

УДК 681.5.03

В.Я. Воропасва (канд. техн. наук, доц.), Д.О. Жуковська
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет», м. Донецьк
кафедра автоматики і телекомунікацій
E-mail: vismerka@mail.ru, voropayeva@donntu.edu.ua

ОЦІНКА ВПЛИВУ АЛГОРИТМІВ ОБРОБКИ ЧЕРГ НА ПОКАЗНИКИ QoS

Вирішена задача розробки моделі алгоритму обробки пріоритетних черг з урахуванням факторів впливу методів управління смугою пропускання, методів визначення розмірів буфера пам'яті, методу оцінки сумарної затримки. Проведений аналіз існуючих алгоритмів обробки пріоритетних черг в комутаційному обладнанні. Описаний вибір засобу реалізації програмної моделі та середовища моделювання, планування експерименту, розробка та налаштування алгоритму моделі обробки пріоритетних черг. Проведенні експерименти з використанням імітаційного моделювання GPSS World та оцінка впливу різних алгоритмів на показники QoS.

Ключові слова: модель, алгоритм, QoS, черга, пріоритет, GPSS World.

Загальна постановка проблеми

При роботі IP-мережі з використанням різних алгоритмів обробки черг відсоток втрачених пакетів становить чималу частину від усього переданого трафіку, оскільки обладнання не здатне обробити абсолютно всі пакети.

Отже, необхідно кожен раз при прийомі пакету робити вибір, приймати його на обробку або видалити з черги. Для здійснення даного вибору для кожного пакета необхідний один або кілька критеріїв, за якими буде здійснюватися вибір. Слід взяти до уваги технічну можливість комутаційного устаткування, тобто маршрутизаторів і комутаторів 2 і 3 рівня, оскільки від неї залежить продуктивність обробки трафіку [1].

Мета роботи – розробка моделі обробки черг в комутаційному обладнанні, оцінка продуктивності алгоритмів обробки черг та впливу моделей алгоритмів на показники QoS.

Постановка задач дослідження

Для досягнення поставленої мети необхідне вирішення наступних задач:

1. Провести аналіз існуючих алгоритмів обробки черг в комутаційному обладнанні.
2. Сформулювати вимоги до моделі обробки пріоритетних черг.
3. Розробити, реалізувати і експериментально перевірити модель обробки пріоритетних черг.
4. Оцінити вплив даного алгоритму обробки черг на показники QoS методом порівняння з іншими алгоритмами.

Вирішення задач і результати досліджень

Більшість сучасних маршрутизаторів мають вбудовані функції організації пріоритетних черг, які дозволяють обслуговувати в першу чергу певні види трафіку. Метод пріоритетних черг найбільш часто використовується для надання часових гарантій чутливим до затримок сервісам. Даний метод може застосовуватися для передачі аудіо- та відеоінформації, коли не потрібна висока якість. Для доставки аудіо- та відеоінформації з високою якістю необхідно гарантувати низьку затримку і невеликий ефект тремтіння. Цього важко домогтися в мережах без значних накладних витрат при резервуванні буферного простору маршрутизаторів і без реалізації складних алгоритмів обробки черг [2]. Окремі частини методу описані в різних стандартах. Кожен виробник мережного устаткування реалізує в своїх виробках власні алгоритми обробки черг. Проаналізуємо основні з них.

Алгоритм Drop Tail – задається максимальний розмір черги (в пакетах або в байтах), пакет, що знову прибув поміщається в кінець черги, а якщо черга вже повна – відкидається [3]. Алгоритм FIFO (First In, First Out). Якщо маршрутизатор отримує пакети швидше, ніж він може відправити їх через даний порт, він поміщає пакети в чергу. Потім, в простому випадку, вони відправляються в порядку надходження, тобто реалізується принцип «першим прийшов, першим пішов». Алгоритм RED (Random Early Detection) – випадкове раннє виявлення. Метод дозволяє пом'якшити ефект від втрати пакетів навіть при дуже великих навантаженнях. Алгоритми пріоритетних черг – це алгоритми, при використанні яких кілька черг FIFO або RED утворюють одну чергу. Трафік розподіляється між цими чергами у відповідності із заданим критерієм. При цьому трафік відправляється в порядку чіткої черговості: першим – трафік з високим пріоритетом, другим – з середнім і т. д. Черги на основі класів (Class-Based Queuing, CBQ) – це алгоритм, при якому трафік ділиться на декілька класів. Кожен клас має власну чергу і йому виділяється деяка частина пропускної здатності каналу. Зважена справедлива черга (Weighted Fair Queuing, WFQ) – окремий випадок CBQ, коли класам відповідають незалежні потоки. Кожному класу відповідає одна черга FIFO і їй відводиться деяка частина пропускної здатності каналу. При цьому відбувається перерозподіл пропускної здатності між потоками [4].

