

Інформаційні технології

УДК 004.94

В.В. Косенко¹, Р.В. Артюх¹, О.Ю. Персіянова²¹ ДП "Харківський науково-дослідницький інститут технології машинобудування", Харків² ДП "ПІВДЕНДІПРОНДІАВІАПРОМ", Харків

УПРАВЛІННЯ РОЗПОДІЛОМ ТРАФІКУ ПІДМЕРЕЖ БАГАТОРІВНЕВОЇ АДАПТИВНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖИ

Стаття присвячена управлінню багаторівневими адаптивними інформаційно-телекомунікаційними мережами. Визначені основні принципи управління розподілом трафіку інформаційно-телекомунікаційної мережі. Сформульовані правила координації управління підмережами. Розглянуто завдання узгодження цілей управління підмережами. Обґрунтовано застосування адитивного показника якості роботи мережі, що використовує вагові коефіцієнти і показники якості роботи підмереж.

Ключові слова: інформаційно-телекомунікаційна мережа, управління трафіком, координація управління, узгодження цілей.

Вступ

На теперішній час створена й експлуатується велика кількість систем управління мережами, що дозволяє узагальнити результати їхньої роботи й виділити загальні для них переваги й недоліки. Як показує аналіз [1, 2], досить часто основні переваги багатьох систем управління - універсальність і багатофункціональність стають у спеціалізованих системах і їхніми основними недоліками. Це зв'язано, як правило, з необхідністю врахування специфіки роботи системи, що вимагає відповідних налаштувань мережі й методів управління її роботою. У зв'язку із цим актуальним є напрямок, пов'язаний з розробкою нових інформаційних технологій управління розподілом мережного трафіка, орієнтованих на рішення заданого набору прикладних завдань і забезпечення необхідної якості їхнього рішення при застосуванні універсальних багатофункціональних систем управління, зокрема в інформаційно-телекомунікаційних мережах [3, 4]. Таким чином, удосконалювання форм і автоматизації управління дозволять багаторазово підвищити ефективність застосування інформаційно-телекомунікаційних мереж.

Постановка проблеми. Підвищення ефективності застосування інформаційно-телекомунікаційних мереж повинне ґрунтуватися на розробці підходів до управління мережею, які сполучають урахування специфіки розв'язуваних завдань і можливості наявних систем управління. Методи управління складними інформаційно-телекомунікаційними мережами (ІТМ) мають врахувати декомпозицію мереж на підмережі. Тому методи управління ІТМ повинні врахувати особливості управління ієрархічними системами на основі загальних принципів управління роз-

поділом трафіку інформаційно-телекомунікаційної мережі: принцип декомпозиції; принцип координації управління роботою підмереж; принцип узгодження цілей управління підмережами. Таким чином, актуальною стає задача координації підмереж, забезпечення їх узгодженого функціонування, узгодження цілей управління підмережами. **Метою даної статті** є розробка математичних моделей і методу узгодженого управління розподілом трафіку багаторівневої інформаційно-телекомунікаційної мережі.

Результати досліджень

Координація управління підмережами повинна забезпечувати узгоджене за часом управління. Необхідність узгодження пов'язана як з різницею кроків управління підмережами по тривалості, так і з обмеженням автономності управління кожною підмережею, що не завжди дозволяє вибирати початок кроку управління незалежно від стану інших підмереж. Можливі випадки, коли не можна починати новий крок управління підмережею із-за змін в інших підмережах. Так, якщо міняються базові параметри мережі, то це може привести до зміни базових станів для окремих підмереж, до зміни їх базового підпростору, і, відповідно, до зміни параметрів і цілей оперативного управління цими підмережами. Отже, можна сформулювати правило координації управління під мережами.

Правило 1. При зміні базових станів мережі процеси оперативного управління в підмережах повинні бути зупинені до тих пір, поки не буде вирішено завдання налаштування мережі при нових базових параметрах.

Після рішення задачі настройки може починатися оперативне управління підмережами.

Правило 2. Якщо змінилися параметри потоків даних між підмережами без зміни базових параметрів мережі, то не потрібно міняти управління підмережами, необхідно визначити причину зміни параметрів потоків і усунути її.

Як правило, причинами можуть бути: помилкове управління, вихід з ладу устаткування, несанкціонована зміна базових параметрів мережі.

Узгодження цілей управління. Вище наголошувалося, що не завжди оптимальне управління вирішенням окремих завдань приводить до оптимальної роботи всієї мережі в цілому. Проте надзвичайно зручно знайти таку форму постановки часткових завдань, щоб їх можна було вирішувати автономно, але результати, що отримуються, приводили б до загальної мети, тобто до оптимізації інтегрованого цільового показника якості роботи мережі.

