

УДК 004.94

В.В. Косенко<sup>1</sup>, Н.Г. Кучук<sup>2</sup><sup>1</sup> ДП "Харківський науково-дослідницький інститут технології машинобудування", Харків<sup>2</sup> Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, Харків

## ВЗАЄМОДІЯ ТЕХНІЧНИХ І ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ПРИ УПРАВЛІННІ РОЗПОДІЛОМ ТРАФІКА

У статті проаналізовані питання взаємодії технічних і програмних засобів при застосуванні різних методів та алгоритмів управління розподілом трафіка. Запропоновано схему організації збору, обробки та передачі інформації в системі управління, котра дозволяє модифікацію процесу на рівні системних регуляторів. Проведено експериментальні дослідження, які показали доцільність застосування адаптивної технології управління трафіком, яка враховує взаємодію технічних та програмних засобів інформаційно-телекомунікаційної мережі.

**Ключові слова:** інформаційно-телекомунікаційна мережа, трафік, traffic engineering, регулятор.

### Вступ

Оскільки існує взаємний зв'язок між параметрами технічної структури інформаційно-телекомунікаційної мережі (ІТМ) та характеристиками прикладних та системних програмних засобів, які функціонують у вузлах мережі, доцільно розглянути взаємодію технічного та програмного забезпечення мережі.

Управління розподілом трафіка в ІТМ передбачає використання як стандартних, так і розроблених користувачами системних методів і алгоритмів управління трафіком (ТЕ, traffic engineering), пов'язаних з оптимізацією робочих характеристик мереж, котрі включають технологію і наукові принципи вимірювання, моделювання, опису і управління трафіком для отримання необхідних робочих характеристик [1]. ТЕ включає набір взаємозв'язаних мережевих елементів, систему моніторингу стану мережі, і набір засобів управління конфігурацією як відгук на поточний стан мережі, і дозволяє превентивно, використовуючи прогнозування стану і тенденцій розвитку трафіка, робити дії, що запобігають небажаним майбутнім станам. ТЕ орієнтовано на мінімізацію втрат пакетів і затримок, оптимізацію пропускну здатності і узгодження якнайкращого рівня послуг. Смуга пропускання є критичним ресурсом сучасних ІТМ. Отже, центральною функцією ТЕ є ефективне управління пропускну здатністю за рахунок оптимального розподілу трафіку на комутаційних вузлах. В даний час в ІТМ використовуються різні методи ТЕ. Більшість з них припускає можливість зовнішньої параметризації, тобто передачі параметрів трафіка безпосередньо використовуваним алгоритмам управління. Деякі з методів, як, наприклад, метод мультипротокольної комутації пакетів по мітках (MPLS, MultiProtocol Label Switching), що дозволяє інкапсулювати різні

протоколи передачі даних і незалежний від яких-небудь протоколів механізмів передачі даних, допускають модифікацію або заміну алгоритмів управління, що входять в технологію управління, котра реалізується [2]. Крім того, слід відмітити, що на сьогодні існує багато методів, що могли б суттєво доповнити інформаційну технологію ТЕ у нестандартних випадках [3 – 11, 15]. Тому вирішення задачі аналізу процесу взаємодії технічних і програмних засобів при застосуванні різних методів та алгоритмів управління розподілом трафіка інформаційно-телекомунікаційної мережі є актуальним напрямом досліджень.

**Метою даної статті** є проведення аналізу питань взаємодії технічних і програмних засобів при застосуванні різних методів та алгоритмів управління розподілом трафіка та розробка схеми організації збору, обробки та передачі інформації в системі управління, котра надає можливість модифікації процесу на рівні системних регуляторів.

### Математична модель технічної структури мережі

У сучасних ІТМ користувач може здійснити модифікацію програмних засобів управління ПД на двох рівнях управління потоками даних на рівні регулювання доступу при отриманні запиту на передачу даних мережею (U1) і на рівні регулювання мережевих ресурсів, що виділяються запиту, при його проходженні по мережі (U2) [7].

