

Весна

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ЗАДАЧІ УПРАВЛІННЯ ТРАФІКОМ У
СУЧАСНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ

ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1. ВАЖЛИВІСТЬ КІБЕРБЕЗПЕКИ В СУЧАСНИХ МЕРЕЖАХ ТА СИСТЕМАХ.....	4
2. ВИКОРИСТАННЯ FAIL2BAN ДЛЯ ЗАХИСТУ МЕРЕЖІ	8
3. РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ КОМПЛЕКСУ ІНСТРУМЕНТІВ УПРАВЛІННЯ МЕРЕЖНИМ ТРАФІКОМ	18
ВИСНОВКИ.....	21
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	22
АНОТАЦІЯ.....	23

ВСТУП

Стрімкий прогрес в області телекомунікаційних та інформаційних технологій призвів до появи мереж, характерною особливістю яких є неоднорідність трафіку. Неоднорідність трафіку полягає в передачі по телекомунікаційній мережі пакетів декількох типів (відео, аудіо, мовних та текстових пакетів і т.і.), до яких пред'являються різні вимоги. Такі мережі дістали назву мультисервісних мереж (МСМ), тобто мереж, які здатні надати будь-які телекомунікаційні та інформаційні послуги [1-2].

Перехід до нових мультисервісних технологій змінює саму концепцію надання послуг, коли якість гарантується не тільки на рівні договірних угод з постачальником послуг і вимог дотримання стандартів, але і на рівні технологій і операторських мереж. Для виконання цих угод необхідна відповідність поточних параметрів якості обслуговування QoS (Quality of Service) мережі нормованим параметрам, таким як смуга пропускання, затримка, варіація затримки та рівень втрати пакетів. Для одночасного забезпечення різних вимог QoS в МСМ необхідно використовувати засоби управління трафіком, які в свою чергу повинні враховувати особливості різних класів трафіка і забезпечувати ефективне розподілення ресурсів мережі .

Методи управління трафіком розрізняються в залежності від задач, що постають перед адміністратором мережі. Деякі методи спрямовані на вирішення деякого конкретного завдання, проте зовсім не здатні допомогти в інших випадках по забезпеченню вимог QoS. Інші методи більш універсальні, але все таки в повній мірі не вирішують ту чи іншу проблему, а лише частково покращують ситуацію. Вирішити ці проблеми допомагає поєднання цих методів, тобто комплексне використання засобів управління трафіком, яке може суттєво покращити параметри зв'язку.

1. КЛАСИФІКАЦІЯ МЕТОДІВ УПРАВЛІННЯ ТРАФІКОМ ТА ВИМОГИ ДО СУЧАСНИХ МЕРЕЖ

На сьогоднішній день відома велика кількість методів управління трафіком, що включають в себе використання механізмів збалансованого завантаження ресурсів мережі [1-3], вибору оптимального маршруту проходження трафіку, використання процедур резервування і механізмів запобігання перевантажень. Основні і найбільш використовувані засоби управління трафіком представлені на рис. 1.