Якщо взяти до уваги можливість декомпозиції завдання управління, то можна відмітити, що узгодження цілей управління при рішенні завдань оперативного управління підмережами можливо в рамках загального функціонала якості управління, оскільки завдання незалежні [5, 6]. Природно, що заздалегідь необхідно вирішити задачу настройки мережі, де визначиться, як підмережі зв'язані один з одним, оскільки при настройці відбувається перерозподіл загальних ресурсів. В цьому випадку доцільно використовувати додаткові критерії і обмеження, що дозволяють ослабити взаємний вплив підмереж [7]. Можливим рішенням є виділення кожній підмережі певних ресурсів, так, щоб оптимізувати показники якості роботи мережі в цілому. Цілком прийнятним рішенням може бути застосування адитивного показника якості роботи мережі, що використовує вагові коефіцієнти і показники якості роботи під мереж:

$$GT^* = \sum_i e_i \cdot GT_i^*(UN_i^*), \quad (1)$$

де e_i – ваговий коефіцієнт для показника якості роботи i -й під мережі з відповідними параметрами налагодження. При автономній роботі підмереж, (1) дає можливість обчислити оптимальне значення показника якості роботи мережі при оптимальних значеннях показників якості роботи підмереж.

Нехай кількість різних видів ресурсів, які розподіляються між групами завдань, – R . Кількість типів завдань, позначимо T . Введемо матрицю розподілу ресурсів

$$RS = \parallel rs_{ij} \parallel, \quad i = \overline{1, T}, \quad j = \overline{1, R}, \quad (2)$$

де $rs_{ij} \in [0, 1]$ – частка ресурсу виду j , виділеного завданням типу i , а для елементів матриці RS повинні виконуватися умови:

$$1. \quad \forall j \in \overline{1, R} \quad \sum_{i=1}^T rs_{ij} = 1, \quad \text{тобто кожен ресурс повністю розподіляється між завданнями.}$$

$$2. \quad \forall i \in \overline{1, T} \quad \sum_{j=1}^R rs_{ij} \geq 0, \quad \text{тобто кожне завдання}$$

може отримувати частку кожного з ресурсів.

Матриця RS дозволяє встановити, як розподіляються ресурси між завданнями і є елементом множини параметрів управління. Формуючи матрицю RS можна управляти розподілом ресурсів при здійсненні оперативного управління підмережами.

У загальному випадку, завдання оперативного управління, що пов'язане з розподілом ресурсів, може бути сформульована таким чином. **Задано** кількість типів завдань, T ; кількість видів ресурсів, R ; множина максимальних значень ресурсів кожного виду; матриця розподілу ресурсів RS ; множина вагових коефіцієнтів для часткових завдань підмережі i ; множина вагових коефіцієнтів для показників якості вирішення часткових завдань на підмережі; множина вагових (вартісних) коефіцієнтів для ресурсів, що виділяються завданням. **Знайти:**

$$GT_i^*(RS) = \text{opt}_{RS} \left(\sum_{k=1}^T b_{1k} \left(\sum_{j=1}^Q a_{1ijk} \cdot q_{jk} \times \right. \right. \\ \left. \left. \times (QT_{1ijk}(S_{ik})) + \sum_{m=1}^R c_{km} \cdot (rt_m)(rs_{km}) \right) \right) \quad (3)$$

при заданій системі обмежень:

$$1) \quad (rt_j)(rs_{kj}) \geq rt_{kj}, \quad j = \overline{1, R}, \quad k = \overline{1, T},$$

$$2) \quad \sum_{k=1}^L (rs_{kj})(rt_j) \leq rt_j, \quad j = \overline{1, R}.$$

Метод управління розподілом трафіку. Проведені дослідження дозволяють сформулювати метод управління розподілом трафіку, як послідовність дій, котрі необхідно виконати при підготовці та вирішенні задач управління. Метод включає такі етапи: підготовка до рішення завдань управління; рішення задачі настройки мережі; вирішення завдань оперативного управління; корекція завдань настройки і оперативного управління.

Метод передбачає виконання всіх обмежень, умов і правил, визначених вище. Після проведення перерахованих підготовчих робіт можна переходити до вирішення завдань управління розподілом трафіку. На етапі вирішення завдання настройки мережі виконуються такі кроки:

1. Визначення конкретних показників якості настройки мережі.

2. Формування і розрахунок параметрів потоків даних ієрархічної інформаційної структури мережі.

3. Визначення складу устаткування мережі.

4. Формування технічної структури мережі. В результаті виконання даного кроку формується множина значень базових параметрів мережі, також формується структура базової мережі, крім того, виділяються підмережі і їх склад.

Далі йде етап вирішення завдань оперативного управління, що припускає такі кроки.

1. Визначення показників якості роботи підмереж. На цьому кроці формується множина показників якості роботи для кожної підмережі.

2. Постановка часткових завдань оперативного управління для підмереж.

3. Вирішення завдань оперативного управління з використанням запропонованих методів.