Нижній рівень управління (U2) припускає використання алгоритмів управління, в які передаватимуться оцінки параметрів ПД, отримані за допомогою методів, що враховують характерні особливості даних потоків. Для отримання оцінок параметрів ПД на цьому рівні можна використовувати вже відомі методи, що були наведені в попередніх роботах, наприклад:

– метод оцінки розмірів буферів фільтрації комунікаційного устаткування, що дозволяє підвищити пропускну здатність віртуальних каналів за рахунок зменшення затримки, котра викликається підтвердженнями про передачу пакетів, що чекають в чергах комунікаційного устаткування шляхом вибору оптимального розміру буферів фільтрації для інтегральних потоків даних, що обслуговуються віртуальним каналом [12];

– метод синтезу стійкої оцінки функції щільності розподілу трафіку, що створюється інтегральним потоком даних, що дозволяє отримати у разі фрактального характеру трафіку оцінки параметрів управління адекватніші реальним, ніж в аналогічних методах [13];

– методи управління перерозподілом пропускну здатності віртуального з'єднання з урахуванням пріоритетів і конкуренції між інтегральними потоками даних при динамічному резервуванні пропускну здатності [13, 14].

Послідовне застосування наведених вище та аналогічних методів дозволяє отримати оцінки параметрів управління, адекватні параметрам ПД, і передати їх алгоритмам ТЕ, котрі входять до складу системних регуляторів пріоритетів і пропускну здатності, що дозволить здійснити параметричну оптимізацію управління ПД на рівні регулювання виділення потокам мережевих ресурсів у вузлах мережі.

На верхньому рівні управління (U1) передбачається в складі ТЕ використовувати методи управління ПД, такі як, наприклад.

– метод визначення профілю навантаження ланки інформаційно-телекомунікаційних мережі, котрий на основі аналізу пропускну здатності ланки і розрахунку статистичних характеристик обслуговуваних ПД дозволяє розрахувати профіль навантаження при заданих вимогах до якості обслуговування [140];

– метод динамічного управління розподілом навантаження віртуальних з'єднань, що забезпечують проходження ПД, котрий враховує при прогнозуванні фрактальний характер створюваного трафіку; метод передбачається використовувати на рівні регулятора доступу ІТМ при створенні або модифікації системи віртуальних каналів між вузлами мережі [14].

Методи, задіяні при управлінні на рівнях U1 і U2, орієнтовані на використання відповідного комплексу математичних моделей, що враховують особливості ПД та дозволяють на базі невеликої кількості відліків трафіка [14]. Дані моделі можуть бути також використані регулятором доступу ІТМ на етапі формування і модифікації параметрів віртуальних каналів. Фрагмент схеми взаємодії технічних і програмних засобів при управлінні на комутаційному вузлі ІТМ показаний на рис. 1.