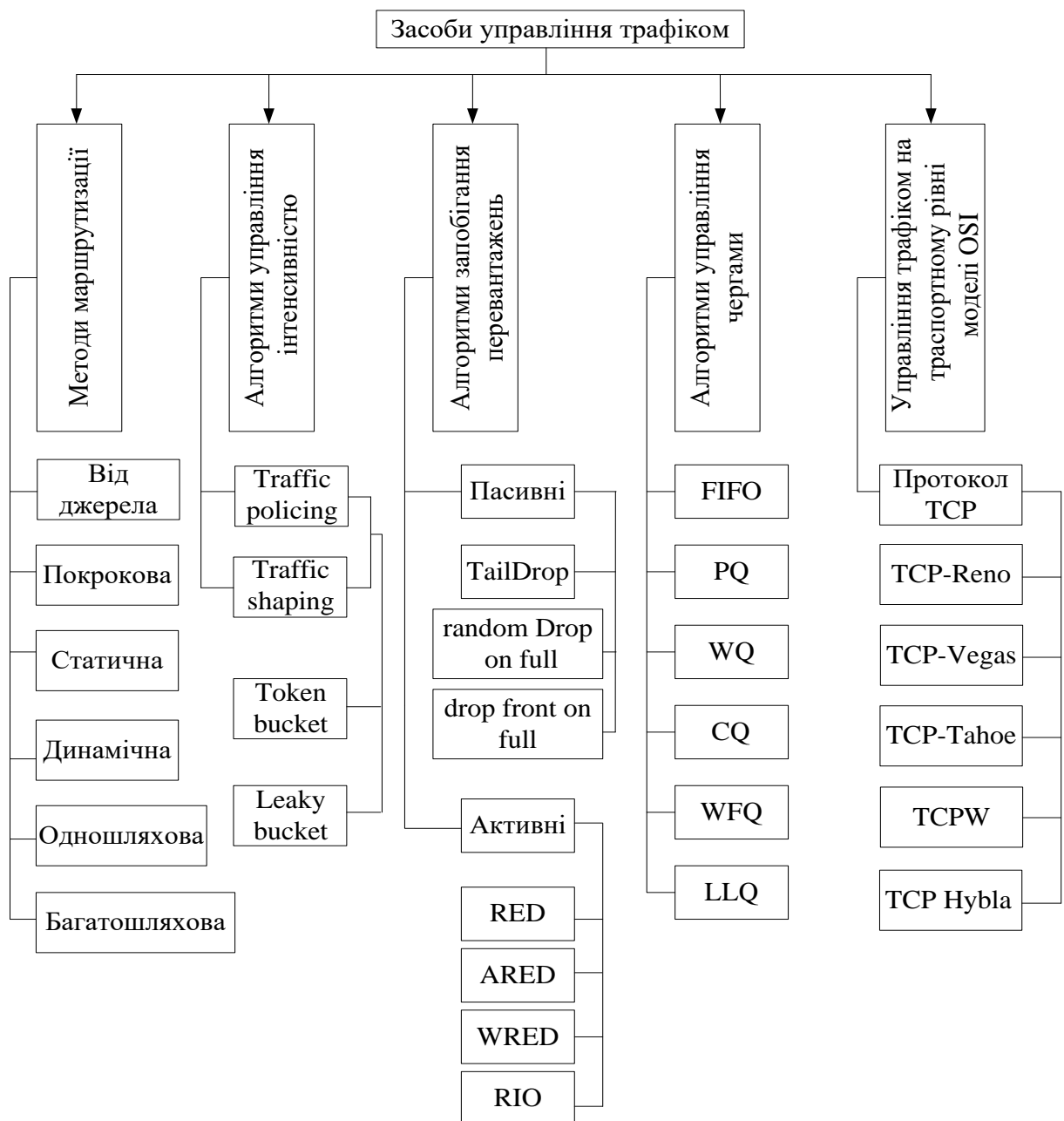


Рисунок 1 – Засоби управління трафіком

Механізми вибору оптимального маршруту проходження трафіку

Під маршрутизацією в сучасних МСМ розуміється процес вибору маршруту передачі інформації від джерела до адресата [1-3]. Основною метою маршрутизації є забезпечення найкращого шляху для передачі трафіку з точки зору її мінімально можливої затримки і максимальної пропускнуої здатності мережі. Крім того, повинні забезпечуватися достатній захист і надійність при передачі інформації.

Маршрутизація є однією з основних функцій мережного рівня і в загальному випадку зводиться до вибору вузлом маршрутизації маршруту подальшої передачі інформації, що поступила на його вхід. При усій простоті постановки завдання, вибір оптимального маршруту є досить складним завданням, що не має однозначного рішення для сучасних мереж з різною топологією, величиною і характером потоку даних. Складність рішення цієї задачі обумовлена рядом таких причин:

- потреба в координації роботи усіх вузлів мережі передачі даних;
- потреба у можливості функціонування системи маршрутизації навіть при виході з ладу окремих вузлів чи ліній зв'язку;
- система повинна враховувати перевантаження окремих областей мережі і змінювати маршрути дотримання повідомлень.

- Основні принципи маршрутизації являються загальними для різних видів комутації, але при цьому найбільшою різноманітністю способів маршрутизації (рис. 2) характеризуються мережі з комутацією пакетів.