Для вирішення поставлених задач може використовуватися наступне обладнання – маршрутизатори та комутатори 2 і 3 рівня. У ролі маршрутизатора може виступати робоча станція або сервер, що мають кілька мережних інтерфейсів і забезпечені спеціальним програмним забезпеченням. Маршрутизатори верхнього класу – це, як правило, спеціалізовані пристрої, що поєднують в окремому корпусі безліч маршрутизуючих модулів [5].

Основою для моделі, що розробляється обрана модель «зважена справедлива черга» (WFQ), тому що її перевагою є міжплатформенність комутаційного обладнання 2-го і 3-го рівнів.

У багатьох мережних пристроях механізм WFQ є одним з основних для підтримки якості обслуговування. WFQ як узагальнення алгоритму чесних планувальників (Fair Queuing - FQ). Обидва планувальники мають окремі FIFO-черги для кожного потоку даних. Так, якщо канал зі швидкістю R використовується для N потоків, то швидкість обробки кожного з них буде R/N при використанні чесного планувальника. Чесний планувальник з пріоритетними коефіцієнтами дозволяє регулювати частку кожного потоку. Якщо є N активних потоків, з пріоритетами w_1, w_2, \dots, w_N , то i -й потік буде мати швидкість:

$$\frac{Rw_i}{w_1 + w_2 + \dots + w_N} \quad (1)$$

Кожному пакету, що надходить p_i^k присвоюється віртуальний час початку S_i^k і кінця обробки F_i^k , де k – номер пакета, а i – номер потоку. Час початку і кінця обчислюються за такими формулами:

$$S(k, i) = \max(F(k-1, i), V(a(k, i))), \quad F(k, i) = S(k, i) + \frac{L(k, i)}{r(i)}, \quad F(0, i) = 0 \quad (2, 3)$$

де $a(k, i)$ та $L(k, i)$ – час приходу пакета та його довжина відповідно; $v(t)$ – віртуальна функція часу, яка визначається за формулою:

$$\frac{dV(t)}{dt} = \frac{1}{r_j} \quad (4)$$

де j – всі активні сесії.

Під вагою пріоритетного класу розуміється відсоток наданої класу трафіку пропускної здатності від повної пропускної здатності вихідного інтерфейсу. Як при зваженому, так і при пріоритетному обслуговуванні, трафік ділиться на кілька класів для кожного з яких ведеться окрема черга пакетів. Але з кожною чергою зв'язується не її пріоритет, а відсоток пропускної

здатності вихідного інтерфейсу, що гарантується даному класу трафіку при перевантаженнях цього інтерфейсу (рис 1).

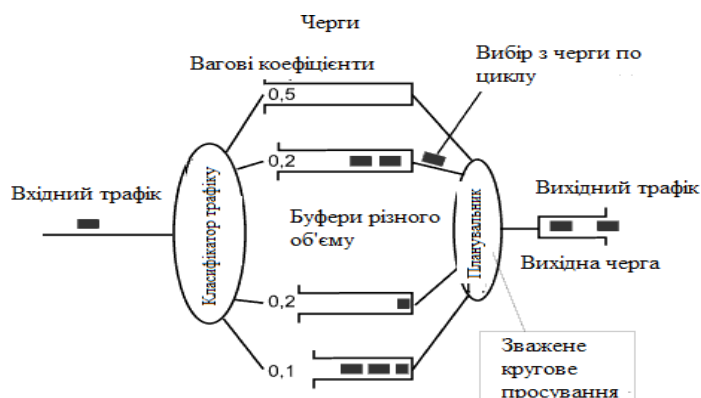


Рисунок 1 – Зважені черги, що настраюються

Механізм пріоритетної обробки трафіку передбачає поділ всього мережного трафіку на невелику кількість класів з призначенням кожному класу деякої числової ознаки – пріоритету. Поділ на класи (класифікація) може вироблятися різними способами. Пакети можуть розбиватися на класи за пріоритетами відповідно до типу мережного протоколу. Правила класифікації пакетів на пріоритетні класи є складовою частиною політики управління мережею, тому класом для проекрованої моделі вважається тип змішаного трафіку (даних, транзакцій, реального часу) [7].