1. Етап корекції завдань настройки і оперативного управління виникає у разі зміни базових параметрів мережі, що може заважати перенастроюванню і виробленню нових підходів до вирішення завдань оперативного управління.

Після вирішення цих завдань здійснюється перехід на етапи управління, що описані вище.

Висновки

Розглянуті цілі і завдання управління розподілом трафіку з урахуванням специфіки роботи додатків (завдань) і вимог до характеристик їх роботи, що є ознакою адаптивності мережі. Показані можливості декомпозиції мережі шляхом виділення окремих підмереж. Досліджені завдання координації при управлінні підмережами, що дозволило сформулювати правила координації управління, які дають можливість прийняти обґрунтовані рішення при управлінні підмережами. Для узгодження цілей управління запропоновано використовувати адитивні функціонали якості управління всією мережею, що включають зважені функції якості управління окремими підмережами. Це дозволяє локалізувати завдання оперативного управління. Перераховані результати дають можливість звести загальне завдання управління розподілом трафіку до сукупності завдань управління підмережами, з виконанням вимог до показників якості роботи як всієї мережі, так і окремих підмереж.

Розроблений метод застосування запропонованих математичних моделей для розрахунку параметрів потоків даних і характеристик роботи мережі при

практичній реалізації методів і принципів управління мережею. Метод визначає послідовність і склад дій мережі при вирішенні завдань настройки і оперативного управління. Всі дії згруповані по етапах, що дозволяє рознести їх в часі, забезпечити узгоджене застосування отриманих теоретичних результатів.

Результати роботи можуть бути використані при проектуванні складних багаторівневих адаптивних ІТМ та розробки методів управління трафіком окремих підмереж та мережі в цілому.

Список літератури

1. Теленик С.Ф. *Моделі управління розподілом обмежених ресурсів в інформаційно телекомунікаційній мережі АСУ* / С.Ф. Теленик, О.І. Ролік, М.М. Букасов // *Вісник НТУУ «КПІ». Інформатика, управління та обчислювальна техніка.* — 2006. — № 44. — С. 234–239.
2. Wang P., Robins G., Matous P. *Multilevel Network Analysis Using ERGM and Its Extension // Multilevel Network Analysis for the Social Sciences.* — Springer International Publishing, 2016. — С. 125-143.
3. Кучук Г.А. *Синтез стратифікованої інформаційної структури інтеграційної компоненти гетерогенної складової Єдиної АСУ Збройними Силами України* / Г.А. Кучук, О.П. Давікоза // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України.* — 2013. — № 3. — С. 154-158.
4. Nunes, B. A. A., Mendonca, M., Nguyen, X. N., Obraczka, K., & Turletti, T. (2014). *A survey of software-defined networking: Past, present, and future of programmable networks.* *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, 16(3), 1617-1634.
5. Толубко В. Б. и др. *Багатокритеріальна оптимізація параметрів програмно-конфігурованих мереж // Телекомунікаційні та інформаційні технології.* — 2015. — № 4. — С. 6 – 11.
6. Кучук Г.А. *Метод оцінки характеристик АТМ-трафіка* / Г.А. Кучук // *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті,* — 2003. — № 6. — С. 44-48.
7. Çetinkaya E. K. et al. *Multilevel resilience analysis of transportation and communication networks // Telecommunication Systems.* — 2015. — Т. 60. — №. 4. — С. 515-53.

Надійшла до редакції 2.10.2016

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

УПРАВЛЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕМ ТРАФИКА ПОДСЕТЕЙ МНОГОУРОВНЕВОЙ АДАПТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОМУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

В.В. Косенко, Р.В. Артюх, Е.Ю. Персиянова

Статья посвящена управлению многоуровневыми адаптивными информационно-телекоммуникационными сетями. Определены основные принципы управления распределением трафика информационно-телекоммуникационной сети. Сформулированы правила координации управления подсетями. Рассмотрена задача согласования целей управления подсетями. Обосновано применение аддитивного показателя качества работы сети, который использует весовые коэффициенты и показатели качества работы подсетей.

Ключевые слова: информационно-телекоммуникационная сеть, управление трафиком, координация управления, согласование целей.

ADAPTIVE MULTILEVEL INFORMATION-TELECOMMUNICATION NETWORK SUBNET TRAFFIC MANAGEMENT DISTRIBUTION

V.V. Kosenko, R.V. Artyukh, O.Yu. Persyanova

The article is devoted to management of adaptive multilevel information and telecommunications networks. The basic principles for controlling the distribution of traffic of information and telecommunications network are identified. The rules for subnets management coordination are formulated. The problem of matching subnet management is examined. The applying of the additive index of the quality of the network, which uses weights and indicators of the quality of subnets is substantiated.

Keywords: information-telecommunication network, traffic management, coordination, harmonization purposes.