

DOI: 10.20535/2411-1031.2018.6.1.153212

УДК 621.391::004.728.4

ВЛАДИСЛАВ ГОЛЬ,
ВЛАДИСЛАВ ТИЧИНСЬКИЙ

МЕТОДИКА РЕДІСТРИБ'ЮЦІЇ МАРШРУТІВ В БАГАТОПРОТОКОЛЬНИХ МЕРЕЖАХ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ

Наразі спостерігається інтенсивний розвиток корпоративних мереж різноманітної конфігурації з використання різних протоколів маршрутизації. Одночасно зростає роль телекомунікаційної мережі спеціального призначення, яка широко застосовується як в інтересах державних структур, так і має значний потенціал для задоволення корпоративних інтересів. Однак, налаштування їх спільного використання потребує узгодження (редістріб'юції) протоколів маршрутизації, що займає значного часу в адміністраторів мереж. При цьому, як правило, адміністратори не виконують розрахунку метрики складеного маршруту і значення встановлюються за замовчуванням, що призводить до некоректного встановлення метрики з невідповідністю дійсній вартості маршруту. Для вирішення даної проблеми, а саме забезпечення формування раціональних значень метрик маршрутів при виконанні їх редістріб'юції між автономними системами в багатопротокольних мережах передачі даних за допомогою емулятору відтворено дві мережі з 50 маршрутизаторами, де використовуються різні протоколи маршрутизації та зроблений детальний аналіз метрики. Під метрикою розуміється умовна вартість, яка використовується маршрутизаторами для вибору оптимального маршруту за наявності двох і більше різних маршрутів до кінцевої мережі, у тому числі з використанням різних протоколів маршрутизації. Адміністративна відстань – це параметр, який характеризує надійність джерела інформації про маршрут. Кожному протоколу маршрутизації призначається пріоритет надійності (достовірності), від максимального до мінімального, вказаний за допомогою значення адміністративної відстані. Процес розрахунку метрики суттєво відрізняється для різних протоколів маршрутизації. Є протоколи, де значення метрики визначається простим підрахунком кількості переприйомів до кінцевої мережі, а є такі, де розрахунок проводиться за допомогою п'яти параметрів, а саме: пропускної спроможності, затримки, надійності, завантаженості та розміру корисного навантаження. У результаті проведених досліджень визначено реальні значення метрик маршрутів з різними протоколами маршрутизації та кількість маршрутизаторів, що застосовуються. Це дозволило запропонувати узагальнюючу формулу розрахунку раціональної метрики та алгоритм дій адміністратора для коректного налаштування взаємодії мереж з різними протоколами маршрутизації і структурою. Застосування алгоритму дозволяє забезпечити формування раціональних значень метрик маршрутів при виконанні їх редістріб'юції між автономними системами в багатопротокольних мережах передачі даних.

Ключові слова: протоколи маршрутизації, метрика маршрутів, редістріб'юція, автономна система, телекомунікаційна мережа, маршрутизатор.

Постановка проблеми. Мережі операторів телекомунікацій, що надають послуги мереж з комутацією пакетів, будуються з використанням протоколів маршрутизації, зокрема *OSPF* та *BGP* [4]. Однак, користувачі, які отримують послуги таких мереж, можуть використовувати у власних фрагментах мереж інші, відмінні протоколи, наприклад: *EIGRP*, *RIP*, *IS-IS*. У цьому випадку необхідно вирішувати питання сполучення фрагментів мереж оператора та користувача у сенсі взаємодії протоколів маршрутизації. Найбільш простим та ефективним засобом реалізації даного завдання є використання режиму редістріб'юції (команда *CISCO IOS – redistribute*). Застосування даного режиму пов'язане з доволі