У моделі, що розробляється пакети приймаються з i -го порту, потім розбиваються на пріоритетні класи (високий, середній, низький) відповідно до типу мережного протоколу на підставі адрес призначення й джерела.

Вступивши в період перевантаження пакет поміщається в чергу згідно його пріоритетом. Черги обслуговуються послідовно і циклічно, і в кожному циклі з кожної черги забирається таке число байт, яке відповідає вазі черги. Пріоритети черг мають абсолютний характер переваги при обробці: поки з більш пріоритетною черги не будуть вибрані всі пакети, пристрій не переходить до обробки наступної, менш пріоритетної. Пакети з найвищим пріоритетом завжди отримують ту пропускну здатність, яка їм необхідна. Що ж до інших класів пріоритетів, то якість їх обслуговування нижче, ніж у пакетів з найвищим пріоритетом.

При перевантаженнях в маршрутизаторі недолік розміру черги призводить до необхідності відкидання пакетів. Пакет обробляється протягом певного часу, що задається системним годинником. Розпізнавання пріоритету, розміщення в одну з $3x$ черг і обробка виконується протягом заданого часу.

Для побудови даної моделі найбільше підходить мова моделювання GPSS, оскільки це засіб моделювання дозволяє організувати роботу в реальному часі дискретно-стохастичних систем. Альтернативним варіантом могло б служити написання програми моделі мовою C++, але основною проблемою при цьому підході є завдання реального часу.

Суть методу статистичного моделювання зводиться до побудови для процесу функціонування досліджуваної системи S деякого моделюючого алгоритму, що імітує поведінку і взаємодію елементів системи з урахуванням випадкових вхідних впливів і впливів зовнішнього середовища E , і реалізації цього алгоритму з використанням програмно-технічних засобів ЕОМ [8].

На рисунку 2 представлена Q-схема обслуговування проекрованої моделі, для комутатора з процесорами портів введення/виведення і центральним процесором обробки комутації, де Γ – генератор заявок, Q_j – буфер j -го порту, PP_j – обробка процесором j -го

порту, Пр сорт – обробка пріоритетних черг, Пр ц – обробка пакета центральним процесором, V1, Vc, Vh – визначення смуги пропускання для черг з високим пріоритетом, середнім і низьким.

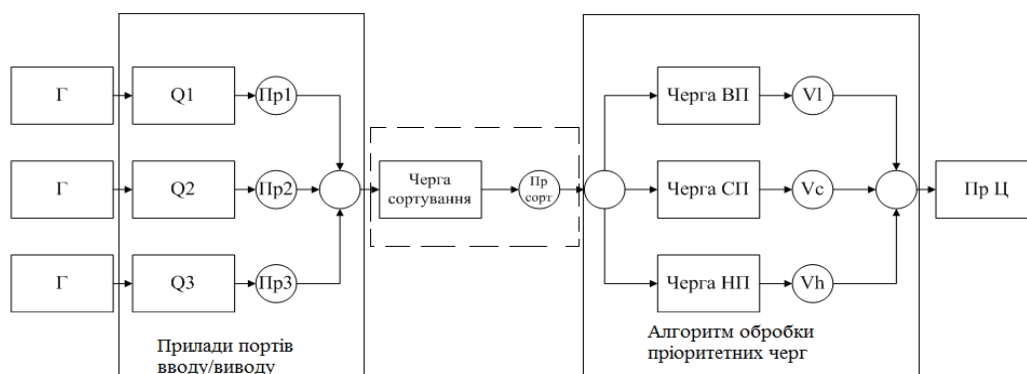


Рисунок 2 – Q-схема обслуговування проектованої моделі

У мові GPSS World можливість завдання функцій розподілу випадкових величин обмежена завданням їх у табличному вигляді шляхом апроксимації безперервними функціями. Тому можна задати тільки ті функції, які легко перетворити для нових значень параметрів. До таких функцій, наприклад, відноситься функція експоненціального розподілу з параметром $\lambda = 1$, а також функція стандартного нормального розподілу з математичним очікуванням $m = 0$ і стандартним відхиленням $\sigma = 1$.

