

УДК 621.391

М.І. Бешлей, В.В. Червенець, І.В. Демидов, В.І. Романчук, О.М. Панченко

Національний університет "Львівська політехніка", Львів

РОЗВИТОК МЕТОДІВ ПЕРЕДАВАННЯ ДАНИХ РЕАЛЬНОГО ЧАСУ ШЛЯХОМ ВДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПРІОРИТЕЗАЦІЇ ПОТОКІВ У МАРШРУТИЗАТОРАХ

На основі запропонованої методики динамічної пріоритетизації та модифікованого алгоритму планування черг при обслуговуванні агрегованого навантаження, зокрема потоків реального часу, досягнуто зниження тривалості оброблення інформаційних потоків при передаванні великих обсягів даних та зменшено значення джитера. Проведено дослідження імовірно-статистичних властивостей трафіку експериментальної мультисервісної телекомунікаційної мережі для підтвердження адекватності моделі програмного маршрутизатора та промодельованих профілів трафіку пакетів. Запропоновано використання даних методів у телекомунікаційних системах, як основи для забезпечення якості сервісу при побудові адаптивної транспортної мережі магістрального рівня. Такий підхід стає особливо ефективним в умовах значних навантажень на комунікаційне ядро мережі, оскільки навіть незначне зниження затримок потоків реального часу суттєво підвищує якість обслуговування, а в деяких випадках є визначальним фактором при забезпеченні оперативності реагування мережної системи на ситуації кризового характеру.

Ключові слова: пріоритет, трафік, алгоритм обслуговування черг, мультисервісна мережа, програмний маршрутизатор.

Вступ

Однією з найбільш актуальних наукових задач в галузі телекомунікаційних систем є передавання трафіку реального часу з дотриманням низки вимог щодо якості обслуговування. Проблематикою якості обслуговування науковці займаються з моменту появи та впровадження мультисервісних мереж [1, 2]. Це пов'язано з тим, що множина потоків даних передається по мережі, ресурси якої повинні бути розподілені між цими потоками за певною пропорцією. Оскільки дані, які підлягають передаванню, різні за своєю природою та важливістю, то необхідно мати механізми, які дають змогу розв'язувати задачу розподілу ресурсів оперативно, у відповідності до властивостей тих потоків, які передаються у конкретний момент часу через конкретні телекомунікаційні вузли.

Такі механізми повинні базуватись на удосконалених методах розподілу ресурсів, що мають високу масштабованість, швидкодію, гнучкість, низьку операційну складність та ресурсоемність. Базова вимога до таких методів – можливість їх реалізації у вигляді програмних продуктів, які підлягають інтеграції у операційну систему вузлів телекомунікаційної мережі.

Мета роботи полягає у створенні методів оброблення та пріоритетизації трафіку для розгортання транспортних мережних систем інформаційного обміну регіонально-магістрального, корпоративного рівня шляхом зниження затримок при комутації/маршрутизації відповідних інформаційних потоків.

1. Практична реалізація модифікованого методу обслуговування черг у мережах з диференціацією сервісів

Поява мультисервісних мереж, виникнення нових властивостей мережного трафіку, необхідність забезпечення високої якості обслуговування різних категорій додатків визначають необхідність вдосконалення теорії управління трафіком мультисервісних мереж. Мережеві пристрої не завжди в змозі адекватно реагувати на сплески інтенсивності трафіку, які часто pojawiaються в мережі, це, в свою чергу, погіршує якість обслуговування потоків реального часу, а саме – збільшується затримка обслуговування окремих пакетів потоку, і, як наслідок, джитер. В результаті відбувається завмирання відтворення аудіо- та відео мультимедійних даних на кінцевих пристроях користувачів. Ключовою функцією маршрутизаторів у процесі оброблення мультисервісного трафіку є вибіркоче обслуговування кожного потоку, відповідно до його пріоритету. Зрозуміло, що потокам реального часу надається найвищий пріоритет в обслуговуванні. Проте, дуже часто затримка передавання пакету від вузла відправника до вузла призначення може змінюватися незалежно від подій в мережі, що не мають безпосереднього впливу на алгоритми пріоритетного обслуговування. Чим більше мережевих пристроїв й окремо взятих мереж проходить пакет на своєму шляху, тим більше буде варіюватися затримка. Проблема в тому, що існуючі алгоритми пріоритетної обробки трафіку не беруть

до уваги той факт, що затримка пакету на момент його прибуття в конкретний маршрутизатор вже досягнула критичного значення, а отже не здатні гарантувати вчасну доставку пакетів та усунення критичних флуктуацій у аудіо- та відео потоках даних. Саме ця проблема і розглядається в роботі. Для її вирішення розроблено модель пріоритизації [4, 6, 9, 10] та алгоритм модифікованого пріоритетного обслуговування трафіку в буферах маршрутизатора (рис.1). Пропонується для кожної зони пріоритетності буферного ресурсу встановлювати свій лічильник часу допустимої затримки пакетів, який, на основі аналізу $2^5 - 3 = 29$ рівнів затримок $t_1, t_2, t_3, t_4 \dots t_{29}$, маркуватиме пакети шляхом встановлення двох зарезервованих (невикористаних на мережевому рівні для інформаційних потоків, особливо для протоколу реального часу UDP) останніх бітів у полі DSCP та бітів DS3-DS5 з врахуванням 3-ох комбінацій (високого, середнього та низького) рівня інтенсивності відкидання пакетів в алгоритмах WRED.

Таким чином пакети, час затримки буферизації яких досягнув критичного рівня $t_{29} = T_{доп} * 100\%$, отримують найвищий пріоритет обслуговування на

всьому шляху передавання до пункту призначення (адресата) і не піддаються буферизації у вузлах. При цьому кожному відліку лічильника затримки може бути призначена конкретна величина часу перебування пакету у вузлі. Це дає змогу визначити затримку пакетів з необхідною точністю в залежності від умов функціонування домену мультисервісної мережі. Перевага даної моделі у тому, що гарантується забезпечення якості надання послуг на всьому шляху передавання відповідних потоків пакетів за рахунок невикористаних ресурсів сервісів, які визнаються пріоритетними. Тим самим, незначно збільшуючи затримку високо пріоритетних пакетів у допустимих межах, можна забезпечити гарантовану якість обслуговування для послуг з низьким пріоритетом, поточна затримка яких досягнула критичного рівня. Очевидно також, що можливо зменшити затримку деяких високопріоритетних інформаційних потоків та підтримати необхідний рівень якості сервісу за рахунок незначного, у допустимих межах, збільшення затримки низькопріоритетних потоків, що є важливим для забезпечення оперативності передавання окремих спеціалізованих потоків даних реального часу.