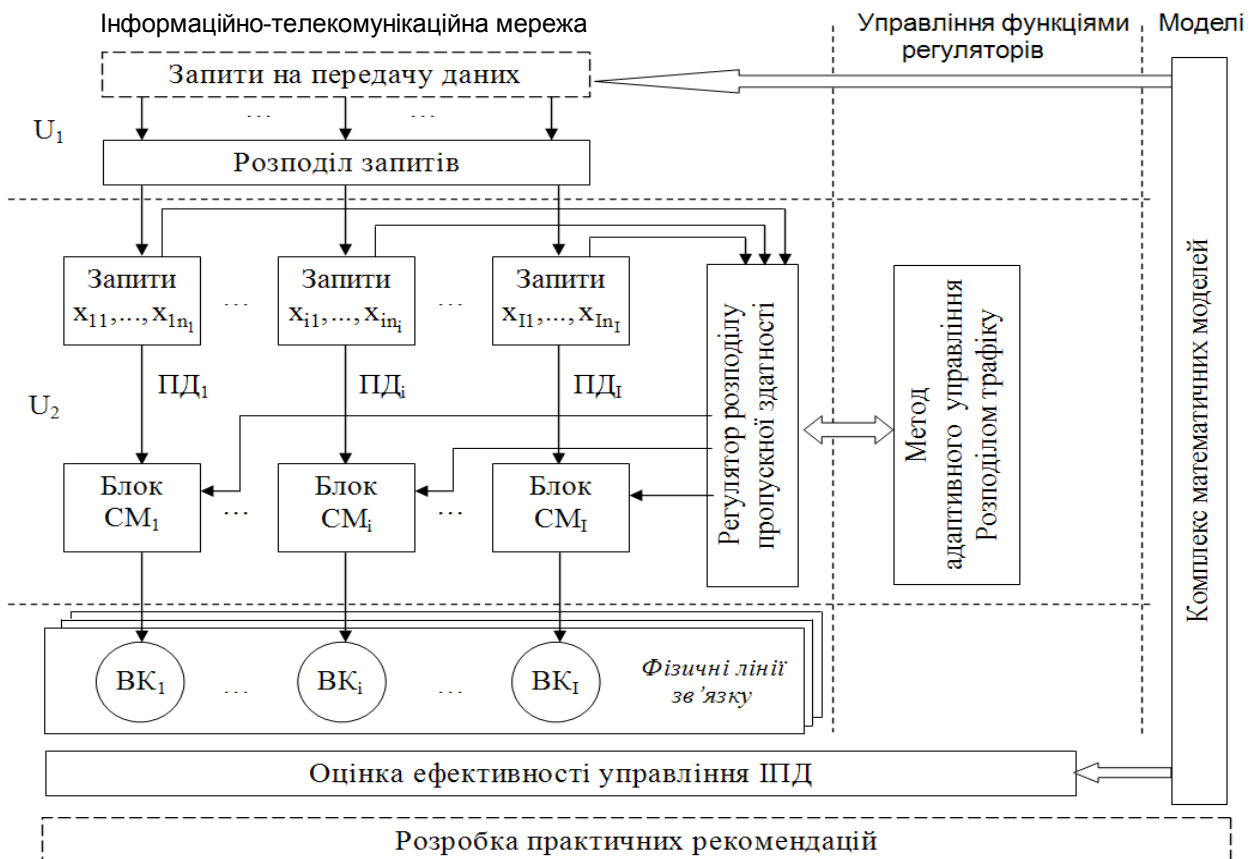


Рис. 1. Схема організації збору, обробки та передачі інформації в системі управління ТЕ

Запропонована інформаційна технологія адаптивного управління розподілом трафіку була використана при організації збору, обробки та передачі інформації про повітряну обстановку АС “Украєрорух”.

Експериментальне застосування алгоритму інформаційної технології адаптивного управління розподілом мережевого трафіка показало, що при її використанні підвищується оперативність передачі

інформації в інформаційно-телекомунікаційних мережах АСУ складними розподіленими об’єктами на авіаційному транспорті.

Так, на рис 2 ми бачимо, що при підвищенні відносних обсягів переданої фрагментом АСУ інформації загальний відносний час при використанні адаптивної технології (криві 2, 4) зменшується до 15% порівняно з використанням традиційних методів ТЕ (криві 1, 3).