Пуассонівський вхідний потік описується таким чином: імовірність надходження k заявок пуассонівського потоку протягом інтервалу t становить:

$$p_k(t) = \frac{e^{-\lambda t} (\lambda t)^k}{k!}, k = 1, 2, 3, \dots \quad (5)$$

де λ – інтенсивність потоку.

Інтервали часу між сусідніми заявками пуассонівського потоку розподілені за експоненціальним законом [9]. Згідно з методом зворотної функції, можна отримати ряд чисел, які мають експоненційний розподіл, якщо ряд випадкових чисел R , рівномірно розподілених на інтервалі $[0, 1]$, перетворити відповідно до функції, зворотної до експоненційної функції розподілу:

$$t_j = F^{-1}(x) = -\frac{1}{\lambda} \ln(r_j), \quad (6)$$

де t_j – j -й розіграний інтервал часу надходження; $\frac{1}{\lambda}$ – середній інтервал часу надходження; r_j – j -е число в послідовності випадкових чисел R з рівномірним розподілом на інтервалі $[0, 1]$.

Розробниками GPSS була здійснена апроксимація функції $F^{-1}(x)$, зворотної до експоненційної функції розподілу з параметром $\lambda = 1$. Таким чином, функція $F^{-1}(x)$ була замінена 23 відрізками, які використовуються для перетворення значень RNj в значення $-\ln(RNj)$.

Функція XPDIS визначає експоненціальне розподіл з інтенсивністю $\lambda = 1$. Пуассонівський вхідний потік з інтенсивністю λ , відмінний від одиниці, моделюється за допомогою блоку GENERATE, таким чином: як операнд A використовують середнє значення інтервалів часу $1/\lambda$, де λ – інтенсивність пуассонівського потоку; як операнд B використовують ВЧА – значення функції XPDIS, оператори визначення і опису якої наведені нижче.

XPDIS FUNCTION RN1,C24 0,0/.100,.104/.2,.222/.300,.355/.400,.509/.500,.690/.600,.915/.700,1.200.750,1.380/.800,1.600/.840,1.830/.880,2.120/.900,2.30/.920,2.520/.940,2.810.950,2.990/.960,3.200/.970,3.500/.980,3.90/.990,4.600/.995,5.300/.998,6.200.999,7/1,8

При імітаційному моделюванні виділяють три подання часу: реальне, модельне (системне) і машинний час. Система моделювання GPSS заснована на переході вимог (транзактів) від блоку до блоку (від оператора до оператора) у визначені моменти часу. Вихідними параметрами є величини, що характеризують властивості системи – якість її функціонування: коефіцієнти використання каналів обслуговування; максимальна і середня довжина черг в системі; час знаходження вимог у чергах і каналах обслуговування [10].

Модель включає наступні GPSS-блоки: Створення транзактів: Generate // вхід транзактів в модель; Вхід транзактів у чергу: Queue Joeqv // транзакти займають чергу ВП; Queue Joeqs // транзакти займають чергу СП; Queue Joeqn // транзакти займають чергу НП; Зайняття пристрою: Seize Joe // транзакти займають пристрій; Вихід транзактів з черги: Depart Joeqv // транзакти звільняють чергу ВП; Depart Joeqs // транзакти звільняють чергу СП; Depart Joeqn // транзакти звільняють чергу НП; Затримка транзактів на обслуговуванні: Advance // обслуговування транзакта; Звільнення пристрою: Release Joe // транзакти звільняють пристрій; Знищення транзактів: Terminate // транзакти залишають модель; В якості транзактів імітуються пакети.

Використовується модель з організацією 3-х черг: високого, середнього та низького пріоритетів. В якості пристрою, що обробляє пакети, виступає трьох-каналний комутатор третього рівня. Вхідні дані моделювання: середній інтервал між пакетами даних – 25 од. часу; ємність накопичувачів –20; час передачі пакету даних – 20 од. часу; час передачі підтвердження – 1 од. часу; час обробки пакету в ЦП – 2 од. часу.

Ціль моделювання: оцінка продуктивності алгоритму обробки пріоритетних черг. Для визначення діапазонів врахованих факторів слід провести ряд експериментів.