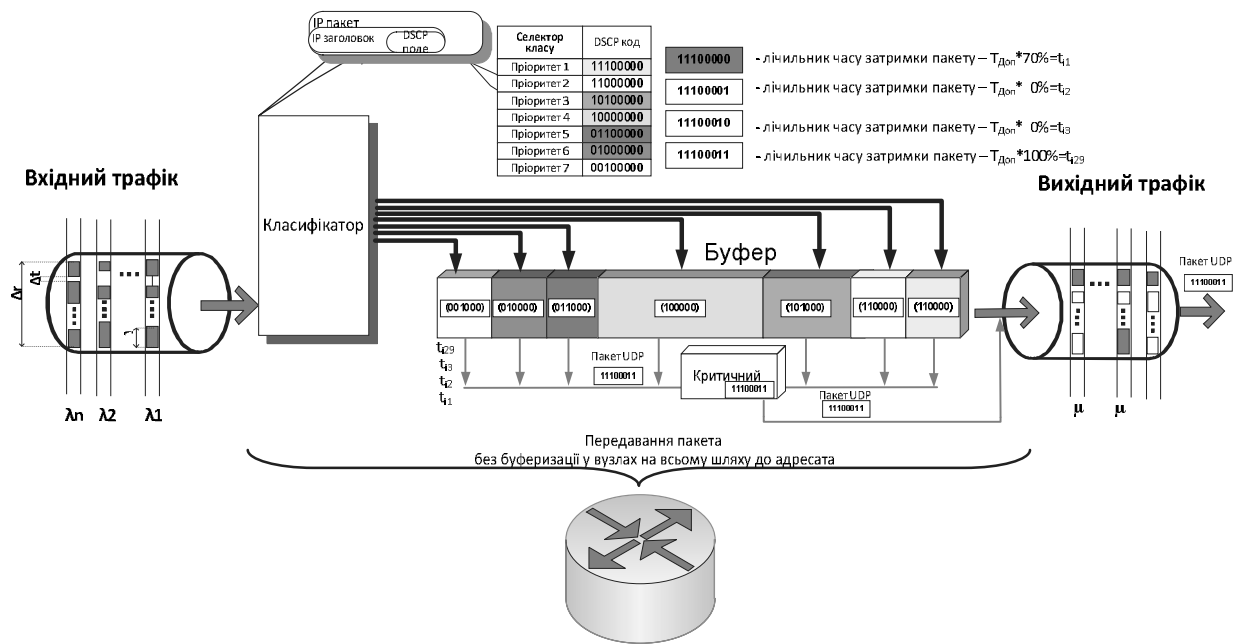


Рис. 1. Вдосконалення процесу пріоритизації та обслуговування потоків в мережевому пристрої

Для того, щоб практично використовувати існуючі моделі системи у багатьох випадках потрібна інформація про реальний перебіг інформаційно-обчислювального процесу. Подібна інформація необхідна і для того, щоб з більшою мірою вірогідності оцінювати якість проектних рішень, закладених при створенні обчислювальних пристроїв і розробці математичного забезпечення, а також – для вирішення проблем, пов'язаних з налаштуванням операційної системи у відповідності до конкретних умов експлуатації. Необхідну інформацію збирають

за допомогою спеціальних засобів, які забезпечують вимірювання параметрів, що характеризують динаміку функціонування системи у режимі нормальної експлуатації (рис. 3, б).

З цієї причини у роботі розроблено віртуальний програмний маршрутизатор з підтримкою диференціації обслуговування потоків (рис. 2). Розроблення здійснювалося з використанням середовища програмування Qt5.2, яке, в свою чергу, використовує мову програмування C++ (стандарт C++11, 2011р.). Основною перевагою цього середовища є те, що

написаний у ньому код може бути скомпільований на різні платформи (наприклад Windows, Linux, Mac OS). В основі програмного маршрутизатора лежить технологія сокетів, які є програмними об'єктами операційної системи та складаються з IP адреси пристрою та TCP порту. Використовуючи API операційної системи, програмний маршрутизатор отримує сформований об'єкт сокету та використовує його для комунікації з іншими програмними маршрутизаторами, які встановлені на інших фізичних машинах у локальній мережі.

Для генерації мультисервісного трафіку розроблено генератор, що також використовує сокети і дає змогу формувати трафік з довільними параметрами на основі динамічного змішування потоків з різними статистичними характеристиками та вимогами до якості обслуговування (рис. 2, а).

У роботі проводився експеримент, який полягав у порівнянні характеристик обслуговування навантаження при застосуванні розробленої нами технології пріоритетизації та оброблення пакетів у мережевих пристроях із характеристиками, що досягаються при обслуговуванні мультисервісного трафіку існуючим на ринку маршрутизатором компанії Cisco серії 2800. Було забезпечено та апробовано

відповідність технічних характеристик програмного маршрутизатора та підтримку DSCP, проте внесено необхідні відмінності у алгоритми функціонування. Відповідно, на маршрутизаторах CISCO 2800 налаштовано алгоритм обслуговування черг WFQ, як один із широко розповсюджених алгоритмів із застосуванням класифікації пакетів в полі DSCP (рис. 2, в) [5].

Наступним кроком після налаштування мережі з 3-ма маршрутизаторами була генерація агрегованого потоку. Для цього ми використали 4 персональні комп'ютери. На кожному із них встановлено генератор мультисервісного трафіку.

Використано 24-х портовий комутатор для агрегації потоків користувачів, що створювались 4-комп'ютерами. Отже, протягом 13 хвилин передавався трафік із 2-х ПК для створення навантаження $\rho = 0.45$, тобто мережевий пристрій не був навантаженим настільки, щоб створювались черги із значними затримками при передаванні інформаційного потоку (через маршрутизатори). Для завантаження нашого мережевого пристрою на $\rho = 0.7$ використано додатково ще 2 генератори (ПК), що були включені в роботу вже після 13-ти хвилинного періоду спостереження.

