

## ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ МЕТОДІВ МАРШРУТИЗАЦІЇ

*Проведено порівняльний аналіз найбільш популярних на даний час протоколів маршрутизації. Визначено найбільш ефективний метод маршрутизації для мереж передавання даних, призначених для експлуатації в екстремальних умовах. Згідно з проведеним аналізом методів маршрутизації зроблені рекомендації із застосовності даних методів для різних мереж.*

### Постановка проблеми в загальному вигляді

Одним з основних завдань, що стоять перед розроблювачами на кінцевому етапі створення нових і удосконалення старих мереж передавання даних (МПД) є завдання вибору методу маршрутизації інтегрального потоку. Рішення цього завдання залежить від проведення детального аналізу найбільш широко застосовуваних методів маршрутизації інтегрального потоку, а саме методів протоколів RIP і OSPF. Це особливо важливо при дослідженні МПД, призначених для експлуатації в екстремальних умовах, наприклад мереж військового призначення. У зв'язку з цим очевидна необхідність проведення порівняльного аналізу характеристик методів маршрутизації протоколів RIP і OSPF.

### Аналіз літератури

З аналізу літератури видно, що в даний час порівняльний аналіз методів маршрутизації протоколів RIP і OSPF проводиться недостатньо глибоко, без урахування взаємозв'язку порівнюваних характеристик. Так, із проведених раніше досліджень випливає, що з огляду на труднощі, пов'язані з формалізацією, така важлива характеристика, як час збіжності, залишається практично без уваги [1 – 6]. Це дозволяє зробити висновок про необхідність більш заглибленого порівняльного аналізу методів маршрутизації протоколів RIP і OSPF з урахуванням взаємозв'язку порівнюваних характеристик.

**Мета статті** – провести порівняльний аналіз методів RIP і OSPF та виробити рекомендації з застосовності даних методів для різних МПД.

### Порівняльний аналіз методів RIP і OSPF

Для аналізу методів маршрутизації протоколів RIP і OSPF скористаємося характеристиками, що є найбільш істотними при формуванні та поширенні таблиць маршрутизації, які регламентують можливість і порядок обміну даними між центрами комутації пакетів (ЦКП) МПД. Однією з найбільш важливих характеристик МПД є затримка, необхідна для доставлення пакета від джерела до місця при-

значення. Більше того, результати дослідження затримки в мережі впливають на вибір і роботу, як мережних протоколів, так і методів маршрутизації інформаційних потоків, які використовуються в ній. З цієї причини важливо зрозуміти, яким чином затримка взаємопов'язана з характеристиками мережі передавання даних.

Пропускна здатність мережного пристрою – об'єм інформації, переданий в одиницю часу, залежить від типу і стану конкретного мережного пристрою, а також від ряду зовнішніх факторів. Узагальнена формула пропускної здатності мережного пристрою має вигляд

$$p_{мп} = F(\theta_{тмп}, \theta_{смп}, H_{мзф}), \quad (1)$$

де  $\theta_{тмп}$  – тип мережного пристрою;

$\theta_{смп}$  – стан мережного пристрою;

$H_{мзф}$  – множина зовнішніх факторів.

Під коефіцієнтом завантаження мережного пристрою розуміється та частина пропускної здатності мережного пристрою, яка в даний момент часу безпосередньо зайнята передачею пакетів:

$$k_{мп} = t_{мп} \frac{p_{мп}}{l_p}, \quad (2)$$

де  $t_w$  – час передачі пакета даних через мережний пристрій;

$l_p$  – об'єм пакета даних, переданого по мережі.