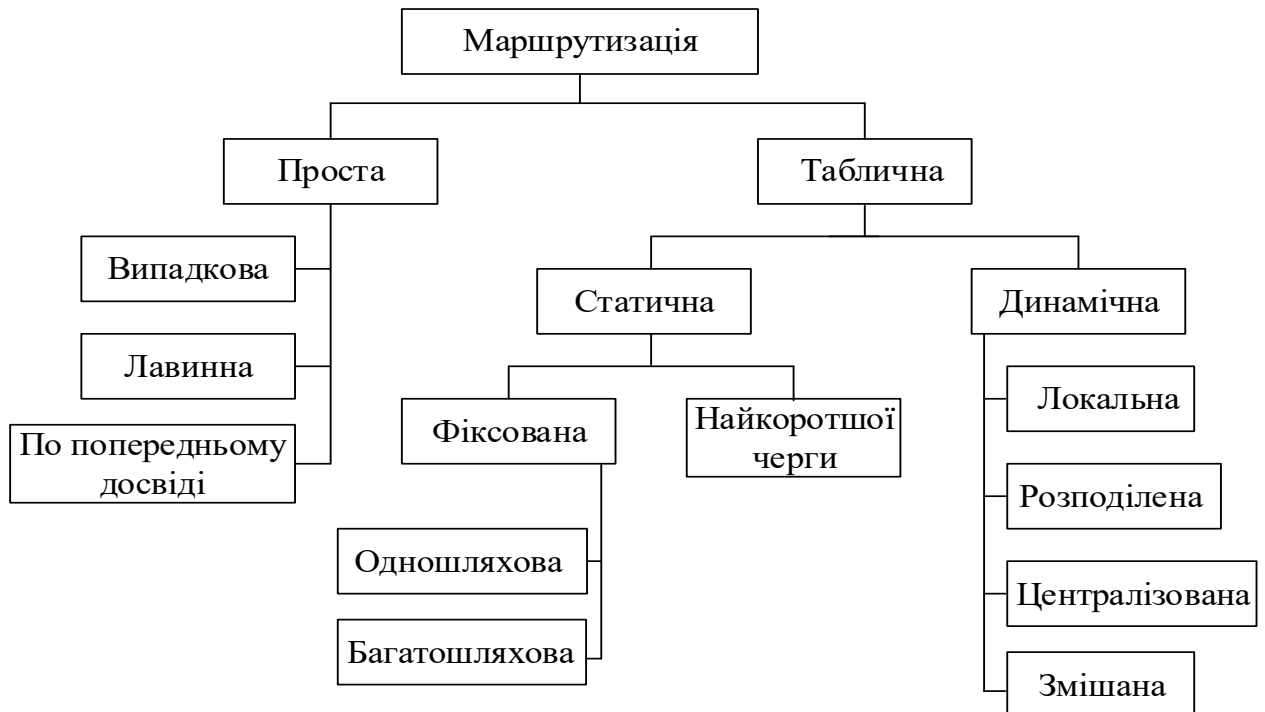


Рисунок 2 – Методи маршрутизації в мережах передачі даних

Найбільш використовуваними методами є статична та динамічна маршрутизації. Динамічна маршрутизація реалізується за рахунок протоколів маршрутизації (RIP, OSPF, EIGRP та інші).

Алгоритми управління інтенсивністю трафіка

З метою забезпечення функцій якості обслуговування весь трафік, що надходить до певної мережі, має проходити суворий контроль на межі мережі на предмет відповідності його інтенсивності параметрам, що обумовлені в угоді про рівень обслуговування (SLA) та які підтримуються мережею [1-3]. Цей набір параметрів іноді називається профілем потоку, а управління інтенсивністю, що приводить потік у відповідність до його профілю – профілюванням трафіка.

Відповідно до наведеної схеми організації управління доступом потоків даних, який виділено класифікатором із вхідного потоку трафіка на підставі певної ділянки заголовка пакета, направляється на вхід вимірювача (рис. 3).

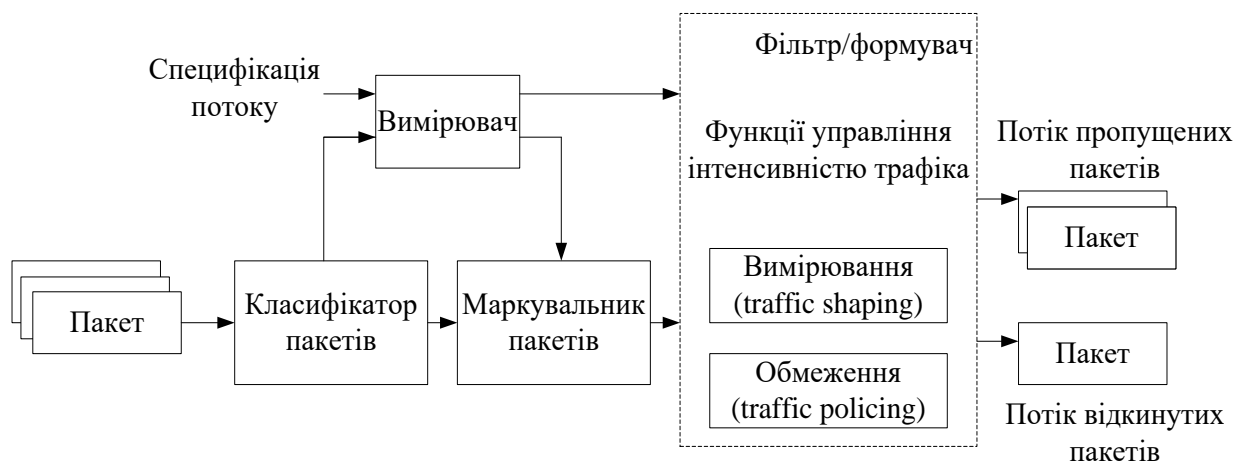


Рисунок 3 – Схема управління доступом

Вимірювач порівнює часові характеристики потоку з тими, що заявлено в SLA, використовуючи, наприклад, алгоритм «кошика маркерів». Далі ця інформація подається на входи маркувальника і фільтра/формувача. Маркувальник встановлює значення, наприклад, поля DSCP пакета, зараховуючи його до певного агрегатора поведінки (Behavior Aggregate, BA) – класу обслуговування. Значення DSCP залежить як від результатів класифікації, так і від стану вимірювача.

Надалі промарковані пакети надходять на вхід фільтра/формувача, який власне і реалізує функції управління інтенсивністю трафіка. Управління інтенсивністю трафіка можна досягнути за рахунок застосування двох функцій:

- обмеження трафіка (traffic policing, TP);
- вирівнювання трафіка (traffic shaping, TS).

Алгоритми запобігання перевантажень

Алгоритми управління чергами (buffer management) вирішують питання, коли і який пакет необхідно відкидати для запобігання утворення чи збільшення ступеня перевантаження [1-3]. Функціонування алгоритму управління чергами оцінюється як його здатність ефективно контролювати трафік під час періодів перевантаження. Зазвичай рішення про відкидання пакета приймається або при надходженні цього пакету в систему, або при утворенні перевантаження, коли можуть бути відкинуті пакети, які вже знаходяться в чергах для звільнення буферного простору для нових високопріоритетних пакетів.