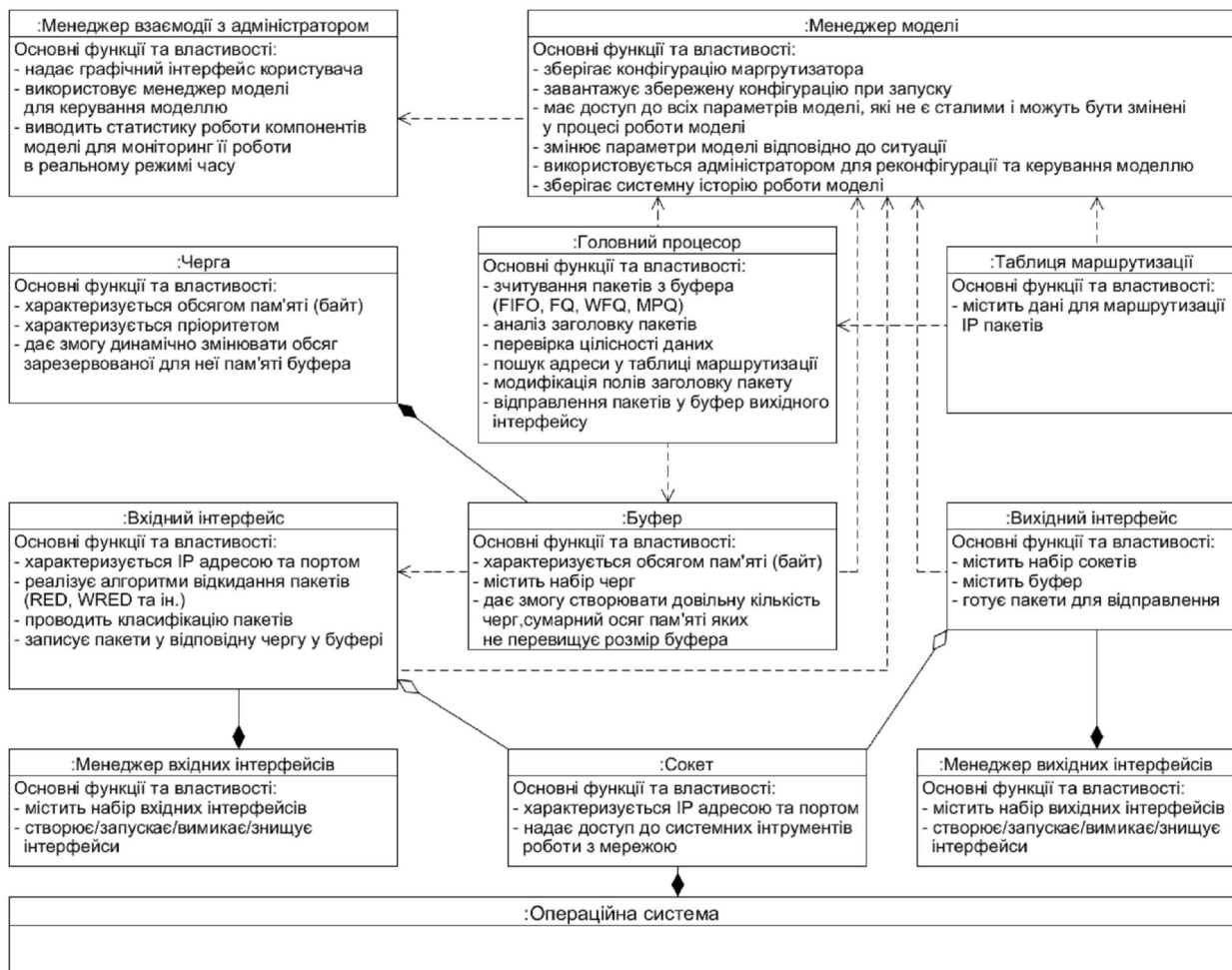
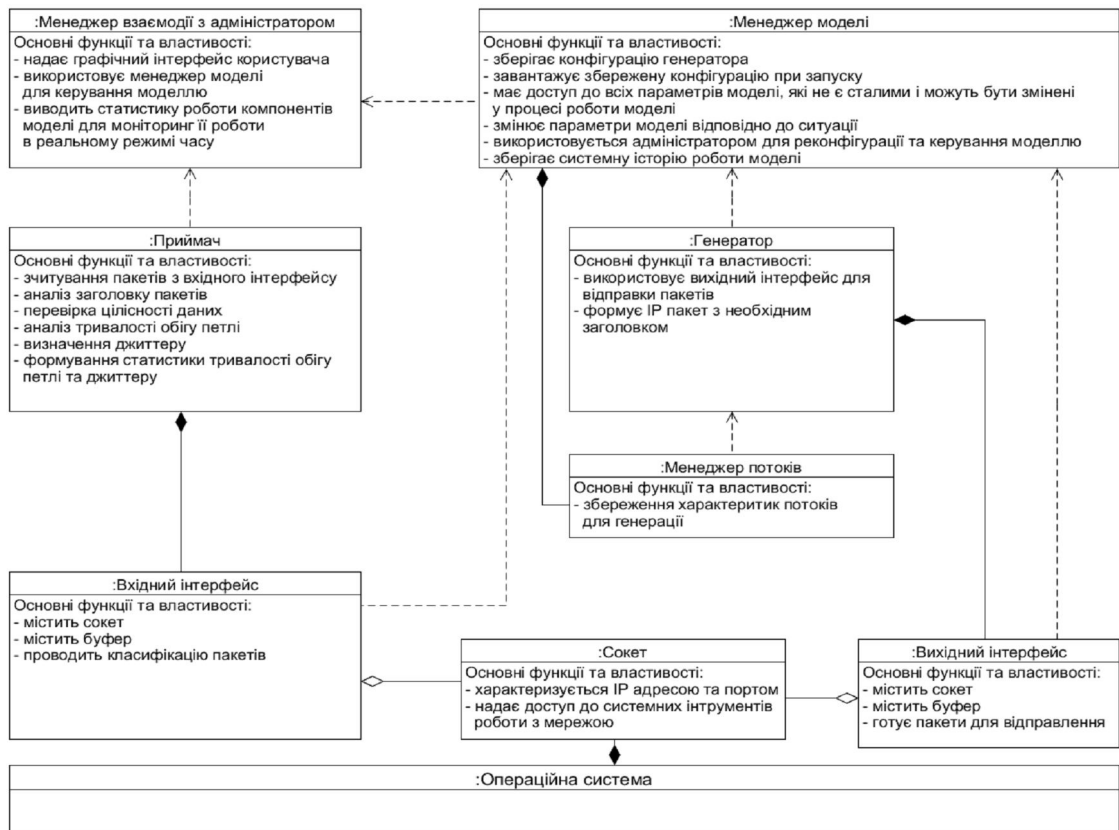
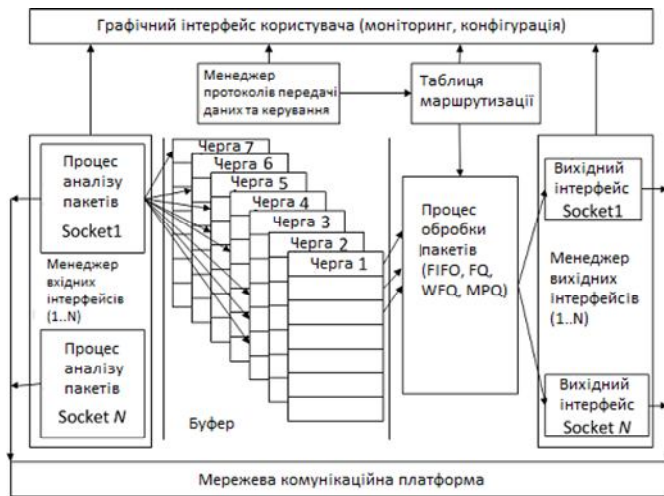