Експеримент 1. Максимальна інтенсивність вхідного високопріоритетного трафіку, при середній інтенсивності середньопріоритетного і низькопріоритетного трафіку. Експеримент 2: Середня інтенсивність вхідного високопріоритетного трафіку, при середній інтенсивності середньопріоритетного і низькопріоритетного трафіку. Експеримент 3: Максимальна інтенсивність вхідного середньопріоритетного трафіку, при середній інтенсивності високопріоритетного і низькопріоритетного трафіків. На ряду з описаними експериментами в роботі були проведені експерименти для інших алгоритмів обробки черг в комутаційному обладнанні, а саме, Drop Tail та CBQ. Результати моделювання приведені у вигляді гістограми, де вказана кількість пакетів, що не отримали обслуговування (рис. 3), де В – трафік високого пріоритету, С – середнього і Н – низького.

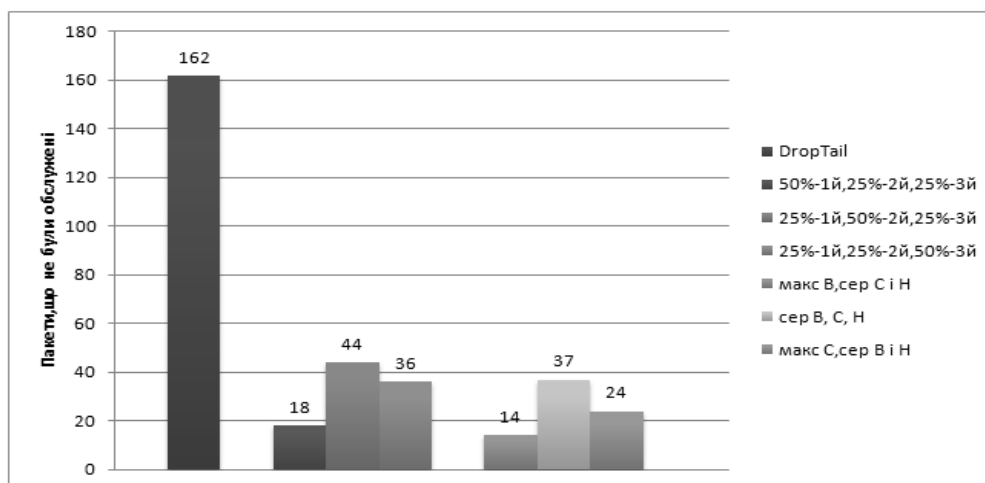


Рисунок 3 – Результати моделювання алгоритмів в середовищі GPSS World

З рисунка видно, що при використанні алгоритму Drop Tail кількість пакетів, які не отримали обслуговування, становить 162. Для алгоритму CBQ (розподілення пропускної здатності в відсотках) маємо: при відведені 50% пропускної здатності на першу чергу та по 25% на другу і третю втрати становлять 18 пакетів, при відведені 50% для другої черги та по 25% для першої і третьої – 44 пакети, якщо призначити 50% для третьої та по 25% для першої і другої – 36 пакетів. Найкращий результат показав алгоритм пріоритетних черг: при максимальній інтенсивності вхідного високопріоритетного та середній інтенсивності середньопріоритетного і низькопріоритетного трафіку не обслугованими лишилось 14 пакетів, при середній інтенсивності вхідного високопріоритетного, середньопріоритетного і низькопріоритетного трафіку – 37 пакетів, при максимальній інтенсивності вхідного середньопріоритетного та середній інтенсивності високопріоритетного і низькопріоритетного трафіків – 24 пакети.

Висновки

1. Проведений аналіз існуючих алгоритмів обробки черг в комутаційному обладнанні.
2. Розроблена модель обробки пріоритетних черг, яка була реалізована за допомогою імітаційного моделювання в середовищі GPSS World.
3. Шляхом проведення різних експериментів визначено, що використання алгоритму пріоритетних черг дає змогу зменшити втрати важливої інформації, що чутлива до затримок. Цим самим доведено, що даний алгоритм значно підвищує показники якості при передачі аудіо- та відеоінформації.