Традиційним і одночасно найбільш простим алгоритмом управління чергами є Tail Drop, як правило, реалізований на базі черги з дисципліною обслуговування «перший прийшов – перший обслуговуваний» (First Come First Served, FCFS). Відкидання вхідного пакету виконується тільки тоді, коли в черзі немає вільних місць. Як тільки в черзі з'являється місце – туди поміщається пакет, що надійшов першим з моменту звільнення місця в черзі.

Tail Drop в силу своєї простоти володіє рядом суттєвих недоліків, серед яких необхідно відмітити можливість заняття черги пакетами одного чи декількох потоків (lock-out), тобто реалізація принципу «справедливого розподілу ресурсів» неможлива. Також до суттєвих недоліків можна віднести неможливість завчасного визначення моменту перевантаження, тобто констатація перевантаження можлива тільки після того, коли перший пакет буде відкинуто внаслідок переповнення черги.

Таким чином, дана черга достатньо довгий час може бути повністю завантажена або майже повністю завантажена, але джерела навантаження про це не будуть проінформовані. В цьому випадку надходження пачки пакетів від якого-небудь джерела TCP, коли джерело непоінформоване про перевантаження чи близький до нього стан черги і вікно `swnd` має достатньо великий розмір, може призвести до втрати декількох пакетів, а можливо навіть всіх надісланих. Наслідком такої ситуації може бути «глобальна синхронізація» (global

synchronization), тобто всі TCP-джерела, що передають дані через маршрутизатор, в якому знаходиться дана черга, у зв'язку з виявленим перевантаженням різко і одночасно понизять розмір вікна `cwnd`, в результаті чого суттєво понизяться навантаження на чергу і ресурси будуть простоювати; а потім ці джерела знову ж одночасно будуть підвищувати навантаження, що знову призведе до перевантаження. В результаті моменти перевантаження будуть змінюватися моментами низького використання ресурсів, тобто середня пропускна здатність з'єднання TCP буде низькою і ресурси будуть використовуватися неефективно.

Наявність буферів в мережних пристроях має дозволяти обробляти «пачковий» трафік. У відповідності з [RFC2309] головним завданням буфера є можливість приймати й обробляти пачки пакетів. Можна припустити, що для того, щоб буфер міг приймати пачку достатньо великого розміру, необхідно збільшити його розмір. Однак при збільшенні розміру буфера збільшується час перебування пакетів у черзі, а, як відомо, протокол TCP по закінченні часу деякого визначеного таймеру знижує розмір вікна `cwnd` і знову посилає ті ж самі пакети, припустивши, що ті пакети, які насправді знаходяться в буфері, уже втрачені – виникає перевантаження.

Після виявлення проблем алгоритму Tail Drop і їх вивчення було розроблено декілька алгоритмів, що покращують функціонування цього алгоритму. Серед них необхідно відмітити наступні:

- «ймовірнісне скидання пакету» (random drop on full): при переповненні черги виконується обчислення ймовірності, з якою деякий пакет відкидається;

- «скидання початку черги» (drop front on full): при переповненні черги виконується обчислення ймовірності, з якою перший в черзі на обслуговування пакет відкидається.

Обидві стратегії дозволяють уникнути проблеми захоплення черги пакетами одного чи декількох потоків, однак проблема відсутності можливості завчасного виявлення перевантаження залишається. При певних умовах ці

алгоритми можуть конкурувати з більш складними алгоритмами активного управління чергами.

Алгоритми активного управління чергами при розробці були орієнтовані на з'єднання ТСП в зв'язку з тим, що саме в протоколі ТСП реалізовані механізми регулювання навантаження в залежності від стану мережі. Реалізація алгоритмів активного управління чергами дозволяє досягти ряду позитивних моментів:

- можливості уникнути проблеми захоплення черги пакетами одного чи декількох потоків;
- вирішує проблему відсутності можливості завчасного виявлення перевантаження;
- забезпечити низьку затримку пакета в буфері (по відношенню до Tail Drop);
- збільшується коефіцієнт використання мережевих ресурсів.

Алгоритм управління чергами «ймовірнісне завчасне виявлення перевантаження» (Random Early Detection, RED) та багато подібних інструментів (WRED, ARED, RIO та інші) дозволяє контролювати навантаження в рамках черги маршрутизатора і при виявленні перевантаження чи стану близького до перевантаження виконує ймовірнісне скидання пакетів. Скидання пакета виконується на базі обчислення ймовірності, тому:

- можна дотримуватися принципу «справедливого розподілення ресурсів» і, відповідно, уникати виникнення проблеми lock-out;
- виконувати послідовне скидання пакетів, що належать різним з'єднанням, тобто уникати «глобальної синхронізації».

Алгоритми обслуговування черг

Механізми черг використовуються в будь-якому мережевому пристрої, де застосовується комутація пакетів – маршрутизаторі, комутаторі локальної або глобальної мережі, кінцевому вузлі [1-3]. Необхідність в черзі виникає в періоди тимчасових перевантажень, коли мережний пристрій не встигає передавати

пакети, що поступають, на вихідний інтерфейс. Якщо причиною перевантаження є процесорний блок мережевого пристрою, то необроблені пакети тимчасово поміщаються у вхідні чергу, тобто в чергу на вхідному інтерфейсі. У випадку, коли причина перевантаження полягає в обмеженій швидкості вихідного інтерфейсу (а вона не може перевищувати швидкість підтримуваного протоколу), то пакети тимчасово зберігаються у вихідній черги.