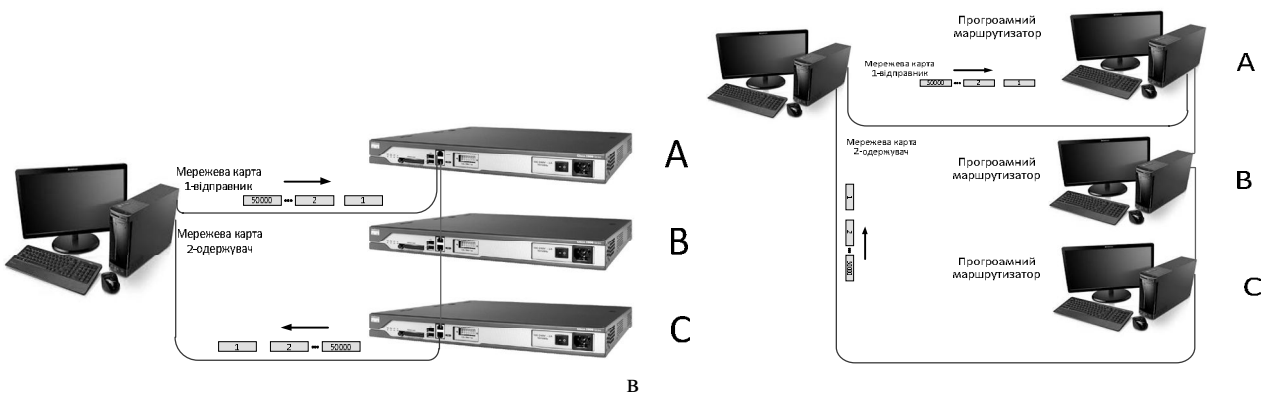
Рис. 2. UML-діаграма комп'ютерної імітаційної моделі програмного маршрутизатора



а



б



в

Рис. 3. UML-діаграма комп'ютерної імітаційної моделі генератора навантаження (а), структура розробленої комунікаційної платформи (б), схема дослідження характеристик програмних (ПК) та апаратних (Cisco серії 2800) маршрутизаторів (в)

На основі проведених досліджень було встановлено, що при передаванні інформаційних потоків в режимі реального часу на виході комутатора утворюється агрегуючий мультисервісний трафік, який надходить на інтерфейс маршрутизатора CISCO 2800 та проходить через ще 2 аналогічні маршрутизатори, які в кінцевому результаті створюють часову затри-

мку інформаційних потоків. Для фіксації результатів експерименту та порівняння тривалості оброблення пакетів програмними та апаратними маршрутизаторами побудовано графіки рис. 4–9. Отримана експериментальним способом часова затримка, що внесена комутатором пакетів є сталою величиною і становить 50 мкс.

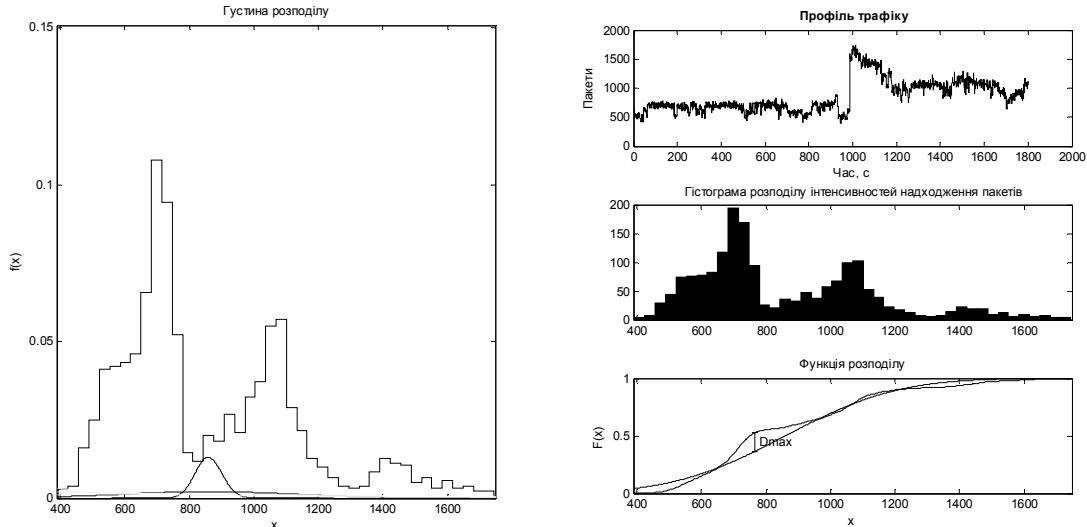


Рис. 4. Імовірно-статистичний аналіз вхідного трафіку експериментальної мультисервісної мережі

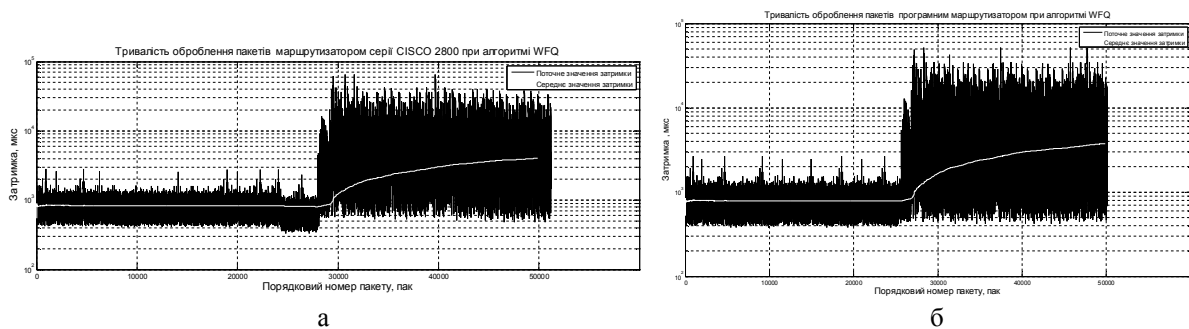


Рис. 5. Ряди значень тривалості затримок пакетів через комутатор і 3 апаратні (а) та програмні (б) маршрутизатори