серйозними обмеженнями, які впливають на розрахунок значень метрики маршрутів. Зокрема, проста редистрибуція (без врахування структури та розмірів фрагментів, що сполучаються) може призводити до некоректного вибору найкращих маршрутів при формуванні таблиць маршрутизації між автономними системами (АС), які мають різні налаштування. Вирішення даного питання можна досягнути шляхом дослідження різних варіантів протоколів маршрутизації, структури та розмірів фрагментів мереж, які сполучаються. Тому потрібно розробити методіку, використання якої дозволить адміністраторові мережі формулювати чіткі рекомендації щодо вибору аргументів команд редистрибуції. Однак, її розробленню мають передувати рішення таких проміжних завдань:

1. Створення моделей АС з різними протоколами маршрутизації.
2. Проведення налаштування маршрутизатору, що здійснює редистрибуцію.
3. Дослідження значень метрик маршрутів при зміні структури, середовища передачі та розмірів мережі.
4. Визначення системності у змінах структури, середовища передачі, розмірів мережі шляхом аналізування отриманих значень метрик маршрутів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Зазначеним проблемам останнім часом у науково-технічній літературі приділялось недостатньо уваги, але актуальність даної тематики підкреслюється низкою наукових досліджень, зокрема [1–7].

Метою статті є формування раціональних значень метрик маршрутів при виконанні їх редистрибуції між АС в багатопротокольних мережах передачі даних.

Викладення основного матеріалу дослідження. Для вирішення поставленого завдання, щодо досягнення раціональних значень метрик маршрутів при виконанні редистрибуції в багатопротокольних мережах передачі даних враховані такі характеристики мережі (ліній зв'язку) як пропускна здатність (ширина частотної смуги пропускання); час затримки пакетів, надійність функціонування, ефективна пропускна здатність (завантаженість), максимальна величина корисного навантаження, що передається за одну ітерацію (*maximum transmission unit, MTU*) [8].

Для налаштування маршрутизатора редистрибуції, тобто з'єднаного маршрутизатору між мережами з різними протоколами маршрутизації, використовується команда *redistribute*. Для редистрибуції з протоколу *EIGRP* в *OSPF* та *OSPF* в *EIGRP* команди виглядають наступним чином:

1. *redistribute OSPF (<1-65535> Process ID) metric (1-4294967295> Bandwidth), (0-4294967295> EIGRP delay), (0-255> EIGRP reliability), (1-255> EIGRP Effective bandwidth), (1-65535> EIGRP MTU);*
2. *redistribute EIGRP (1-65535> AS) subnets.*

У даних командах існує можливість змінювати аргументи, що призводить до корегування значення метрик маршрутів, які охоплюють АС з різними протоколами маршрутизації. Дослідження показали, що при налаштуванні маршрутизатору редистрибуції за допомогою команди *redistribute* на значення метрики впливають лише два параметри, а саме пропускна здатність – *bandwidth* та затримка – *delay*. Налаштування адміністратором мережі числових значень цих параметрів дозволяє варіювати значеннями метрики маршрутів, але потрібно підібрати показники відповідно до структури мережі, кількості вузлів комутації в ній та типів протоколів маршрутизації, для яких виконується редистрибуція. У підсумку потрібно отримати метрики для маршрутів, сформованих в результаті редистрибуції, максимально наближених до значень, що характерні аналогічним (за структурою) маршрутам без редистрибуції.

В середовищі *Cisco Packet Tracer* були виконані моделі мереж з 50 маршрутизаторів, які з'єднані між собою в лінію, з використанням одного з протоколів маршрутизації (*RIP, OSPF* або *EIGRP*). Результати дослідження значень метрик маршрутів наведений в табл. 1.