Оцінка можливої довжини черг в мережних пристроях дозволила б визначити параметри якості обслуговування при відомих характеристиках трафіку. Тому служба QoS використовує для підтримки гарантованого рівня якості обслуговування досить складну модель, вирішуючи завдання комплексно. Це робиться за допомогою таких методів:

- попереднє резервування пропускну здатності для трафіку з відомими параметрами (наприклад, для середніх значень інтенсивності і величини блоку пакетів);
- примусове профілювання вхідного трафіку для утримання коефіцієнта навантаження пристрою на потрібному рівні;
- використання складних алгоритмів керування чергами.

Найчастіше в маршрутизаторах і комутаторах застосовуються такі алгоритми обробки черг:

- традиційний алгоритм FIFO;
- пріоритетне обслуговування (Priority Queuing);
- настроювані черги (Custom Queuing);
- зважене справедливе обслуговування (Weighted Fair Queuing, WFQ).

Сервісні моделі якості обслуговування QoS в сучасних мультисервісних мережах

Функції якості обслуговування в МСМ [1-3] полягають в забезпеченні гарантованого і диференційованого обслуговування мережного трафіку шляхом контролю за використанням ресурсів і завантаженістю мережі при

транспортуванні потоку даних. QoS забезпечує виконання цих видів обслуговування на основі механізмів розподілення ресурсів, комутації, маршрутизації, використовуючи різноманітні алгоритми обслуговування черг і скидання пакетів.

Модель найкращих зусиль характеризується абсолютною відсутністю механізмів QoS. Використовує всі доступні ресурси мережі без виділення окремих класів трафіка. В даній моделі вважається, що оптимальним рішенням по забезпеченню якості обслуговування є збільшення пропускної здатності. Однак, деякі типи трафіка, такі як голосовий трафік, мають дуже високу чутливість до затримок пакетів і варіації швидкості їх проходження. Модель найкращих зусиль навіть при наявності великих резервів допускає виникнення перевантажень у випадку різких стрибків трафіка. Оскільки різні типи трафіку мають різні вимоги до характеристик мережі, таких як пропускна здатність, затримки та її варіації, втрати пакетів, а модель найкращих зусиль нездатна їх забезпечити було розроблена модель надання інтегрованих послуг, яка могла забезпечити ці вимоги шляхом резервування ресурсів мережі.

Модель IntServ була розроблена для підтримки додатків реального часу, які чутливі до затримок. Дана модель забезпечує наскрізну (End-to-End) якість обслуговування, гарантуючи необхідну пропускну здатність (рис. 4).

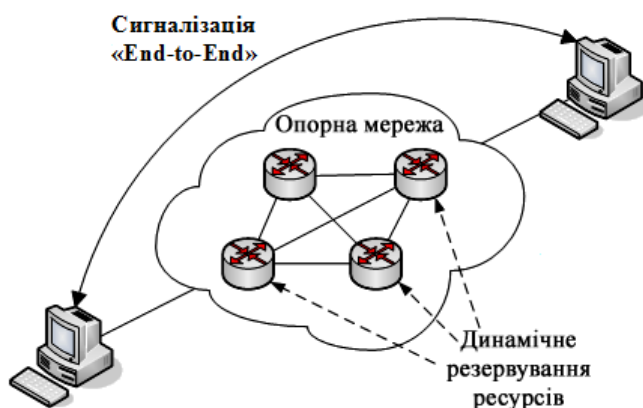


Рисунок 4 – Архітектура моделі IntServ

Механізми групи IntServ відносяться до групи методів, що гарантують «жорстку» якість обслуговування. Найбільш детально серед механізмів групи IntServ опрацьований протокол RSVP (Resource ReSerVation Protocol).

Протокол RSVP є найбільш відомим представником групи механізмів інтегрованого обслуговування. Він представляє собою протокол сигналізації, у відповідності з яким здійснюється резервування і управління ресурсами з ціллю «жорсткої» якості обслуговування. Резервування здійснюється для певного потоку IP- пакетів перед початком передачі цього потоку. Ідентифікація потоку здійснюється по спеціальній мітці, що в основному розміщується в заголовку кожного IP- пакета. Після резервування шляху починається передача пакетів цього потоку, що обслуговуються на всьому шляху з'єднання з заданою якістю.

Модель диференційованих послуг (DiffServ) розроблена групою Differentiated Services Working Group комітету IETF.

Термін «диференційоване обслуговування» застосовується як у широкому значенні для позначення рівня обслуговування, так і у вузькому – для позначення архітектури QoS, що забезпечує однойменний рівень обслуговування. DiffServ у вузькому значенні можна визначити як масштабовану архітектуру IP QoS, що забезпечує якість обслуговування на основі чітко визначених компонентів, які комбінуються з метою надання необхідних послуг, і яка орієнтована для застосування в мережах постачальників мережних послуг і в магістральних мережах.