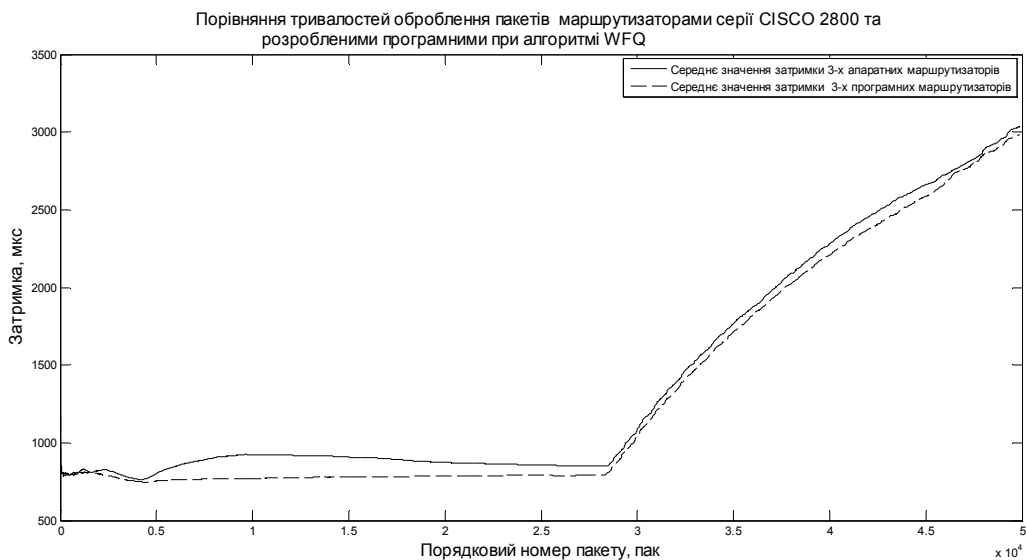


Рис. 6. Порівняння середніх значень затримок оброблення пакетів, внесених комутатором і 3-ма програмними та 3-ма апаратними маршрутизаторами



Рис. 7. Порівняння густини розподілу ймовірностей тривалостей оброблення пакетів комутатором із 3-ма апаратними та 3-ма програмними маршрутизаторами, протягом періоду 0...14 хв експерименту

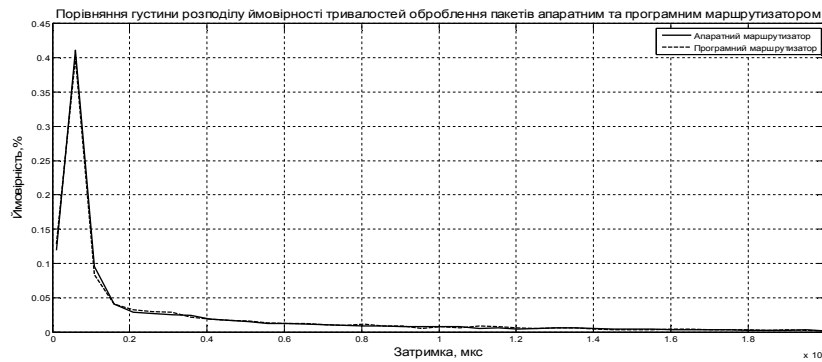


Рис. 8. Порівняння густини розподілу ймовірностей тривалостей оброблення пакетів комутатором із 3-ма апаратними та 3-ма програмними маршрутизаторами, протягом періоду 0...30 хв експерименту

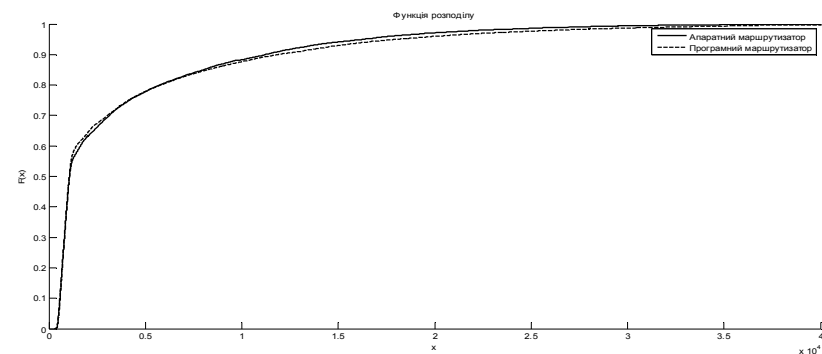


Рис. 9. Порівняння функцій розподілу ймовірностей тривалостей оброблення пакетів комутатором із 3-ма апаратними та 3-ма програмними маршрутизаторами, протягом періоду 0...30 хв експерименту

На основі проведених досліджень доведено, що агрегований вхідний трафік експериментальної мультисервісної мережі створюваний 4-ма генераторами є самоподібним з параметром Херста, близьким до одиниці ($H=0.971$), що свідчить про неможливість точної апроксимації відповідного випадкового процесу аналітичними розподілами ймовірностей [13]. Дана гіпотеза перевірена на основі проведення підбору аналітичного розподілу за критерієм Колмогорова. Найбільш адекватним для опису вхідного трафіку виявився нормальний розподіл [12].

На рис. 10 бачимо, що після періоду 13-ти хвилинного спостереження завантаженість буферного простору пакетами потоків інформаційних послуг різко зростає. Це пов'язано зі значним збільшенням вхідного навантаження на інтерфейс програмного

маршрутизатора. У загальному, середня кількість пакетів в буфері становить 105.

В результаті проведеного експерименту (зокрема, на основі рис. 4 – 9) можна зробити висновок, що розроблений якісний програмний продукт для моделювання маршрутизатора з алгоритмом, який використовує черги різної пріоритетності та який повністю відображає роботу реального маршрутизатора з похибкою отриманих результатів у 2 мкс, що, на нашу думку, достатньо строго підтверджує адекватність розробленої моделі.

На рис. 11 – 13 показано тривалість затримки та джитер для пакетів потоку послуги IPTV, який передається через канал, по якому проходить агрегований трафік. На першому етапі (0...13 хв) затримка і джитер потоку IPTV були мінімальними.