Таблиця 1 – Значення метрики маршрутів для різної кількості переприйомів та протоколів маршрутизації *EIGRP*, *OSPF*, *RIP*

| EIGRP | | OSPF | | RIP | |
|-------------|---------|-------------|---------|-------------|---------|
| Маршрут | Метрика | Маршрут | Метрика | Маршрут | Метрика |
| Від 1 до 1 | 1 | Від 1 до 1 | - | Від 1 до 1 | - |
| Від 1 до 2 | Connect | Від 1 до 2 | Connect | Від 1 до 2 | Connect |
| Від 1 до 3 | 30720 | Від 1 до 3 | 2 | Від 1 до 3 | 2 |
| Від 1 до 4 | 33280 | Від 1 до 4 | 3 | Від 1 до 4 | 3 |
| Від 1 до 5 | 35840 | Від 1 до 5 | 4 | Від 1 до 5 | 4 |
| Від 1 до 6 | 38400 | Від 1 до 6 | 5 | Від 1 до 6 | 5 |
| Від 1 до 7 | 40960 | Від 1 до 7 | 6 | Від 1 до 7 | 6 |
| Від 1 до 8 | 43520 | Від 1 до 8 | 7 | Від 1 до 8 | 7 |
| Від 1 до 9 | 46080 | Від 1 до 9 | 8 | Від 1 до 9 | 8 |
| Від 1 до 10 | 48640 | Від 1 до 10 | 9 | Від 1 до 10 | 9 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| Від 1 до 48 | 145920 | Від 1 до 48 | 47 | Від 1 до 48 | 16 |
| Від 1 до 49 | 148480 | Від 1 до 49 | 48 | Від 1 до 49 | 16 |
| Від 1 до 50 | 151040 | Від 1 до 50 | 49 | Від 1 до 50 | 16 |

Виходячи зі значень, які наведені в табл. 1, очевидно, що кожен з протоколів маршрутизації розраховує метрику за власним алгоритмом, при цьому на відміну від протоколів маршрутизації *OSPF* та *RIP*, протокол *EIGRP* при розрахунку метрики використовує 5 параметрів [9], зокрема:

- пропускна спроможність (*Bandwidth*) – це показник кількості одиниць інформації, яку система може обробляти за певний проміжок часу;
- затримка (*Delay*) – це сумарна затримка на всіх маршрутизаторах по шляху проходження до мережі призначення;
- надійність (*Reliability*) – найгірший показник надійності на всьому шляху;
- завантаження (*Loading*) – найгірший показник завантаження лінії на всьому шляху, на основі пакетної швидкості *packet rate* та налаштованої пропускної здатності *bandwidth* на інтерфейсі;
- *MTU* – найменше *MTU* на всьому шляху. *MTU* включається в оновлення *EIGRP*, але фактично не використовується для підрахунку метрики.

У результаті значення метрики маршруту для протоколу *EIGRP* при збільшенні кількості переприйомів між маршрутизаторами на 1 змінюється на 2560.

Далі були проведені дослідження метрик маршрутів в мережі з різними протоколами маршрутизації (*RIP*, *OSPF*, *EIGRP*) та середовищами розповсюдження, а саме (див. табл. 2): 1) *Fast Ethernet*; 2) *Gigabit Ethernet*; 3) *Serial DTE*, *DCE*.

У результаті дослідження протоколу маршрутизації *EIGRP* з'ясовано, що при використанні середовища розповсюдження з більшою швидкістю (*Gigabit Ethernet*), значення метрики отримані найменші, а при використанні середовища розповсюдження з меншою швидкістю (*Serial DCE*) – значення метрик найбільші. Зауважимо, що значення в табл. 2 отримані за умови використання параметрів пропускної здатності, які встановлені за замовчуванням, без використання додаткових команд типу – *bandwidth* або *auto-cost reference-bandwidth*, які змінюють стандартну метрику інтерфейсів, що пропорційна його пропускної здатності.

Операційна система *Cisco IOS* визначає метрику інтерфейсу відповідно до зазначених правил [10]:

1. Метрика може бути призначена адміністратором в режимі конфігурації інтерфейсу за допомогою команди *ip ospf cost x*, де *x* – число від 1 до 65535 включно.

2. Якщо метрику не визначив адміністратор вона розраховується за правилом – “Вихідна смуга пропускання / смуга пропускання інтерфейсу”. Під параметром “вихідна смуга пропускання” розуміється швидкість 100 Мбіт/с, а значення “Смуга пропускання інтерфейсу” береться з характеристик інтерфейсу.