Коефіцієнт завантаження мережного пристрою визначається виразом [7]:

$$k_{мп} = k_u + k_m, \quad (3)$$

де  $k_u$  – коефіцієнт завантаження мережного пристрою, яке створюється розподіленими потоками даних;

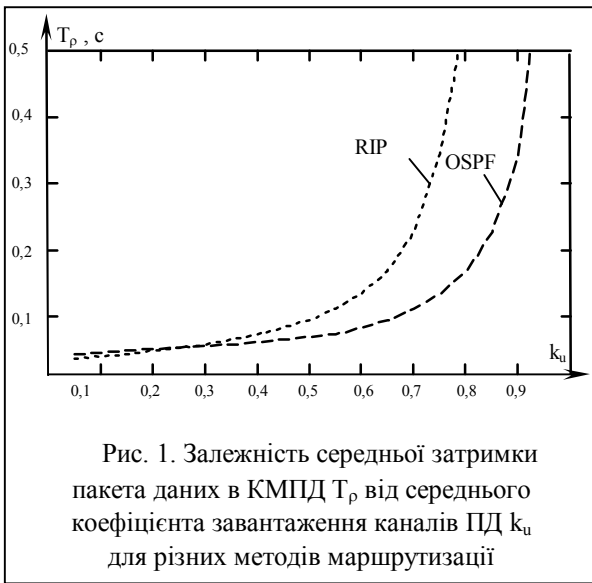
$k_m$  – коефіцієнт завантаження мережного пристрою, яке створюється потоками службової інформації.

Кількісна оцінка затримки пакета даних на маршруті з використанням методів маршрутизації потоків, які ґрунтуються на комутації пакетів, може бути

розрахована в такий спосіб. Вважаючи, що пакет проходить через  $S_{МП}$  мережних пристроїв, вираз для визначення затримки пакета на маршруті у МПД із комутацією каналів має вигляд [5]

$$T_p = \sum_{i=1}^{S_{МП}} \frac{l_p}{P_{МПi} P_{МПi} k_{МПi}}. \quad (4)$$

При допущенні, що всі мережні пристрої має однакову пропускну здатність, а також пакети розподілених потоків даних однакового обсягу, використовуючи вирази (1) – (4), визначимо залежність затримки пакета даних від коефіцієнта завантаження мережного пристрою, яке створюється розподіленими потоками даних, для методів маршрутизації протоколів RIP і OSPF. Ця залежність наведена на рис. 1.



Аналіз кривих, наведених на рис. 1, показав, що метод маршрутизації протоколу RIP забезпечує меншу середню затримку пакета даних у МПД порівняно з методом протоколу OSPF для значень коефіцієнта мережних пристроїв  $k_u = 0 \dots 0,2$ . Це пояснюється наявністю додаткового завантаження мережних пристроїв  $k_c$ , яке створюється потоками службової інформації, що виникають при застосуванні динамічних методів маршрутизації.

Для значень середнього коефіцієнта завантаження мережних пристроїв  $k_u = 0,4 \dots 0,9$  найменшу середню затримку пакета даних у МПД забезпечує метод маршрутизації протоколу OSPF, що дозволяє враховувати поточне значення завантаження мережних пристроїв у ході маршрутизації інформаційних потоків. Причому метод стану зв'язків протоколу OSPF враховує стани всіх проміжних ЦКП, що зменшує час очікування пакета даних у черзі при виникненні блокувань каналів ПД.

Під часом збіжності розуміють інтервал часу від моменту початку поширення довільним ЦКП (мар-

шрутизатором) службової інформації (всієї або частини таблиці маршрутизації) до моменту одержання цієї інформації самим вилученим стосовно до джерела ЦКП.