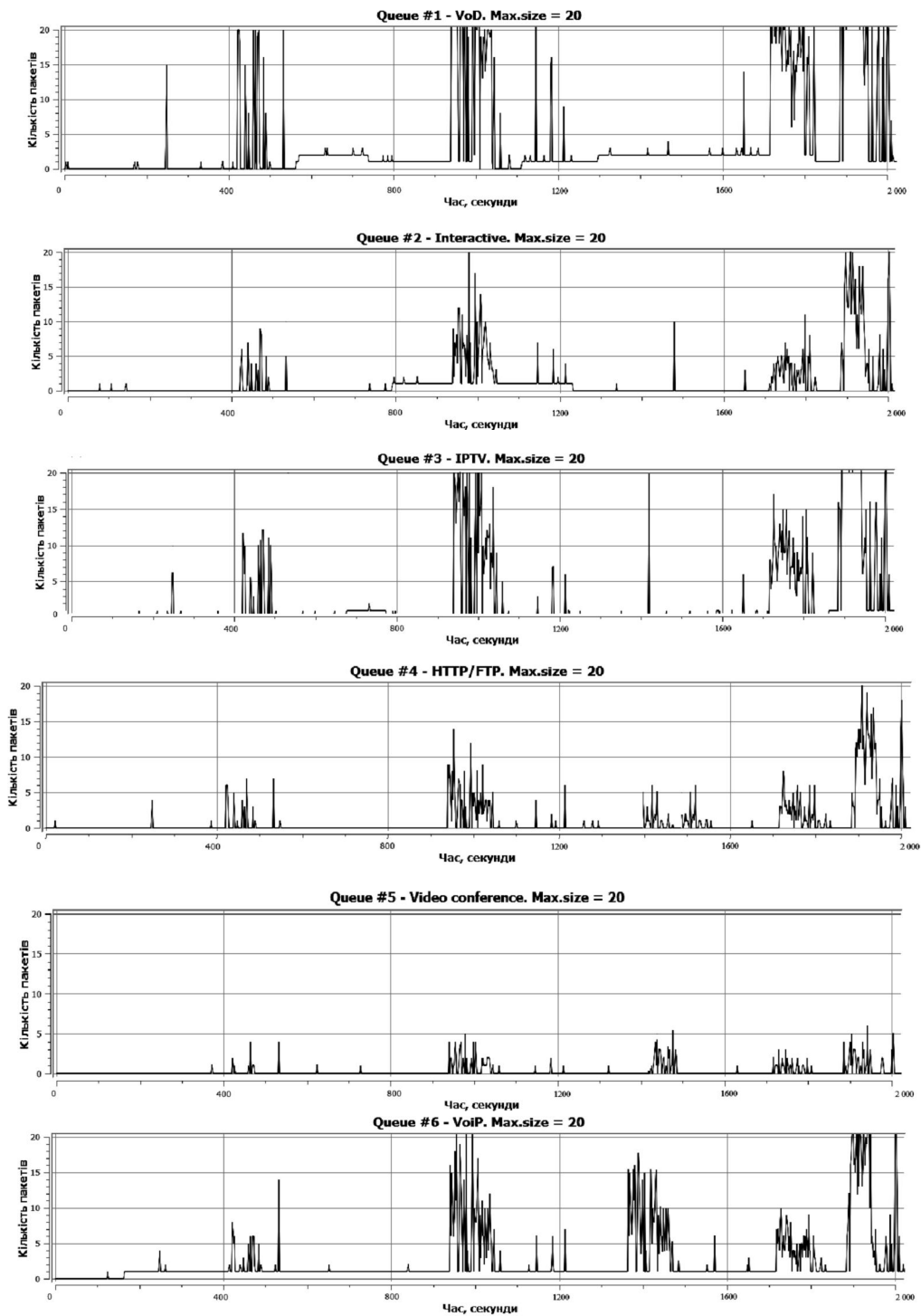


Рис. 10. Завантаженість буферів програмного маршрутизатора протягом часу спостереження при використанні алгоритму WFQ

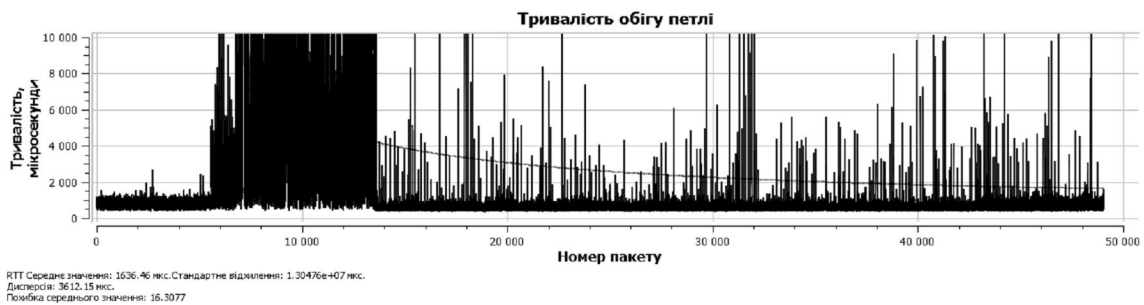


Рис. 11. Затримка з кінця в кінець при передаванні IPTV трафіку через агрегуючий маршрутизатор без застосування MPQ та при його використанні



Рис. 12. Джиттер при передаванні IPTV трафіку через агрегуючий маршрутизатор без застосування MPQ та при його використанні

На другому етапі (після 13 хв есперименту) затримки і джиттер значно збільшилися за величиною (в десять разів), що пов'язано зі значним збільшенням навантаження на мережевий пристрій у якому за замовчуванням використовується алгоритм WFQ. Після другого етапу експерименту при застосуванні алгоритму MPQ було досягнуто зниження затримки і джиттера трафіку IPTV до значень, які спостерігались в першій фазі. Алгоритм MPQ використовується в

умовах, коли потоки реального часу (в нашому випадку – сервіс IPTV), які є критичними до затримки необхідно передати з мінімальними її значеннями в умовах високого навантаження. Коли алгоритм MPQ (удосконалений нами) був вимкнений, черга для таких потоків не використовувалась, але коли MPQ був застосований – вона почала зростати. На рис. 13 показано розподіл тривалості затримки пакетів для потоку IPTV протягом усього експерименту [7].



Рис. 13. Розподіл тривалостей затримки пакетів

Застосування розроблених моделей та алгоритмів покращення якості обслуговування потоків реального часу забезпечує підвищення рівня сервісу у мережі в ідеальних умовах до 5 разів, що може бути оцінено на основі визначення показника стабільності часових параметрів якості, якими є джиттер та тривалість затримки. Очевидно, що чим менші джиттер та тривалість затримки забезпечує метод гарантування якості обслуговування, тим вищою стає якість сервісу, що може бути досягнута в мережній системі. Для підтвердження ефективності розроблених моделей проведено дослідження тривалості затримки та джиттеру у реальній мережі із застосуванням диференціації сервісу та алгоритму керування чергами WFQ та цього ж методу разом з удосконаленим нами алгоритмом MPQ.

Для кількісної оцінки досягнутого ефекту запропоновано використовувати коефіцієнти, які визначаються відношеннями середнього джиттеру (1) та тривалості затримки (2) при застосуванні WFQ і MPQ, відповідно:

$$K_t = T_{MPQ} / T_{WFQ}; \quad (1) \quad K_j = J_{MPQ} / J_{WFQ}. \quad (2)$$

Графіки, які показують час проходження (рис. 11) і джиттер (рис. 12) дають змогу зробити висновок, що удосконалений алгоритм MPQ і спосіб визначення пріоритетів дають змогу досягнути зна-

чного зниження джиттера (до десяти разів) і стабілізувати часову затримку при обробленні пакетів маршрутизатором на мінімально можливому рівні. Таким чином, якщо удосконалений MPQ встановлено на всіх маршрутизаторах мережі, то якість сервісу для пакетів потокових сервісів в режимі реального часу може бути значно покращена.