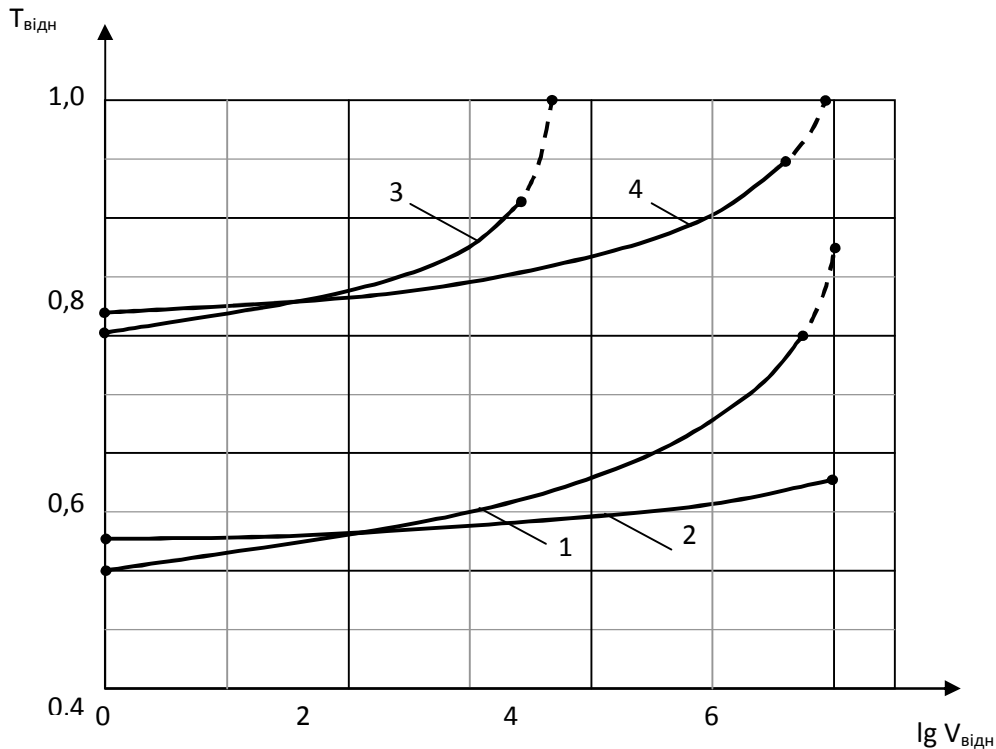


Рис. 2. Аналіз залежності відносного часу доставки повідомлень від завантаження ІТМ для двох варіантів структури (пунктирна лінія – порушення часових вимог до доставки повідомлень)

В результаті проведеного аналізу запропонованої інформаційної технології адаптивного управління розподілом трафіка як на реальних ІТМ, так і при використанні відповідних імітаційних моделей, можна зробити такі висновки щодо залежності якості управління від виду трафіка:

– при невеликому завантаженні мережі (до 20% від можливої), невеликому значенні берстності (у межах від 1 до 2) і показником Херста, близьким до 0,5 запропонована інформаційна технологія не дає виграшу по оперативності в порівнянні з використанням стандартних засобів управління інтегральними потоками даних (ІПД) в ІТМ, але при збільшенні завантаження мережі і показника Херста ( $H_{\text{сер}} > 0,6$ ) дозволяє підвищити оперативність передачі інформації до 12%, а також збільшити допустимий об’єм переданої інформації (при гарантованому дотриманні вимог до своєчасності передачі повідомлень) до 10% в порівнянні з використанням стандартних засобів управління ІПД в ІТМ;

– при порушеннях топології мережі, що призводить до появи критичних ділянок, запропонована інформаційна технологія ефективніше за стандартну при завантаженні мережі більше 10% і дозволяє підвищити оперативність передачі інформації до 15% при дотриманні вимог до своєчасності передачі повідомлень.

## Висновки

У статті проаналізовані питання взаємодії технічних і програмних засобів при застосуванні різних методів та алгоритмів управління розподілом трафіка.

Запропоновано схему організації збору, обробки та передачі інформації в системі управління, котра дозволяє модифікацію процесу на рівні системних регуляторів.

Проведено експериментальні дослідження, які показали доцільність застосування адаптивної технології управління трафіком, яка враховує взаємо-

дію технічних та програмних засобів інформаційно-телекомунікаційної мережі.

Отримані в розділі результати можна розглядати як основу для вирішення завдань синтезу програмно-апаратного середовища інформаційно-телекомунікаційної мережі, яка використовує як стандартні, так і розроблені користувачами системні методи і алгоритми технології управління traffic engineering, пов'язані з оптимізацією робочих характеристик мереж, котрі можуть включати окремі інформаційні технології і наукові принципи вимірювання, моделювання, опису і управління трафіком для отримання необхідних робочих характеристик мережі, а також безпосередньо здійснювати адаптивне управління трафіком.