3. Вихідна смуга пропускання для розрахунку метрики може змінена за допомогою команди *auto-cost reference-bandwidth* в режимі конфігурації протоколу маршрутизації.

Таблиця 2 – Значення метрики маршрутів для протоколу *EIGRP* при різних середовищах розповсюдження

| EIGRP 10 (<i>Fast Ethernet</i>) | | EIGRP 10 (<i>Gigabit Ethernet</i>) | | EIGRP 10 (<i>Serial DTE</i>) | |
|-----------------------------------|---------|--------------------------------------|---------|--------------------------------|----------|
| Маршрут | Метрика | Маршрут | Метрика | Маршрут | Метрика |
| R1 to R1.1 | 1 | R1 to R1.1 | 1 | R1 to R1.1 | 1 |
| R1 to R1.2 | Connect | R1 to R1.2 | Connect | R1 to R1.2 | Connect |
| R1 to R1.3 | 30720 | R1 to R1.3 | 3072 | R1 to R1.3 | 2681856 |
| R1 to R1.4 | 33280 | R1 to R1.4 | 3328 | R1 to R1.4 | 3193856 |
| R1 to R1.5 | 35840 | R1 to R1.5 | 3584 | R1 to R1.5 | 3705856 |
| R1 to R1.6 | 38400 | R1 to R1.6 | 3840 | R1 to R1.6 | 4217856 |
| R1 to R1.7 | 40960 | R1 to R1.7 | 4096 | R1 to R1.7 | 4729856 |
| R1 to R1.8 | 43520 | R1 to R1.8 | 4352 | R1 to R1.8 | 5241856 |
| R1 to R1.9 | 46080 | R1 to R1.9 | 4608 | R1 to R1.9 | 5753856 |
| R1 to R1.10 | 48640 | R1 to R1.10 | 4864 | R1 to R1.10 | 6265856 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| R1 to R1.48 | 145920 | R1 to R1.48 | 14592 | R1 to R1.48 | 25721856 |
| R1 to R1.49 | 148480 | R1 to R1.49 | 14848 | R1 to R1.49 | 26233856 |
| R1 to R1.50 | 151040 | R1 to R1.50 | 15104 | R1 to R1.50 | 26745856 |

Розрахунок вартості в протоколі *OSPF* має певну особливість. Зазвичай в розрахунках потрібно, щоб чисельник і знаменник мали однакову розмірність. Проте команди *bandwidth* і *auto-cost reference-bandwidth* використовують різні одиниці. Наприклад, в операційній системі *Cisco IOS* смуга пропускання *Ethernet*-інтерфейсу вказується у вигляді десятків тисяч, що означає 10 000 кбіт/с або 10 Мбіт/с. Тому при налаштуванні інтерфейсу потрібно вказувати смугу пропускання в кілобітах за секунду, а в розрахунках – переводити в мегабіти за секунду. Наприклад, для інтерфейсу *Ethernet* метрика складе 10 (100 Мбіт/с розділити на 10 Мбіт/с). Для високошвидкісного послідовного інтерфейсу смуга пропускання дорівнюватиме 1 544 Мбіт/с, отже метрика знаходиться таким чином 100/1,544 та дорівнює 64. Якщо вихідну смугу пропускання встановити рівною 1000 за допомогою команди *auto-cost reference-bandwidth 1000*, то метрика для послідовного каналу буде дорівнювати 647.

На наступному етапі створено модель мережі (див. рис. 1) з декількома протоколами маршрутизації, які з'єднувались через центральний маршрутизатор редистрибуції. Команда *Redistribute* виконана при налаштуванні всіх протоколів маршрутизації – *RIP*, *OSPF*, *EIGRP*. У процесі налаштування були виявлені можливості, щодо можливості встановлення максимального та мінімального значення метрики. такі аргументи команди *Redistribute*:

– за допомогою команди – *redistribute OSPF 20 metric 42949672 1 255 255 65000*, можна знайти найменші значення метрики на всьому шляху даної мережі;

– аналогічно командою – *redistribute OSPF 20 metric 42949672 4294967 255 255 65000*, є можливість отримати найбільші значення метрики на всьому шляху заданої мережі.