Список використаної літератури

1. Благодаров А.В., Пылькин А.Н., Скуднєв Д.М., Шибанов А.П. Моделирование и синтез оптимальной структуры сети Ethernet. Издательство: "Гор. линия-Телеком", 2011г, 112 с.
2. Алексеев Е.Б., Гордиенко В.Н., Крухмалев В.В. Проектирование и техническая эксплуатация цифровых телекоммуникационных систем и сетей. под редакцией В.Н. Гордиенко и М.С. Тверецкого. Издательство: "Горячая линия-Телеком" Издание: 2-е изд., испр., 2012г, 392 с.
3. Ashish Kumar , Ajay K Sharma , Arun Singh Comparison and Analysis of Drop Tail and RED Queuing Methodology in PIM-DM Multicasting Network [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.ijcsit.com/docs/Volume%203/Vol3Issue2/ijcsit20120302108.pdf>.
4. Демидов А.С., Косиор А.В., Воропаева В.Я. Анализ динамики загруженности корневых маршрутизаторов информационных систем при внедрении мультимедийных услуг // IV міжнародна науково-технічна конференція «Проблеми телекомунікацій», м. Київ, 20 – 23 квітня 2010 р. // Збірник тез. К.: НТУУ «КПІ», 2010. С. 141.
5. Фролов А.В., Фролов Г.В. Локальные сети персональных компьютеров: Монтаж сети, установка программного обеспечения. – 3-е изд., стер. – М.: Диалог-мифи, 2011г, 169 с.
6. Корячко В. П., Перепелкин Д. А. Корпоративные сети: технологии, протоколы, алгоритмы. Издательство: "Горячая линия-Телеком", 2011г, 216 с.
7. Воропаева В.Я., Жалейко Е.В. Исследование характеристик фрактальных процессов потоков данных мультисервисных сетей // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія: Обчислювальна техніка та автоматизація. Випуск 21 (183). - Донецьк-2011. – 2012 с., С. 77 – 81.
8. Шрайбер Т. Дж. Моделирование на GPSS. Пер. с англ. В. И. Гаргера, И. Л. Шмуйловича под ред. М. А. Файнберг. М. Машиностроение. 1980г. 592 с.
9. Воропаева В.Я. Теорія телетрафіку: навч. посіб. / В.Я. Воропаєва, В.І. Бессараб, В.В. Турупалов, В.В. Червинський. – Донецьк: ДВНЗ «ДонНТУ», 2011. – 202 с. Гриф МОНМС № 1/11-7538 від 10.08.2011р.
10. Кудрявцев Е. М. GPSS World. Основы имитационного моделирования различных систем. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 320 с.

References

1. Blagodarov, A.V., Pyl'kin, A.N. and Skudnev, D.M., Shibanov, A.P. (2011), *Modelirovanie i sintez optimal'noj struktury seti Ethernet* [Modeling and synthesis of the optimal structure of an Ethernet network], Gorjachaja linija-Telekom, Moscow, Russia.
2. Alekseev, E.B., Gordienko, V.N. and Kruhmalev, V.V. (2012), *Proektirovanie i tehničeskaja jekspluatacija cifrovyh telekommunikacionnyh sistem i setej* [Design and technical maintenance of digital telecommunication systems and networks], in Gordienko, V.N., Tvereckogo, M.S. (ed.), 2nd ed., Gorjachaja linija-Telekom, Moscow, Russia.
3. Ashish Kumar, Ajay K Sharma and Arun Singh (2012) "Comparison and Analysis of Drop Tail and RED Queuing Methodology in PIM-DM Multicasting Network", available at: <http://www.ijcsit.com/docs/Volume%203/Vol3Issue2/ijcsit20120302108.pdf>. (Accessed 25 March 2014).
4. Demidov, A.S., Kosior, A.V. and Voropaeva, V.Y. (2010), "Analysis of the dynamics of core routers utilization of information systems in the implementation of multimedia services", *Zbirnik tez. K.: NTUU "KPI"* [Abstracts. K.: NTU "KPI"], *IV mizhnarodna naukovno-tehnična konferencija "Problemi telekomunikacij"* [IV International Scientific Conference "Problems of Telecommunications"], Kiev, Ukraine, 2010, p. 141.
5. Frolov, A.V. and Frolov, G.V. (2011), *Lokal'nye seti personal'nyh komp'juterov: Montazh seti, ustanovka programnogo obespečenija* [Networks of personal computers: Installing network, software installation], 3rd ed., Dialog-mifi, Moscow, Russia.
6. Korjachko, V.P. and Perepelkin, D.A. (2011), *Korporativnye seti: tehnologii, protokoly, algoritmy* [Corporate networks: technology, protocols, algorithms], Gorjachaja linija-Telekom, Moscow, Russia.
7. Voropaeva, V.Y. and Zhalejko, E.V. (2011), "Investigation of the characteristics of fractal processes data streams multiservice networks", *Naukovi praci Donec'kogo nacional'nogo tehničnogo universitetu. Serija: Obchisljuval'na tehnika ta avtomatizacija*, no. 21 (183), pp. 77-81.
8. Shrajber, T.Dzh.(1980), *Modelirovanie na GPSS* [GPSS simulation], Translated by Gargera, V.I., Shmujlovicha, I.L., in Fajnberg, M.A. (ed.), Mashinostroenie, Moscow, Russia.
9. Voropayeva, V.Y. (2011), *Teoriya teletrafiku: navch. posib.*, [Teletraffic theory: a tutorial], № 1/11-7538, in Voropayeva, V.Y., Bessarab, V.I., Turupalov, V.V., Chervyns'kyy, V.V. (ed.), DVNZ "DonNTU", Donetsk, Ukraine.
10. Kudrjavcev, E.M. (2004), *GPSS World. Osnovy imitacionnogo modelirovanija razlichnyh system* [GPSS World. Fundamentals of simulation of different systems], DMK Press, Moscow, Russia.

