [Текст] / Э. Татенбам. – 4-е изд. – СПб: Питер, 2003. – 992 с.
3. Гольдштейн, Б.С. Интеллектуальные сети [Текст] / Б.С. Гольдштейн, И.М. Эхриель, Р.Д. Рерле. – М.: Радио и связь, 2000. – 500 с.
4. Кузьмицкий, А. Три Делим Интернет или QoS на Mikrotik [Электронный ресурс] / А. Кузьмицкий. – Режим доступа: <http://mikrotik.axiom-pro.ru/articles/qos.php>. - Загл. с экрана. (Дата обращения: 22.11.2011).

Ключові слова: пакет, черга, Quality of Service, Hierarchical Token Bucket, ієрархія класів.

Анотація

У ході проведеного аналізу існуючих методів забезпечення Quality of Service та організації черг у маршрутизаторах IP-мереж встановлено, що при побудові мереж наступного покоління та розширенні кількості послуг доцільно використовувати дисципліни обслуговування черг з класифікацією потоків пакетів та побудовою дерева черг на основі алгоритму Hierarchical Token Bucket.

В ходе проведенного анализа существующих методов обеспечения Quality of Service и организации очередей в маршрутизаторах IP-сетей установлено, что при построении сетей следующего поколения и расширении количества услуг целесообразно использовать дисциплины обслуживания очередей классификации потоков пакетов и построением дерева очередей на основе алгоритма Hierarchical Token Bucket.

As a result of the analysis conducted for the existing methods to secure the Quality of Service as well as for determining the routers' order within the IP-network, it has been postulated that for the installation of the next generation networks as well as for an increase in number of services, the arrangement of routers should be based on the classification of the data flow. Furthermore, it would make sense to build the router arrangement tree on the basis of the "hierarchical token bucket" algorithm.