Надалі на базі моделі (дис. рис. 1) проаналізовано зміни метрики маршрутів, при використанні різної топології (структури) мережі. Налаштовано дві різні мережі з протоколами маршрутизації *EIGRP* та *OSPF*, в яких використовується топологія типу лінія. В процесі дослідження зазначена топологія змінювалась шляхом з'єднання кінцевого маршрутизатора з початковим за допомогою доданої лінії *Serial*, тим самим утворювалась топологія типу коло.

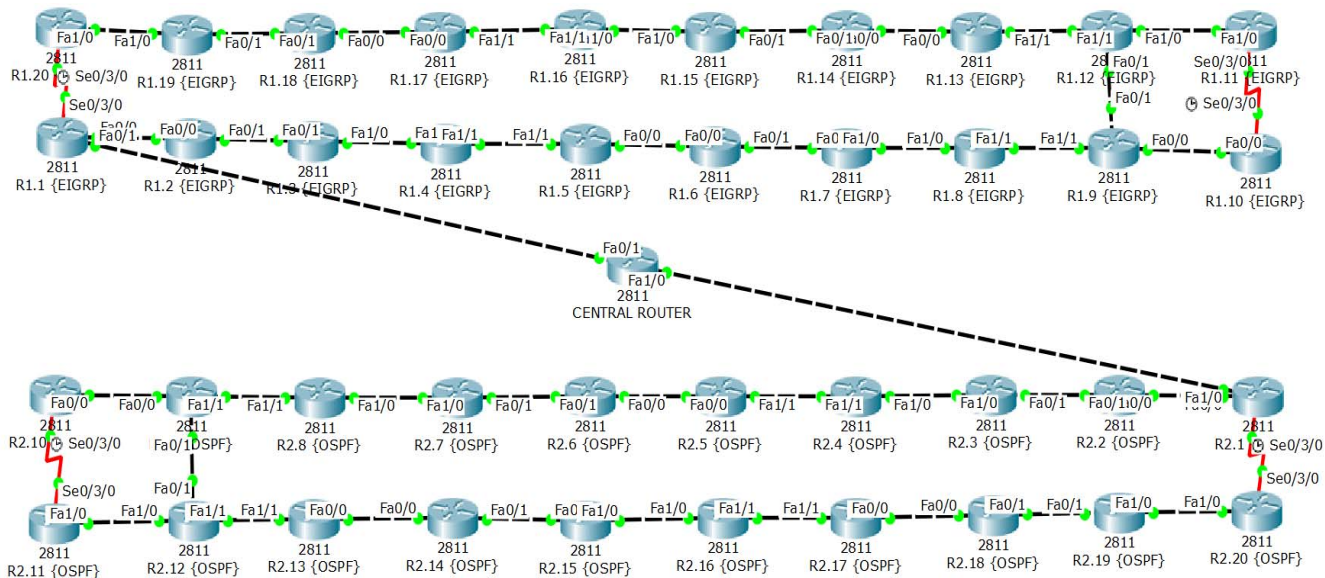


Рисунок 1 – Структура мережі в якій проводились дослідження

Як зазначено на рис. 1, лінія *Serial* додавалась між маршрутизаторами 1.10 і 1.11 та аналогічно між 1.1 і 1.20. Після внесення структурних змін проведено аналіз таблиць маршрутизації та змін метрик маршрутів. При цьому отримано такі результати:

1) підсумкова метрика маршруту утворюється, як сумарна метрика, всіх ліній, що входять до її складу;

2) у таблиці маршрутизації записуються тільки маршрути з найменшою метрикою, наприклад, якщо на рис. 1 між маршрутизаторами 1.12 та 1.9 додано лінію з середовищем розповсюдження *Fast Ethernet*, то в таблицю маршрутизації маршрутизатора 1.19 шлях до маршрутизатора 1.1 записаний з меншою метрикою, а саме шлях, через додану лінію *Fast Ethernet*;

3) Отже зміна структури мережі не впливає на значення метрики, тому з точки зору метрик маршрутів логічну структуру будь-якої мережі можна розглядати як лінійну топологію, яка включає в себе лінії, що складають шлях з найменшою метрикою.