Надійшла до редакції:
11.04.2014 р.

Рецензент:
канд. техн. наук, проф. Маренич К.М.

В.Я. Воропаева, Д.А. Жуковская

ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет»

Оценка влияния алгоритмов обработки очередей на показатели QoS. Решена задача разработки модели алгоритма обработки приоритетных очередей с учетом факторов влияния методов управления полосой пропускания, методов определения размеров буфера памяти, метода оценки суммарной задержки. Проведен анализ существующих алгоритмов обработки приоритетных очередей в коммутационном оборудовании. Описан выбор средства реализации программной модели и среды моделирования, планирования эксперимента, разработка и настройка алгоритма модели обработки приоритетных очередей. Проведены эксперименты с использованием имитационного моделирования GPSS World и оценено влияния различных алгоритмов на показатели QoS.

Ключевые слова: модель, алгоритм, QoS, очередь, приоритет, GPSS World.

V.Y. Voropaeva, D.A. Zhukovskaya
Donetsk National Technical University

Assessing the impact of processing algorithms queues indicators QoS. In a computer network using different technologies the percentage of lost packets is a large part of the total data traffic as the equipment is not capable to handle all packages. Therefore, it is necessary each time a packet is received to make a choice whether to accept it on processing or remove from the queue. To implement this choice each packet must have one or more criteria, on which the choice will be carried out. Also it is necessary to take into consideration technical possibility of the switching equipment, i.e. routers and switchboards 2 and 3 levels as performance of processing of the traffic depends on it. The job purpose - Development of model of processing queues in the switching equipment, performance evaluation of algorithms of processing queues and influence models of algorithms on the QoS. Most modern routers have built-in organization priority queues, which enable them to serve in the first place certain types of traffic. Priority queues method is most often used to provide temporary guarantees for delay-sensitive applications. For transmitting audio and video with high quality is necessary to ensure low delay and low jitter effect. This is difficult in networks without significant overhead to reserve buffer space routers and without the implementation of complex algorithms for processing queues. In this article developed the model of algorithm processing priority queues considering factors influence methods of bandwidth management, methods for determining the size of the memory buffer, the method of estimation the total delay. The analysis of existing algorithms for priority queues in the switching equipment is carried out. The choice of an implementer of program model and the environment of modelling, experiment planning, working out and adjustment of algorithm of model of processing of priority queues is described. Experiments were carried out using simulation GPSS World and was estimated influences of various algorithms on QoS.

Keywords: model, algorithm, QoS, queue, priority, GPSS World.



Воропаєва Вікторія Яківна, Україна, закінчила Донецький національний технічний університет, канд. техн. наук, доцент, професор кафедри автоматики та телекомунікацій ДВНЗ «Донецький національний технічний університет» (вул. Артема, 58, м. Донецьк, 83001, Україна). Основний напрямок наукової діяльності – сучасна теорія телетрафіку, оптимізація телекомунікаційних та інформаційно-комунікаційних систем та мереж.



Жуковська Дар'я Олександрівна, Україна, магістр кафедри автоматики і телекомунікацій ДВНЗ «Донецький національний технічний університет» (вул. Артема, 58, м. Донецьк, 83001, Україна). Основний напрямок наукової діяльності – оптимальне управління трафіком в гібридних телекомунікаційних мережах.