$$T_{зб} = \max(T_{gq}), \quad (6)$$

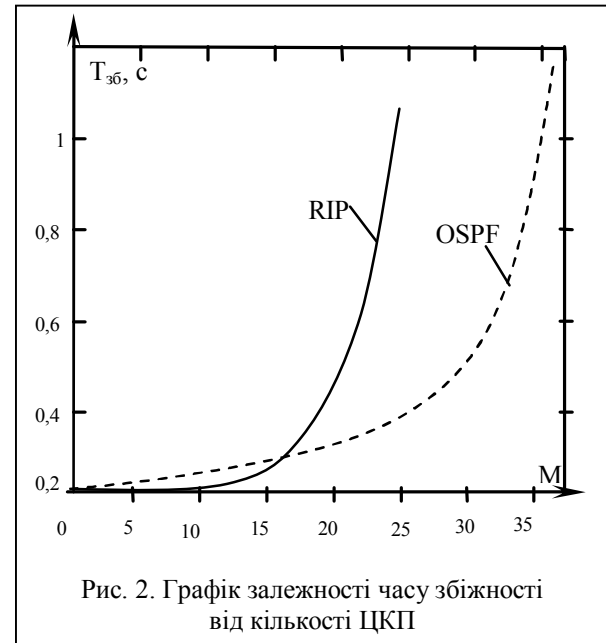
де  $(T_{gq})$  – діагональна матриця мінімальних затримок передавання пакета від ЦКП  $g$  у ЦКП  $q$ ,  $g = \overline{1, M}$ ,  $q = \overline{1, M}$ ;

$M$  – кількість ЦКП (маршрутизаторів) МПД.

Діагональна матриця мінімальних затримок передавання пакета має вигляд

$$(T_{gq}) = \begin{pmatrix} 0 & t_{1,2} & t_{1,3} & \dots & t_{1,M-1} & t_{1,M} \\ & 0 & t_{2,3} & \dots & t_{2,M-1} & t_{2,M} \\ & & & \dots & & \\ & & & & 0 & t_{M-2,M-1} & t_{M-2,M} \\ & & & & & 0 & t_{M-1,M} \\ & & & & & & 0 \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Графік залежності часу збіжності від кількості ЦКП при коефіцієнті завантаження, рівному 0,6, наведений на рис. 2.



Аналіз кривих на рис. 2 показав, що метод протоколу OSPF при значеннях  $M = 1 \dots 14$  за часом збіжності поступається методу протоколу RIP. Однак при подальшому збільшенні кількості ЦКП (маршрутизаторів) до  $M = 14 \dots 35$  час збіжності при застосуванні методу протоколу RIP у 2 – 4,5 рази перевищує час збіжності при застосуванні методу протоколу OSPF. Очевидно, що для створення МПД, ори-

ентованих на розширення в подальшому, а також призначених для експлуатації в умовах частих виникнень відмов, більш раціонально використовувати метод протоколу OSPF.

Найважливішою характеристикою МПД є оперативність обміну інформацією:

$$K_{\text{оп}}^{(\gamma)} = \frac{1}{k_n} \frac{1}{T_p^{(\gamma)}}, \quad (8)$$

де  $k_n$  – коефіцієнт нормування;

$T_p^{(\gamma)}$  – середня затримка пакета даних у МПД для розподілу потоків  $\gamma$ , який визначається залежно від використовуваного методу.

Графіки залежностей нормованого коефіцієнта оперативності обміну інформацією в МПД  $K_{\text{оп}}^{(\gamma)}$  від значень сумарної інтенсивності розподілених потоків даних  $c_u$  і середнього коефіцієнта завантаження мережних пристроїв  $k_{\text{мп}}$  для різних методів маршрутизації наведені на рис. 3.