Основним моментом у моделі DiffServ є диференціювання трафіка шляхом його розбиття на класи з різними пріоритетами (рівнем QoS), і, як наслідок, головною задачею DiffServ є визначення і стандартизація байта диференційованої послуги (DS-байт). DS-байт у рамках архітектури DiffServ замінює байт типу обслуговування (Type of Service, ToS) із заголовка пакета IPv4 і байт класу трафіка (Traffic Class) пакета IPv6. Специфікація RFC 2474 визначає байт DS, вводить поле коду диференційованої послуги (Differentiated Services Code Point, DSCP) і його маркування, від чого надалі залежить політика покрокового обслуговування пакета (Per-Hop Behavior, PHB), тобто рішення про

просування пакета у кожному проміжному вузлі мережі, і як результат, наданий рівень QoS.

Вимоги до телекомунікаційних мереж

Відповідність до стандартів є лише однією з багатьох вимог, що пред'являються до сучасних мереж [1-5]. Важливішим є виконання мережею певного набору послуг, наприклад, надання доступу до файлових архівів або веб-сторінок публічних Internet-сайтів, обмін електронною поштою в межах підприємства або в глобальних масштабах, інтерактивний обмін голосовими повідомленнями *IP*-телефонії тощо.

Решта вимог – продуктивність, надійність, сумісність, керованість, захищеність, розширюваність і масштабованість - пов'язані з якістю виконання цього основного завдання.

Потенційно висока продуктивність – це одна з основних переваг розподілених систем, до яких відносяться комп'ютерні мережі. Ця властивість забезпечується принциповою можливістю розподілу робіт.

Основні характеристики продуктивності мережі:

- час реакції мережі;
- швидкість передачі трафіку;
- пропускна здатність;
- затримка передачі і варіанти затримки передачі;
- час реакції мережі.

Всі вказані характеристики продуктивності мережі є достатньо незалежними. Тоді як пропускна здатність мережі є постійною величиною, швидкість передачі трафіку може коливатися в залежності від завантаження мережі, не перевищуючи встановлених меж пропускної здатності.

Однією з первинних цілей створення розподілених систем, до яких відносяться і комп'ютерні мережі, було досягнення більшої надійності у

порівнянні з окремими обчислювальними машинами. Важливо розрізнати кілька аспектів надійності.

Для простих технічних пристроїв використовуються наступні показники надійності:

- середній час напрацювання на відмову;
- вірогідність відмови;
- інтенсивність відмов.

Проте, ці показники є придатними лише для оцінки надійності простих елементів і пристроїв, які можуть знаходитися лише в двох станах, - працездатному або непрацездатному. Складні системи, що складаються з багатьох елементів, окрім станів працездатності і непрацездатності, можуть мати інші проміжні стани, які ці характеристики не враховують.

Для оцінки надійності складних систем застосовується інший набір характеристик:

- готовність або коефіцієнт готовності;
- збереження даних;
- узгодженість (несуперечність) даних;
- вірогідність доставки даних;
- безпека;
- відмовостійкість.

Мережа, що складається з різномісних елементів, називається неоднорідною або гетерогенною. Якщо гетерогенна мережа працює без проблем, то вона є інтегрованою. Основним шляхом побудови інтегрованих мереж є використання модулів, які виконані відповідно до відкритих стандартів і специфікацій.

Якість обслуговування (QoS, Quality of Service) визначає кількісні оцінки вірогідності того, що мережа буде передавати певний потік даних між двома вузлами відповідно до потреб застосування або користувача.

Важливі параметри для оцінювання якості обслуговування:

- пропускна здатність;

- затримки передачі пакетів;
- рівень втрат і спотворень пакетів.

Якість обслуговування гарантується для любого потоку даних, тобто для послідовності пакетів, що мають певні загальні ознаки, наприклад адресу вузла-джерела, інформацію, що ідентифікує тип застосування тощо.

До потоків застосовують поняття агрегації та диференціювання. Так, потік даних від одного комп'ютера може бути представлений як сукупність потоків від різних застосувань, а потоки від комп'ютерів одного підприємства агреговані до одного потоку даних абонента певного провайдера послуг.

Механізми підтримки якості обслуговування самі по собі не створюють пропускної здатності. Фактична пропускна здатність каналів зв'язку і транзитного комунікаційного устаткування - це ресурси мережі, що є відправною точкою для роботи механізмів QoS. Механізми QoS лише керують розподілом наявної пропускної здатності відповідно до вимог застосувань і налаштувань мережі. Найочевиднішим способом перерозподілу пропускної здатності мережі є керування чергами пакетів.

Оскільки дані, якими обмінюються два кінцеві вузли, проходять через певну кількість проміжних мережних пристроїв, таких як концентратори, комутатори і маршрутизатори, то підтримка QoS вимагає взаємодії всіх мережних елементів на шляху трафіку, тобто «з-кінця-в-кінець» («end-to-end», «e2e»). Будь-які гарантії QoS настільки відповідають дійсності, наскільки їх забезпечує найбільш «слабкий» елемент в ланцюжку між відправником і одержувачем. Тому, слід чітко розуміти, що підтримка QoS лише в одному мережному пристрої, нехай навіть і магістральному, може лише дещо покращити якість обслуговування або ж зовсім не мати впливу на параметри QoS.