У табл. 3. наведені значення метрик маршрутів з використанням редистрибуції в протоколі маршрутизації *EIGRP*. При даному дослідженні виконувались зміни аргументів параметрів команди *redistribute*. Оскільки мінімальне значення метрики, яке можливо отримати за допомогою команди *Redistribute (redistribute OSPF 20 metric 42949672 1 255 255 65000)* дорівнює аналогічному значенню в маршруті, який складається з 20 переприйомів (*hop*), для однопротокольної мережі, тому в табл. 3 аналіз варіантів метрики починається саме з такого значення. У табл. 3 запропоновані варіанти команди *redistribute* с аргументами, які відповідають встановленню метрики для маршрутів, що вміщують шляхи довжиною через кожні 5 значень, наприклад: 20, 25, 30.

Потрібний результат отримано шляхом підбору і забезпечення значення затримки (*Delay*) на 50 – при використанні середовища поширення *Fast Ethernet*, на 5 – при використанні середовища поширення *Gigabit Ethernet* або на 10 000 – при використанні середовища поширення *Serial*. Це обумовлено відмінностями у пропускній спроможності зазначених середовищ розповсюдження.

Таблиця 3 – Значення метрики маршрутів та аргументи команди *Redistribute*

| EIGRP 10 | | Fast Ethernet |
|-----------------|----------|--|
| Кількість хопів | Метрика | Команда |
| 20 | 79360 | redistribute ospf 20 metric 42949672 10 255 255 65000 |
| 25 | 92160 | redistribute ospf 20 metric 42949672 60 255 255 65000 |
| 30 | 104960 | redistribute ospf 20 metric 42949672 110 255 255 65000 |
| 35 | 117760 | redistribute ospf 20 metric 42949672 160 255 255 65000 |
| 40 | 130560 | redistribute ospf 20 metric 42949672 210 255 255 65000 |
| 45 | 143360 | redistribute ospf 20 metric 42949672 260 255 255 65000 |
| 50 | 156160 | redistribute ospf 20 metric 42949672 310 255 255 65000 |
| EIGRP 10 | | Gigabit Ethernet |
| Кількість хопів | Метрика | Команда |
| 20 | 7936 | redistribute ospf 20 metric 42949672 1 255 255 65000 |
| 25 | 9216 | redistribute ospf 20 metric 42949672 6 255 255 65000 |
| 30 | 10496 | redistribute ospf 20 metric 42949672 11 255 255 65000 |
| 35 | 11776 | redistribute ospf 20 metric 42949672 16 255 255 65000 |
| 40 | 13056 | redistribute ospf 20 metric 42949672 21 255 255 65000 |
| 45 | 14336 | redistribute ospf 20 metric 42949672 26 255 255 65000 |
| 50 | 15616 | redistribute ospf 20 metric 42949672 31 255 255 65000 |
| EIGRP 10 | | Serial DCE |
| Кількість хопів | Метрика | Команда |
| 20 | 12409856 | redistribute ospf 20 metric 42949672 2000 255 255 65000 |
| 25 | 14969856 | redistribute ospf 20 metric 42949672 12000 255 255 65000 |
| 30 | 17529856 | redistribute ospf 20 metric 42949672 22000 255 255 65000 |
| 35 | 20089856 | redistribute ospf 20 metric 42949672 32000 255 255 65000 |
| 40 | 22649856 | redistribute ospf 20 metric 42949672 42000 255 255 65000 |
| 45 | 25209856 | redistribute ospf 20 metric 42949672 52000 255 255 65000 |
| 50 | 27769856 | redistribute ospf 20 metric 42949672 62000 255 255 65000 |

