

УДК 621.324

Г.А. КУЧУК

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Україна***УПРАВЛІННЯ ТРАФІКОМ ЛАНКИ МУЛЬТИСЕРВІСНОЇ МЕРЕЖІ**

Розглянутий підхід до управління трафіком ланки мультисервісної мережі, яка обслуговується комутаційним вузлом, що здійснює статистичне мультиплексування інформаційних потоків даних. Показано, що існуючі методи управління не повною мірою враховують особливості трафіка. Запропонований комплексний критерій оцінки якості управління трафіком. Розроблена схема тривірневого управління трафіком на комутаційному вузлі. Показана можливість призначеної для користувача модифікації алгоритмів, використовуваними системними регуляторами доступу при структурному і параметричному управлінні трафіком. Виведена загальна постановка завдання оптимізації процесу управління трафіком ланки мультисервісної мережі.

Ключові слова: мультисервісна мережа, комутаційний вузол, трафік, регулятор доступу.

Вступ

Сучасні інформаційно-телекомунікаційні мережі переживають стрімке зростання об'єму передаваемого трафіка і кількості інформаційних послуг, що надаються. Найважливішу роль в цьому процесі грають мультимедійні послуги, такі як IP-телебачення, надання відео за запитом, IP-телефонія та ін. [1, 2]. Відомо, що для надання даних послуг необхідне дотримання ряду вимог до параметрів якості обслуговування, таких як затримка передачі, джиттер, ймовірність втрати пакету тощо [2, 3]. Виконання гарантій якості обслуговування забезпечується динамічним резервуванням частини пропускної здатності мережі для передачі мультимедійного трафіка. Проте, вважаючи на обмежену пропускну здатність мереж, велику кількість абонентів, а також складні імовірнісні властивості мультимедійного трафіка таке резервування часто призводить до неефективного використання мережевих ресурсів, а отже, до зниження якості послуги, що надається [4]. Дана проблема може бути вирішена за допомогою нових методів управління мультимедійним трафіком, що більш повно враховують його імовірнісні і динамічні властивості і забезпечують ефективне використання мережевих ресурсів за рахунок статистичного мультиплексування потоків, що передаються мережею. Зокрема, **актуальним** є завдання модифікації стандартного управління трафіком на комутаційному вузлі мультисервісної мережі, що здійснює статистичне мультиплексування різнорідних інформаційних потоків даних (ІПД), котрі надходять з багатьох окремих джерел [4]. Тому **метою даної статті** є визначення критерію ефективності

управління трафіком комутаційного вузла та розробка підходу до модифікації існуючих методів управління, що враховує при статистичному мультиплексуванні особливості агрегованого трафіка.

1. Оцінка ефективності управління

Для оцінки ефективності управління трафіком, котрий обслуговується на розглядаємому комутаційному вузлі (КВ), існує широкий спектр часткових і комплексних показників, залежних від часових, імовірнісних, технічних і інших параметрів мережі та вибираємих залежно від характеру завдань, що виконуються мережею. Комплексний показник ефективності перш за все залежатиме від набору часткових показників $T = \{t_{i,j}\}_{i,j=1,\dots,I}$ де $t_{i,j}$ – час доставки повідомлення з вузла i до вузла j [5]. Також необхідно враховувати такі показники [6]: $K_{об}$ – множина показників, що визначають ступінь справності устаткування; $C = \{c_{\eta,\theta}\}$, $H_{ки} = \{h_{\eta,\theta}\}$ – множина пропускних здатностей і коефіцієнтів використання каналів (η, θ) ; $H_{кач} = \{h_{\eta,\theta}^{(k)}\}$ – множина часткових показників якості передаваної інформації, залежних від втрат пакетів та затримок у з'єднанні й доставці. При виборі системи показників ефективності необхідно враховувати такі чинники як своєчасність доставки, неоднорідність технічних компонент мережі, що випереджає зростання передаваних об'ємів інформації в порівнянні із зростанням можливостей мережі, можливість порушення мережевої топології [4]. Крім того, слід враховувати і кореляційні залежності як між різними ІПД, так і між компонентами