На підставі проведеного аналізу існуючих засобів управління трафіком також можна сформулювати вимоги до моделей і методів управління трафіком в мультисервісних мережах:

- облік динамічності процесів інформаційного обміну, які протікають в телекомунікаційних системах;

- підтримка різних мережних технологій (фіксовані і мобільні телефонні мережі, мережі передачі даних, сигналізації і т.і.), що надають різноманітні послуги (мультисервісні) і побудовані на обладнанні різних виробників;
- забезпечення гарантій якості обслуговування трафіків користування одночасно за кількома часовими і швидкісним показниками QoS і показниками надійності;
- забезпечення збалансованого завантаження каналних і буферних ресурсів;
- управління параметрами трафіку (інтенсивністю, величиною пакетів і т.і.);
- управління пріоритетами, атрибутами і константами, пов'язаними з розподілом (резервуванням) каналних і буферних ресурсів.

3. РОЗРОБКА РЕКОМЕНДАЦІЙ ЩОДО ВПРОВАДЖЕННЯ КОМПЛЕКСУ ІНСТРУМЕНТІВ УПРАВЛІННЯ МЕРЕЖНИМ ТРАФІКОМ

Отже з урахуванням дуже різноманітних вимог до сучасних телекомунікаційних мереж та систем, підходів до вирішення завдання обслуговування мережними ресурсами, недоліків засобів управління ресурсами дуже важливим постає питання розробки рекомендацій щодо комплексного управління мережними ресурсами в сучасних мережах. Роботи [4-6] ясно демонструють необхідність впровадження комплексного урахування різних механізмів управління мережними ресурсами. Дослідження показали, як робота ТСП-сеансів залежить від різних технологій, що можуть бути впроваджені на маршрутизаторах. Наприклад, при зміні кількості користувачів суттєво змінювалась динаміка та збіжність ТСП-сеансів, а іноді навіть приводило до дестабілізації процесу і відсутності збіжності (рис. 5).

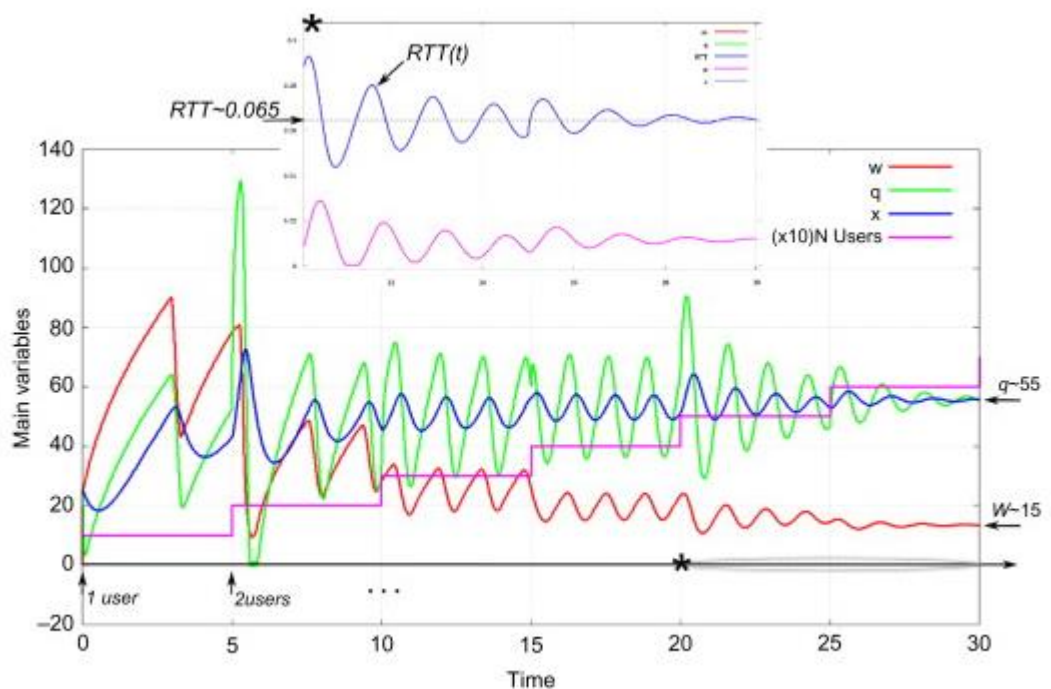


Рисунок 5 – Зміна інтенсивності передачі даних в ТСП-сеансі при різній кількості користувачів

Таким чином, пропонуються наступні рекомендації щодо впровадження засобів управління мережними ресурсами:

- дослідження і подальше забезпечення стійкості процесів інформаційного обміну та управління мережними ресурсами, що протікають в реальних мережах, істотно впливає на ефективність їх роботи. Це дозволяє виявити і попередити раптове переповнення мережних вузлів і каналів зв'язку, розриви сеансів зв'язку і інші чинники, що призводять до нестійкості TCP-сеансів при незначних змінах структурних і функціональних параметрів. Виходячи з результатів досліджень та розрахунків обирати параметри налаштувань різних механізмів;

- налаштування на проміжних пристроях механізм узгодження швидкості доступу, що виконує функції класифікації і маркування полів IP-пріоритету і QoS-групи, вимірювання трафіка й обмеження інтенсивності трафіка (policing), забезпечуючи тим самим управління пропускнуою здатністю;

- налаштування механізмів маркування пакетів на основі класу Class-Based Packet Marking, що реалізує однойменну функцію маркування пакетів з метою диференціації трафіка;