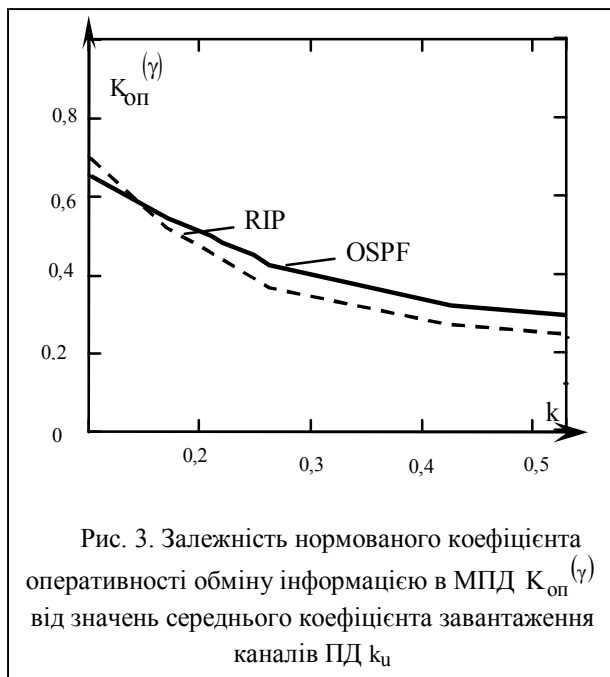


Рис. 3. Залежність нормованого коефіцієнта оперативності обміну інформацією в МПД  $K_{\text{оп}}^{(\gamma)}$  від значень середнього коефіцієнта завантаження каналів ПД  $k_d$

Аналіз графіків на рис. 3 показав що при невисокому коефіцієнті завантаження мережних пристроїв  $k_{\text{мп}} \leq 0,25$ , а також при значеннях сумарної інтенсивності інтегральних потоків даних  $c_u \leq 53176$  біт/с метод протоколу RIP має більш високий нормований коефіцієнт оперативності, ніж метод протоколу OSPF.

Однак при подальшому збільшенні значень сумарної інтенсивності інтегральних потоків даних  $c_u \geq 53176$  біт/с і, відповідно, збільшенні коефіцієнта завантаження мережних пристроїв  $k_{\text{мп}} \geq 0,25$

нормований коефіцієнт оперативності значно підвищується при використанні методу протоколу OSPF.

## Висновки

Відповідно до проведеного аналізу методів маршрутизації, можна зробити наступні рекомендації щодо застосування даних методів для різних МПД:

для створення великих мереж, що розвиваються, раціональніше використовувати метод маршрутизації протоколу OSPF тому, що він забезпечує низьку затримку пакета даних, менший час збіжності і більш високий нормований коефіцієнт оперативності при високих значеннях сумарної інтенсивності інтегральних потоків та високому коефіцієнті завантаження мережних пристроїв;

для створення малих локальних мереж з кількістю проміжних ЦКП в одному маршруті не більше 16 і загальною кількістю підтримуваних маршрутів не більше 25 раціональніше застосовувати метод протоколу RIP, який забезпечує при дотриманні вищезгаданих умов кращі значення характеристик мережі.

Проведений аналіз дозволив виробити рекомендації щодо застосування всіх розглянутих методів маршрутизації; переконатися, що всі методи залежать від того, наскільки ефективно реалізована в них маршрутизація службової інформації. Найбільш перспективними методами маршрутизації, з погляду поширення службової інформації, є методи станів зв'язку. Підтвердженням цьому є використання цих методів не тільки в цивільних мережах, але й у МПД західних країн.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Блэк Ю. Сети ЭВМ. Протоколы, стандарты, интерфейсы. – М.: Мир, 1990. – 320 с.
2. Кучук Г.А. Моделирование трафика изолированно-пульсирующего источника / Г.А. Кучук // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ, 2004. – Вип. 1. – С. 168-173.
3. Black U. Emerging Communications Technologies // Prentice Hall Professional, 1997. – 768 p.
4. Кульгин М.Б. Коммутация и маршрутизация IP/РХ трафика. – М.: Компьютер-пресс, 1998. – 324 с.
5. Кучук Г.А. Фрактальный гауссовский шум в трафиковых трассах // Системи обробки інформації. – Х.: ХВУ, 2004. – Вип. 3. – С. 91-99.
6. Эффективность и надежность в технике: Справочник в 10 томах / Под ред. В.Ф. Уткина, Ю.В. Крючкова. – М.: Машиностроение, 1988. – Т. 3. – С. 127 – 140.

Надійшла 04.10.2005

Рецензент: д-р техн. наук професор В.А. Краснобаев, Харківський університет Повітряних Сил.