окремого потоку, що виникають в процесі конкуренції за мережеві ресурси [7], тобто показники повинні оцінювати управління трафіком в цілому на даній ділянці мережі. Тому в систему показників пропонується, як базовий показник, включити відносне значення сумарного часу, витраченого на передачу ПД на фіксованому часовому інтервалі. Для визначення його чисельного значення розглянемо сегмент мережі, що обслуговується комутаційним вузлом \mathfrak{Z} та складається із множини вузлів S , що включають джерела і приймачі повідомлень, транзитні вузли, а також мережеві пристрої, з'єднані фізичними каналами $k_{g,\theta} = (s_g, s_\theta)$, де $s_g, s_\theta \in S$, $k_{g,\theta} \in H$ (H – множина фізичних ліній зв'язку ІТС). Процес будемо розглядати в межах часового інтервалі $[0, T]$ (T , наприклад, час циклу управління АСУ) обслуговування мережевого навантаження $\mathfrak{R}(T)$, що створюється Q ПД, причому кожен q -й ПД передає m_q повідомлень, сформований q_r , $r \in \overline{1, R}$, службами мережі і обслуговується віртуальним каналом, котрий визначається вектором

$$K_q^{(i,j)} = \left(k_1^{(q)}, \dots, k_{n_q}^{(q)} \right),$$

де $i, j \in S$ – джерело і приймач ПД відповідно, а n_q – кількість фізичних каналів віртуального з'єднання.

Тоді сумарний час, та витрачений на передачу ПД за час T , задекларований у базовому показникові, складе

$$L(\mathfrak{R}(T)) = \sum_{q,m,r_q,\xi_{q,r_q}} \left(t_{c,m,\xi_{q,r_q}} + t_{c,m,\xi_{q,r_q}} + \frac{V^{(m,q,r_q)}}{C_{\xi_{q,r_q}}} \right), \quad (1)$$

де $t_{c,m,\xi_{q,r_q}}, t_{c,m,\xi_{q,r_q}}$ – часи затримки і комутації при передачі повідомлення m службою r_q по ξ_{q,r_q} -му фізичному каналу віртуального з'єднання $K_q^{(i,j)}$ відповідно; $V^{(m,q,r_q)}$ – об'єм даних, що передається r_q -ою службою для q -го потоку даних; $C_{\xi_{q,r_q}}$ – пропускна спроможність, що виділяється ξ_{q,r_q} -м фізичним каналом r_q -й службі для потоку q .

При цьому обов'язково повинні бути виконані вимоги, пов'язані з максимально можливим допустимим часом передачі повідомлень і пропускною здатністю фізичних ліній зв'язку, котрі приводять до таких обмежень:

$$\sum_{q=1}^{n_{q,r_q}} \left(t_{c,m,\xi_{q,r_q}} + t_{c,m,\xi_{q,r_q}} + \frac{V^{(m,q,r_q)}}{C_{\xi_{q,r_q}}} \right) \leq T_{m,q,r_q}, \quad (2)$$

$$r_q \in \overline{1, R}, q \in \overline{1, Q}, m \in \overline{1, m_q};$$

$$\sum_{q=1}^Q \sum_{r_q=1}^{q_r} \psi(\xi_{q,r_q}, \eta) \cdot C_{\xi_{q,r_q}} \leq C_\eta \quad \forall \eta \in H, \quad (3)$$

де T_{m,q,r_q} – максимально допустимий час передачі повідомлення m r_q -ою складовою q -го ПД; $\psi(\xi_{q,r_q}, \eta)$ – булева функція, що дорівнює одиниці тоді і тільки тоді, коли її аргументи співпадають, C_η – пропускна здатність лінії зв'язку $\eta \in H$.

2. Трьохрівневе управління

Для аналізу управління трафіком на комутаційному вузлі розглянемо процес перерозподілу мережевих ресурсів, зокрема, пропускної здатності віртуальних каналів, що досягається за рахунок статистичного мультиплексування з часовим розділенням пропускної здатності між різними мережевими сервісами. Методи управління перерозподілом забезпечують збалансування інформаційних потоків даних по цих каналах з урахуванням поточного навантаження і доступної пропускної здатності фізичних ліній зв'язку досягти заданих значень характеристик, що зазвичай формулюються у вигляді імовірнісних показників якості [8].

Вказані методи є комбінацією алгоритмів управління доступом резервування пропускної здатності віртуальних каналів і статистичного мультиплексування мережевих ресурсів, що вивільняються унаслідок випадкового характеру розподілу навантаження по видах сервісу.

Реалізована в сучасних мультисервісних мережах технологія управління трафіком вирішує призначену для користувача модифікацію даних алгоритмів на рівні регулювання доступу при отриманні запиту на передачу даних мережею (U1) і на рівні регулювання запиту мережевих ресурсів при його проходженні мережею (U2) та при статистичному мультиплексуванні на комутаційному вузлі (U3) [9].

На рис. 1 наведений фрагмент трьохрівневої моделі управління трафіком, котра дозволяє забезпечити задану якість інформаційного сервісу шляхом модифікації алгоритмів управління системних регуляторів. Рівні взаємодії стають засобами реалізації управляючих дій, від нижнього рівня управління статистичним до верхнього рівня управління доступом і прогнозування навантаження.