- налаштування механізмів обмеження трафіка Traffic Policing, що дозволяє обмежити швидкість на вхідному або вихідному інтерфейсі на основі сформованих користувачем критеріїв, значень IP-пріоритету, QoS-групи або поля DSCP;

- формування трафіка на основі класу Class-Based Shaping, що дозволяє визначити середню і пікову швидкість для кожного класу і конфігурувати CBWFQ;

- налаштування механізму обслуговування черг CBWFQ, що дозволяє гарантувати мінімальне значення смуги, яка виділяється трафіку в період перевантаження на даному інтерфейсі;

- налаштування механізму обслуговування черг LLQ, у рамках якого вводиться пріоритетна черга PQ, що використовується для чутливого до затримок трафіка, наприклад, мовного;

- налаштування механізм зваженого довільного раннього виявлення перевантажень WRED, що реалізує випадкове відкидання пакетів, де імовірність відкидання розраховується на підставі IP-пріоритету або DSCP. Даний механізм має працювати в парі з CBWFQ;

- реалізація розширення MPLS Class of Service (CoS), що дозволяє постачальникам послуг установлювати поле MPLS Experimental замість IP-пріоритету.

ВИСНОВКИ

Загалом для коректного управління трафіком в мультисервісних мережах потрібний індивідуальний підхід, оскільки існує велика кількість факторів які так чи інакше впливають на процес управління трафіком (топологія мережі, пропускна здатність, вид обладнання та ін.). Однак все таки однією з основних особливостей мультисервісних мереж є різноманітність трафіку, тобто знаючи вимоги кожного типу трафіка до характеристик мережі можливо розробити комплексний підхід до управління трафіком, який буде універсальним.

Даний підхід дозволяє забезпечити коректне обслуговування для кожного типу трафіка, шляхом налаштування політик обслуговування для кожного класу, в залежності від вимог будь-якого типу трафіку до мережних характеристик.

В роботі було зроблено:

1. Проаналізовано стан сучасних мереж з точки зору вимог та ефективності існуючих засобів управління мережними ресурсами.
2. Виявлені недоліки існуючих засобів управління мережними ресурсами.
3. Розроблені рекомендації щодо комплексного вирішення завдання управління мережними ресурсами з урахуванням попередніх розрахунків різних параметрів (нажаль статичних) механізмів управління.

Дана робота вимагає подальших досліджень з урахуванням появи нових засобів управління мережними ресурсами та підвищенням жорсткості вимог до сучасних мереж.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Телекомунікаційні мережі й технології: Учеб. посібник / В.Г. Кривуца, С.Н. Скляренко, ТЗІ А.П. Улеев і ін. : Під ред. В.Г.Кривуци. – Харків: ТОВ “Компанія СМІТ”, 2007. – 324 с.
2. О.В. Лемешко, В.А. Лошаков, В.В. Поповський та ін. Багатоканальний електрозв’язок та телекомунікаційні технології: підручник у 2-х частин. Ч.1 / О.В. Лемешко, В.А. Лошаков, В.В. Поповський та ін. ; за заг. ред. проф. Поповського В.В. – Х. : ТОВ “Компанія СМІТ”, 2010. – 470 с.
3. Поповський В.В, Лемешко О.В. та ін. Педагогічний програмний засіб (ППЗ) «Телекомунікаційні системи та мережі». Друге видання. Виправлено та доповнено. 2018. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.znanius.com/3533.html>
4. Старкова Е.В. Анализ устойчивости и оптимизация ТСП–сеансов в мультисервисных ТКС. Проблемы телекоммуникаций. – 2010. – № 1 (1). – С. 45 – 58.
5. Старкова О.В. Оцінка функціональної стійкості локальної комп’ютерної мережі. Проблемы телекоммуникаций. – 2015. – № 2 (17). – С. 62 – 67.
6. Deep Medhi, Karthik Ramasamy Active Queue Management, 2018. [Електронний ресурс] / Режим доступу: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/active-queue-management>

АНОТАЦІЯ

Актуальність: у зв'язку зі стрімким зростанням ролі мереж у різних сферах життя людини зростають вимоги до існуючої мережної інфраструктури. Разом зі зростанням кількості користувачів та сервісів зростає необхідність якісного управління мережними ресурсами (трафіком, каналними та буферними ресурсами). Робота присвячена актуальній задачі розробки рекомендацій щодо ефективного та узгодженого управління мережними ресурсами.

Мета: розробка комплексного підходу до задачі управління трафіком у сучасних телекомунікаційних мережах.

Завдання:

1. Провести аналіз існуючих рішень щодо управління мережними ресурсами.
2. Виявлення недоліків існуючих засобів управління мережними ресурсами
3. Розробка рекомендацій щодо впровадження комплексу інструментів управління мережним трафіком.

Використана методика дослідження: при дослідженні були використані методи аналізу, методи класифікації, методи лабораторного експерименту.

Загальна характеристика роботи: робота присвячена актуальній темі аналізу сучасних мереж, ключовими моментами при побудові яких є їх здатність обслужити різномірний за типом і вимогам трафік і гарантувати відповідність наданого рівня якості обслуговування запитуваній користувачами. Також в роботі надається комплексний підхід до управління мережними ресурсами, що дає можливість більш ефективного використання існуючої інфраструктури при зростанні потреб користувачів.