2. Вдосконалена транспортна платформа магістрального рівня з можливістю організації масштабованих мереж цивільного та спеціального призначення

Аналізуючи тенденції розвитку телекомунікаційних мереж спеціального призначення провідних країн світу [5], хочеться відмітити необхідність формування єдиного адаптивного інформаційно-функціонального простору для оперативного керування, а також узгодження дій у кризових ситуаціях, у тому числі військово-політичних, економічних, техногенних, гуманітарних, екологічних, під час антитерористичних операцій і інших з використанням нових технологій, що, наприклад, забезпечить можливість стійкого та раціонального поєднання централізованого і розподіленого використання інформації на всіх рівнях управління (рис. 14).

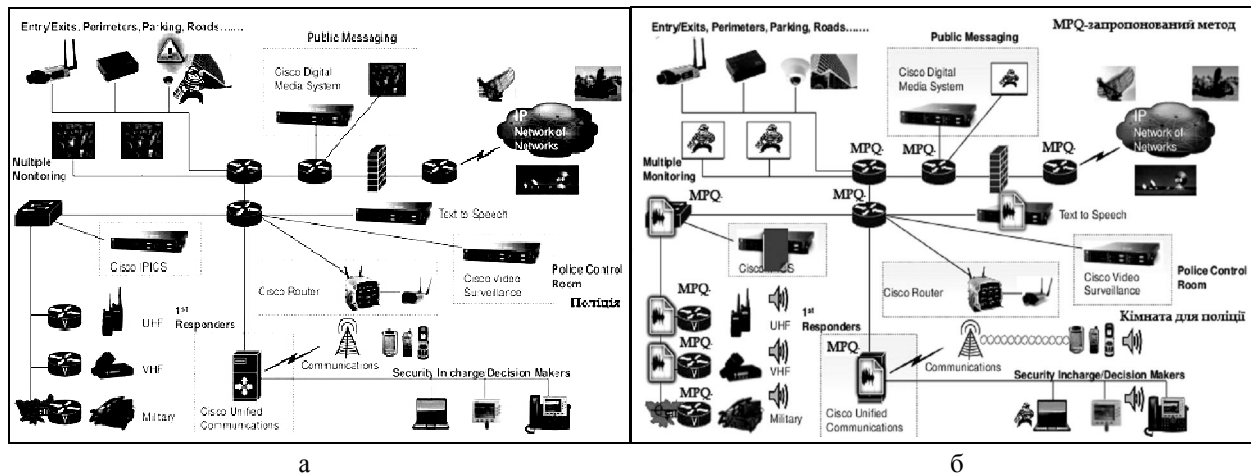


Рис. 14. Інформаційно-телекомунікаційна інфраструктура для цивільних і спеціальних цілей без застосування розробленого методу (система працює в критичних умовах – доставка повідомлень вчасно не виконана) (а) та із застосуванням нашого методу – оперативні повідомлення доставлено вчасно (б)

В запропонованій системі керування інформаційними потоками даних виникає можливість їх спрямування не за найкоротшими шляхами, що обчислені за допомогою традиційного протоколу маршрутизації, а через менш завантажені вузли й канали зв'язку. При правильному моделюванні потоків навантаження на всі фізичні канали зв'язку, маршрутизатори й комутатори повинні бути збалансовані таким чином, щоб жоден із цих компонентів не був недоавантажений або перевантажений [3]. Як результат, мережа буде працювати більш ефективно, стабільно й передбачувано.

Даний підхід є актуальним для деяких державних структур, зокрема таких, як Міністерство оборони України та інших силових відомств при розв'язанні задач підвищення оперативності доставки контенту, чутливого до часу (інформації керування, відеоспостереження, в т.ч. за периметром кордону, визначених об'єктів), зокрема в мережах радіорозвідки, ПВО-ПРО). Рішення є також особливо актуальним для мереж, які потребують застосування ефективних методів шифрування, що створюють додаткові затримки у мережних вузлах. Технологія також дає змогу збереження якості надання заданих мультимедійних послуг за рахунок підвищення адаптивності транспортного сегменту телекомунікаційної IP-орієнтованої мережі при оперативному розширенні зон покриття територій системами широкопasmового радіодоступу, при їх масштабуванні в польових та важкодоступних умовах за допомогою нестационарних або квазістационарних вузлів [11].

Висновки

З метою забезпечення мінімального часу очікування високопріоритетних пакетів у маршрутизаторах мультисервісної мережі в роботі удосконалено метод обслуговування черг, який за рахунок зниження якості обслуговування потоків даних не ре-

ального часу, дає змогу зберегти необхідну якість обслуговування мультимедіа потоків реального часу, що особливо важливо в моменти перевантаження вузлів мережі. Новизна методу полягає в тому, що в ньому ведеться облік часу очікування пакету в чергах мережі, і, відповідно до цього часу, на транзитних маршрутизаторах пакет, «що спізнюється», може обслуговуватися з більш високим пріоритетом. Для тестування мережних пристроїв розроблено модель генератора трафіку, яка дає змогу без використання складних методів синхронізації виміряти затримку обробки пакету маршрутизатором з точністю до 2 мкс. Точність розробленої моделі може бути суттєво покращеною без зміни її структури і алгоритму роботи. На основі детального аналізу принципів роботи апаратних маршрутизаторів фірми CISCO розроблена та апробована адекватна модель програмного маршрутизатора, що має модульну архітектуру. Основна її новизна полягає у тому, що кожен з модулів може бути змінений без зміни архітектури всієї моделі маршрутизатора. Таким чином, розроблена модель може бути використана для тестування широкого спектру не тільки маршрутизаторів, але і комутаторів.

В результаті експерименту встановлено, що з використанням модифікованого методу обслуговування черг та вдосконаленої пріоритезації трафіку вдалося покращити часові параметри якості обслуговування у 2-7 (!) разів у залежності від завантаження вузлів мультисервісної мережі.

Список літератури

1. Enterprise Distributed Service Platform – Network Architecture and Topology Optimization / I. Demydov, M. Klymash, N. Kryvinska, C. Strauss // *Int. J. Space-Based and Situated Computing*. – 2(1). – 2012. – P. 23-30.
2. Demydov I. Analysis of service workflows distribution and service delivery platform parameters / Ivan Demydov, Orest Lavriv, Bohdan Buhyl, Yuriy Dobush, Mykhailo Kly-

mash // *Int. J. Services, Economics and Management*. – 2013. – Vol. 5, No. 4. – P. 280-290.