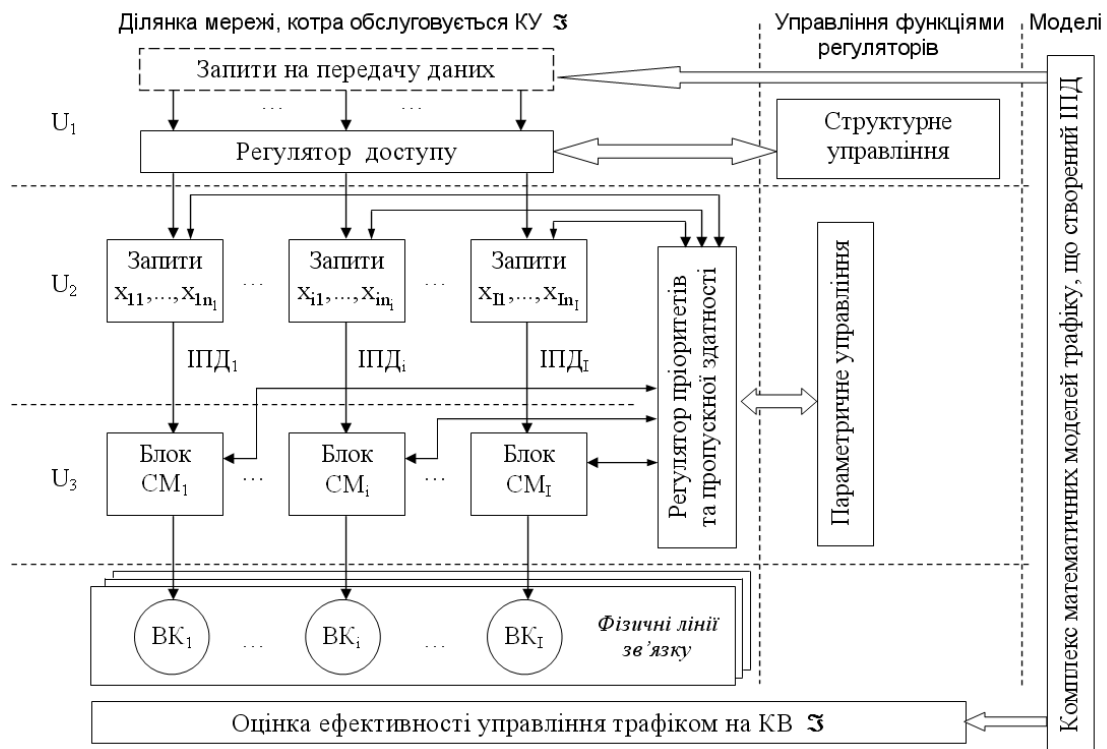


Рис. 1. Трьохрівнева модель управління трафіком на комутаційному вузлі мультисервісної мережі

Розглянемо множину варіантів управління на даних рівнях:

$$U_1 = \{u_1\}; U_2 = \{u_2\}; U_3 = \{u_3\};$$

$$U = \bar{u} = \{(u_1, u_2, u_3)\},$$

відповідно вибір варіанту управління (u_1, u_2, u_3) вказуватимемо у відповідних індексах змінних функції $L(\mathcal{R}(T))$, тобто розглянемо функцію сумарного часу, витраченого на передачу ПД при реалізації вектора управління \bar{u} :

$$L(\mathcal{R}(T), \bar{u}) = \sum_{q=1}^Q \sum_{m=1}^{m_q} \sum_{r_q=1}^{q_r} \sum_{\xi_{q,r_q}=1}^{n_{q,r_q}} \left(t_{z,m,\xi_{q,r_q}}^{(\bar{u})} + t_{c,m,\xi_{q,r_q}}^{(\bar{u})} + \frac{V^{(m,q,r_q)}}{C_{\xi_{q,r_q}}^{(\bar{u})}} \right).$$

Тоді загальна постановка завдання оптимізації процесу управління трафіком ланки мультисервісної мережі може бути сформульована таким чином:

знайти управління \bar{u}^* , при якому

$$L(\mathcal{R}(T), \bar{u}^*) = \min_{\bar{u} \in U} L(\mathcal{R}(T), \bar{u}), \quad (4)$$

а також дотримуються вимоги щодо своєчасності доставки повідомлень (обмеження 2) і наявності доступного мережевого ресурсу (обмеження 3):

Сформульована задача (2) – (4) є складною ба-

гатопараметричною оптимізаційною задачею нелінійного програмування. Для її вирішення необхідно провести аналіз існуючих і перспективних методів управління інформаційними потоками даних з урахуванням особливостей системи, що експлуатується, і розробити моделі і методи управління трафіком на кожному з розглянутих рівнів управління з урахуванням цих особливостей.