### Список літератури

1. Agarwal S. Traffic engineering in software defined networks / S. Agarwal, M. Kodialam, T.V. Lakshman [Text] // INFOCOM, 2013 Proceedings IEEE. – IEEE, 2013. – P. 22.11-22.19.
2. Baki A.K.M. Continuous monitoring of smart grid devices through multi protocol label switching [Text] / A.K.M. Baki // IEEE Transactions on Smart Grid. – 2014. – Vol. 5, № 3. – P. 12.10-12.15.
3. Поштаренко В.М. Обеспечение качества обслуживания на критических участках мультисервисной сети [текст] / В.М. Поштаренко, А.Ю. Андреев, М. Амаль // Вісник Національного технічного університету. – 2013. – № 60. – С. 94-100.
4. Кучук Г.А. Синтез стратифікованої інформаційної структури інтеграційної компоненти гетерогенної складової Єдиної АСУ Збройними Силами України [Текст] / Г.А. Кучук, О.П. Давікоза // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2013. – № 3. – С. 154-158.
5. Бахарева, Н.Ф., Аппроксимативные методы и модели массового обслуживания. Исследование компьютерных сетей [Текст] / Н.Ф. Бахарева, В.Н. Тарасов. – Самара : Изд-во СНЦ РАН, 2011. – 327 с.
6. Network of Information (NetInf)–An information-centric networking architecture [Text] / C. Dannewitz, D. Kutscher, B. Ohlman, S. Farrell, B. Ahlgren, H. Karl // Computer Communications. – 2013. – Vol. 36, № 7. – P. 721-735.
7. Кучук Г.А. Математична модель технічної структури інформаційно-телекомунікаційної мережі [Текст] / Г.А. Кучук, В.В. Косенко, О.П. Давікоза // Системи обробки інформації. – Х.: ХУПС, 2013. – № 6. – С. 234-237.
8. Соколов, Н.А. Телекоммуникационные сети / Н.А. Соколов [Текст] – М.: Альварес Паблшинг, 2003, – 128 с.
9. Шелухин, О.И. Моделирование информационных систем [Текст] / О.И. Шелухин. – М.: Горячая линия-Телеком, 2012. – 516 с.
10. Талалаев, В.О. Мобільні телекомунікаційні мережі критичного застосування: інформаційно-понятійна модель предметної області [Текст] / В.О. Талалаев, Р.В. Грицький, С.В. Кучер // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. – 2006. – № 5 (17). – С. 185-192.
11. Тимофеев А. Мультиагентные технологии интеллектуального управления в телекоммуникационных системах и GRID-сетях [Текст] / А. Тимофеев // International Journal "Information Technologies & Knowledge". – 2012. – Vol.6, Number 1. – С. 66-74.
12. Кучук Г.А. Математична модель процесу заповнення буферів фільтрації комунікаційного обладнання мультисервісних мереж [Текст] / Г.А. Кучук, Ю.В. Стасев, В.К. Медведєв // Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил. – Х.: ХУПС. – 2007. – Вип. 3(15). – С. 120–123.
13. Кучук Г.А. Управління трафіком ланки мультисервісної мережі [Текст] / Г.А. Кучук // Авіаційно-космічна техніка і технологія : науковий журнал. – 2013. – № 10/107. – С. 236–239.
14. Кучук, Г.А. Інформаційні технології управління інтегральними потоками даних в інформаційно-телекомунікаційних мережах систем критичного призначення [Текст] / Г.А. Кучук. – Х.: ХУПС, 2013. – 264 с.
15. Schramm C. Application-oriented network modeling with mobile agents [Text] / C. Schramm, A. Bieszczad, B. Pagurek // Network Operations and Management Symposium, NOMS 98., IEEE. – IEEE, 1998. – Vol. 2. – P. 696-700.

Надійшла до редколегії 22.06.2016

Рецензент: д-р техн. наук, проф. І.В. Рубан, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків.

### ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ И ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПРИ УПРАВЛЕНИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ТРАФИКА

В.В. Косенко, Н.Г. Кучук

В статье проанализированы вопросы взаимодействия технических и программных средств при применении различных методов и алгоритмов управления распределением трафика. Предложена схема организации сбора, обработки и передачи информации в системе управления, которая позволяет модификацию процесса на уровне системных регуляторов. Проведены экспериментальные исследования, которые показали целесообразность применения адаптивной технологии управления трафиком, которая учитывает взаимодействие технических и программных средств информационно-телекоммуникационной сети.

**Ключевые слова:** информационно-телекоммуникационная сеть, трафик, traffic engineering, регулятор.

### INTERACTION HARDWARE AND SOFTWARE WHILE CONTROL TRAFFIC DISTRIBUTION

V.V. Kosenko, N.G. Kuchuk

The questions of interaction of hardware and software in the application of different methods and algorithms for traffic control division. The scheme of collecting, processing and transmitting information management system that allows modification process at the level of systemic regulator. Experimental studies that demonstrated the feasibility of adaptive traffic management technology that considers the interaction of hardware and software tools information and telecommunication network.

**Keywords:** information and telecommunication network, traffic, traffic engineering, regulator.