3. SOA quality management subsystem on the basis of load balancing method using fuzzy sets / M. Beshley, M. Klymash, B. Strykhalyuk, O. Shpur, B. Bugil, I. Kagalo // *International Journal of Computer Science and Software Engineering (IJCSSE)*. – 2015. – Vol. 4, issue 1. – P. 10-21.

4. Beshley M.M. Increasing the efficiency of real-time content delivery by improving the technology of priority assignment and processing of IP traffic / M. Beshley, M. Seliuchenko, O. Lavriv, V. Chervenets, H. Kholiavka, M. Klymash // *Smart Computing Review*, - 2015. - Vol.5. - No.2. – P.76-88

5. Beshley M. Investigation the modified priority queuing method based on virtualized network test bed / M. Beshley, V. Romanchuk, M. Seliuchenko, A. Masiuk // *Proceedings of XIIIth international conference "The experience of designing and application of CAD Systems in microelectronics" CADSM'2015 (24-27 February, Lviv-Poljana, Ukraine)*, 2015. - P. 1-4

6. Klymash. M.M. Model of Network Resources Management on the Basis of Services Priorities Association / M. Klymash, M. Beshley, O. Lavriv // *Proceedings of XIIth International conference "The experience of designing and application of CAD Systems in microelectronics" CADSM'2013. (24-27 February, Lviv-Poljana, Ukraine)*, 2013. - P. 146-148.

7. Mykhailo Klymash System for Increasing Quality of Service of Multimedia Data in Convergent Networks / Mykhailo Klymash, Mykola Beshley, Bohdan Stryhaluk, Marian Seliuchenko // *Problems of Infocommunications. Science and Technology*. – IEEE First International Conference. Kharkiv, October 14-17, 2014. – 2014. P. 63-66.

8. Beshley M. Research and Development the Methods of Quality of Service Provision in Mobile Cloud Systems / M. Beshley, T. Maksymyuk, B. Stryhaluk, M. Klymash. // *The*

2014 IEEE International Black Sea Conference on Communications and Networking (IEEE BlackSeaCom 2014), Odessa, Ukraine – Chisinau, Moldova, May 27-30, 2014. – Chisinau: TUM, 2014. – P. 163-169.

9. Бешлей М.І. Розробка та впровадження нового алгоритму планування черг у мережах з диференціацією сервісів. / М.І. Бешлей, М.О. Селюченко, Р.С. Колодій // VIII Міжнародна НТК «Проблеми телекомунікацій» ПТ-2015: зб. мат. конф. (22-25 квітня 2015 р., м. Київ, Україна), 2015 - К.: НТТУ «КПІ» – С. 119-121

10. Development of Monitoring System for End-to-End Packet Delay Measurement in Software-Defined Networks / M. Seliuchenko, M. Beshley, O. Panchenko, M. Klymash // *Modern problems of radio engineering, telecommunications and computer science Proceedings of the XIII th Int. Conf. TCSET'2016 (Lviv – Slavske, 02.23–26), 2016*. – P. 667-670.

11. Strykhalyuk B. Implementation of wireless heterogeneous network based on LTE core virtualization for military communication systems / B. Strykhalyuk, I. Kahalo, M. Brych, M. Beshley, M. Seliuchenko // *Системи озброєння і військова техніка: наук. журнал*. – X: Харк. ун-т Повітр. Сил ім. Івана Кожедуба, 2014. – № 4(40). – С. 125-132

12. Климаш М.М. Модель надання сервісів на основі методу адаптації логічної структури cloud-системи / М.М. Климаш, Б.М. Стрихалюк, О.М. Шпур, М.І. Бешлей // *Наукові записки УНДІЗ*. – 2014. – № 5(33). – С. 27-36

13. Стрихалюк Б.М. Дослідження статистичних параметрів та характеристик інформаційних потоків в гетерогенних мережах / Б.М. Стрихалюк, І.В. Демидов, В.І. Романчук, М.І. Бешлей // *Наукові записки УНДІЗ*. – 2014. – № 6(34). – С. 82-92

Надійшла до редколегії 29.02.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. М.М. Климаш, Національний університет «Львівська політехніка», Львів.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ ПУТЕМ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПРИОРИТЕЗАЦИИ ПОТОКОВ В МАРШРУТИЗАТОРАХ

М.И. Бешлей, В.В. Червенец, И.В. Демидов, В.И. Романчук, А.М. Панченко

На основе предложенной методики динамической приоритезации и модифицированного алгоритма планирования очередей при обслуживании агрегированной нагрузки, в частности потоков реального времени, достигнуто снижение задержек обработки информационных потоков при передаче больших объемов данных и уменьшено значение джиттера. Проведены исследования вероятностно-статистических свойств трафика экспериментальной мультисервисной телекоммуникационной сети для подтверждения адекватности модели программного маршрутизатора и промоделированных профилей трафика пакетов. Предложено использование данных методов в телекоммуникационных системах, как основы для обеспечения качества сервиса при построении адаптивной транспортной сети магистрального уровня. Такой подход становится особенно эффективным в условиях значительных нагрузок на коммуникационное ядро сети, поскольку даже незначительное снижение задержек потоков реального времени существенно повышает качество обслуживания, а в некоторых случаях – является определяющим фактором при обеспечении оперативности реагирования сетевой системы на ситуации кризисного характера.

Ключевые слова: приоритет, трафик, алгоритм обслуживания очереди, мультисервисная сеть, программный маршрутизатор.

THE DEVELOPMENT OF METHODS FOR REAL-TIME DATA TRANSFERRING BY IMPROVING THE FLOWS' PRIORITIZATION PROCESSES IN ROUTERS

M.I. Beshley, V.V. Chervenets, I.V. Demydov, V.I. Romanchuk, O.M. Panchenko

Based on the proposed method of dynamic prioritization and modified queue scheduling algorithm for aggregated load servicing, in particular real-time streams, a reduction in information flow processing delays was achieved when transferring large amounts of data and also the value of jitter was reduced. Probabilistic and statistical properties of experimental multiservice telecommunications network traffic were investigated to confirm the adequacy of the created software router model and simulated packet traffic profiles. It is proposed to use these methods in telecommunication systems as a basis for ensuring quality of service and in the construction of the adaptive transport backbone layer network. This approach is particularly effective at a significant load on the communications network core, as even a slight decrease delay of real-time streams significantly improves the quality of service, and in some cases - is a determining factor in ensuring the responsiveness of a network system to situations of crisis character.

Keywords: priority, traffic, queue servicing algorithm, multi service network, software router.