Висновки та напрям подальших досліджень

Таким чином, у даній статті розглянутий підхід до управління трафіком ланки мультисервісної мережі, котра обслуговується комутаційним вузлом, що здійснює статистичне мультиплексування інформаційних потоків даних.

Розроблені комплексний критерій оцінки якості управління трафіком і схема трьохрівневого управління трафіком на комутаційному вузлі.

Показана можливість модифікації алгоритмів, котрі використовуються системними регуляторами доступу при структурному і параметричному управлінні трафіком.

Виведена загальна постановка завдання оптимізації процесу управління трафіком ланки мультисервісної мережі.

Напрямок подальших досліджень пов'язаний з

розробкою методів структурного та параметричного управління інформаційними потоками даних, котрі дозволять доповнити алгоритми управління трафіком, що використовуються системними регуляторами доступу при статистичному мультиплексуванні.

Література

1. Олифер, В.Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы [Текст] / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: Питер, 2012. – 943 с.
2. Куроуз, Дж. Компьютерные сети [Текст] / Дж. Куроуз, К. Росс. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2004. – 765 с.
3. Крылов, В.В. Теория телетрафика и ее приложения [Текст] / В.В. Крылов, С.С. Самохвалова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 288 с.
4. Кучук, Г.А. Управление ресурсами инфотелекоммуникаций: монография [Текст] / Г.А. Кучук, Р.П. Гахов, А.А. Пашнев. – М.: Физматлит, 2006. – 220 с.

5. Вегешна, Ш. Качество обслуживания в сетях IP [Текст]: пер.с англ. / Ш. Вегешна. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 386 с.

6. Лосев, Ю.И. Анализ системы массового обслуживания с приоритетами с учетом фрактальности входного трафика [Текст] / Ю.И. Лосев, К.М. Руккас // Радиотехника: всеукр. межвед. научно-техн. сб. ХНУРЕ. – Вып. 146. – X., 2006. – С. 189 – 195.

7. Кучук, Г.А. Моделирование трафика мультисервисной розподіленої телекомунікаційної мережі [Текст] / Г.А. Кучук, І.Г. Кіріллов, А.А. Пашнев // Системи обробки інформації: зб. наук. пр. ХУПС. – Вип. 9 (58). – X., 2006. – С. 50 – 59.

8. Кучук, Г.А. Розрахунок навантаження мультисервисной мережі [Текст] / Г.А. Кучук, Я.Ю. Стасева, О.О. Болюбаи // Системи озброєння і військова техніка. – 2006. – № 4 (8). – С. 130 – 134.

9. Вишнеvский, В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей [Текст] / В.М. Вишнеvский. – М.: Техносфера, 2003. – 512 с.

Надійшла в редакцію 31.05.2013, розглянута на редколегії 17.06.2013

Рецензент: д-р техн. наук, проф., зав. каф. В.А. Краснобаев, Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка, Полтава.

УПРАВЛЕНИЕ ТРАФИКОМ ЗВЕНА МУЛЬТИСЕРВИСНОЙ СЕТИ

Г.А. Кучук

Рассмотрен подход к управлению трафиком звена мультисервисной сети, которое обслуживается коммутационным узлом, осуществляющим статистическое мультиплексирование информационных потоков данных. Показано, что существующие методы управления не в полной мере учитывают особенности трафика. Предложен комплексный критерий оценки качества управления трафиком. Разработана схема трехуровневого управления трафиком на коммутационном узле. Показана возможность пользовательской модификации алгоритмов, используемыми системными регуляторами доступа при структурном и параметрическом управлении трафиком. Выведена общая постановка задачи оптимизации процесса управления трафиком звена мультисервисной сети.

Ключевые слова: мультисервисная сеть, коммутационный узел, трафик, регулятор доступа.

MULTISERVICE NETWORK SECTION TRAFFIC IS CONTROLLED

G.A. Kuchuk

Going is considered near a management the traffic of multiservice network section, which is served an switching point, carrying out the statistical multiplexing of data informative flows. It is rotined that the existent methods of management take into account the features of traffic not to a full degree. The complex criterion of estimation of quality of control a traffic is offered. The chart of three-level control a traffic is developed on an switching point. Possibility of user modification of algorithms is rotined, by the in-use system regulators of access at a structural and self-reactance control a traffic. The general raising of task of optimization of process of control the section multiservice network traffic is shown out.

Key words: multiservice network, switching point, traffic, access regulator.

Кучук Георгій Анатолійович – д-р техн. наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник наукового центру Харківського університету Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, Україна, e-mail: kuchuk56@yemail.ru.