Висновок. Таким чином, для формування раціональних значень метрик маршрутів при виконанні їх редистрибуції між АС в багатопротокольних мережах передачі даних з різними протоколами маршрутизації таких, як *OSPF*, *EIGRP*, *RIP*, а також з різними середовищами розповсюдження, зокрема *Fast Ethernet*, *Gigabit Ethernet* та *Serial*, де використовується більше 20 переприйомів (*hop*), адміністратор має дотримуватись наступної послідовності дій:

1) при з'єднанні мереж будь-якої топології, завжди враховувати їх як лінійну структуру, але з огляду на використання шляхів з меншою кількістю переприйомів (*hop*);

2) при з'єднанні мереж з різними середовищами розповсюдження, враховувати їх виключно як лінійну структуру, що має найбільшу пропускну здатність;

3) при з'єднанні мереж різної розмірності, враховувати кількість маршрутизаторів в мережах, що з'єднуються, шляхом встановлення аргументу затримки (*Delay*), що визначається за допомогою таких емпіричних формул:

$$- \text{Fast Ethernet: } K_3 = \sqrt{10 \cdot (N - 19)};$$

$$- \text{Gigabit Ethernet: } K_3 = \sqrt{1 \cdot (N - 19)};$$

$$- \text{Serial DCE: } K_3 = 2000 \cdot (N - 19).$$

де K_3 – це аргумент параметра затримки (*Delay*);

N – кількість дільниць переприйому (*hop*) в мережі, що приєднується;

4) наведені формули актуальні лише для мереж, що з'єднуються, розмірністю більше ніж 20 дільниць переприйому (*hop*).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1]. І. С. Бобрікова, та Т. Н. Барабаш, “Особливості взаємодії декількох протоколів маршрутизації у складній комп’ютерній мережі”, *Refrigeration Engineering and Technology*. вип. 53 (6), 2018.
doi: <https://doi.org/10.15673/ret.v53i6.928>.
- [2]. О. К. Басараб, “Аналіз окремих протоколів динамічної маршрутизації для телекомунікаційної системи Державної прикордонної служби України”, *Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка*, вип. 52, С. 93-101, 2016.
- [3]. Д. Ю. Голубничий, Є. А. Мінаєв, та А. О. Мінаєва, “Порівняльний аналіз методів маршрутизації в інформаційно-телекомунікаційній мережі АСУ авіацією та протиповітряною обороною”, *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*, № 4 (53), С. 90-92, 2017.
- [4]. А. А. Мохаммад, Дослідження метрик маршрутизаторів глобальних мереж передачі даних, дис. канд. наук., фак-т інформ., Львів нац. ун-т, Львів, 2011.
- [5]. І. В. Гурман, В. В. Завадовський, та І. В. Муляр, “Метод адаптивної маршрутизації в мережах передачі даних з урахуванням самоподібності трафіка”, *Збірник наукових праць Військового інституту Київського національного університету імені Тараса Шевченка*, вип. 46, С. 166-170, 2014.
- [6]. І. П. Лісовий, А. Р. Врублевський, Г. В. Пилипенко, “Маршрутизація на основі нечіткої логіки за протоколом RIP”, *Телекомунікаційні та інформаційні технології*. № 3, С. 64-69, 2015.
- [7]. В. Чакрян, Моделі та методи маршрутизації трафіку в телекомунікаційних мережах з урахуванням вимог інформаційної безпеки, дисертація кандидата технічних наук (доктора філософії). Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків. 2017.
- [8]. Д. Камер, *Мережі TCP/IP. Принципи, протоколи маршрутизації та структура*. Київ, Україна, 2003.
- [9]. А. И. Романов, *Телекоммуникационные сети и управление*. Київ, Україна: ИПЦ “Киевский университет”, 2003.
- [10]. У. О. Вільямс, *Керівництво Cisco CCNA, ICND2 200-101 маршрутизація і комутація*. Київ, Україна. 2013.

Стаття надійшла до редакції 9 березня 2018 року.

REFERENCE

- [1]. I. S. Bobrikova, and T. N. Barabash, “Features of Several Routing Protocols Interaction in a Complex Computer Network”, *Refrigeration Engineering and Technology*, iss. 53 (6), 2018.
doi: <https://doi.org/10.15673/ret.v53i6.928>.
- [2]. O. K. Basarab, “Analysis of separate dynamic routing protocols for the telecommunication system of the State border guard service of Ukraine”, *Collection of scientific works of the Military Institute of Kyiv National Taras Shevchenko University*, iss. 52, pp. 93-101, 2016.
- [3]. D. Holubnychyy, Y. Minaiev, and A. Minaieva, “Comparative analysis methods routing information and telecommunication networks ACS air and air defense”, *Collection of scientific works of Kharkiv National University of Air Forces*, no. 4 (53), pp. 90-92, 2017.
- [4]. A. A Mohammad, Research of metrics of routers of global data transmission networks. Dis. Cand. Sci., Faculty of Inform., Lviv National University. Unt., Lviv, 2011.
- [5]. I. V. Gurman, V. V. Zavadovsky, and I.V. Mulyar, “Adaptive routing in data networks based on the same traffic similarity”, *Collection of scientific works of the Military Institute of Kyiv National Taras Shevchenko University*, iss. 46, pp. 166-170, 2014.

- [6]. I. P. Lisovyy, A. R. Vrublevs'kyy, H. V. Pylypenko, "Routing of fuzzy logic for RIP protocol", *Telecommunication and information technologies*, no. 3, pp. 64-69, 2015.
- [7]. V. Chakrian, Models and methods of traffic routing in telecommunication networks considering information security demands. The thesis for a candidate degree (Ph.D.). Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, 2017.
- [8]. D. Cameron, *TCP / IP Networks. Principles, routing protocols and structure*. Kyiv, Ukraine: 2003.
- [9]. O. I. Romanov, *Telecommunication network and control*. Kyiv, Ukraine: "Kiev university", 2003.
- [10]. U. O. Williams, *Cisco CCNA Guide, ICND2 200-101 Routing and Switching*. Kyiv, Ukraine, 2013.

ВЛАДИСЛАВ ГОЛЬ,
ВЛАДИСЛАВ ТИЧИНСКИЙ

МЕТОДИКА РЕДИСТРИБЬЮЦИИ МАРШРУТОВ В МНОГОПРОТОКОЛЬНЫХ СЕТЯХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Сегодня продолжается интенсивное развитие корпоративных сетей различной конфигурации с использованием разных протоколов маршрутизации. Одновременно возрастает роль телекоммуникационной сети специального назначения, которая широко применяются как в интересах государственных структур, так и имеет значительный потенциал для удовлетворения корпоративных интересов. Однако, настройка их совместного использования требует согласования (редистрибьюции) протоколов маршрутизации, что требует значительных временных затрат администраторов сетей. При этом, как правило, администраторы не выполняют расчета метрик транзитных маршрутов и их значения устанавливаются по умолчанию. Это приводит к некорректной установке метрики, несоответствующей действительной стоимости маршрута. Для решения данной проблемы, а именно обеспечения формирования рациональных значений метрик маршрутов при выполнении их редистрибьюции между автономными системами в многопротокольных сетях передачи данных, с помощью програми-эмулятора были воспроизведены две сети с 50 маршрутизаторами, где используются различные протоколы маршрутизации и проведен детальный анализ метрик. Под метрикой понимается условная стоимость, используемая маршрутизаторами для выбора оптимального маршрута при наличии двух и более различных маршрутов до конечной сети, в том числе с использованием различных протоколов маршрутизации. Административное расстояние – это параметр, характеризующий надежность источника информации о маршруте. Каждому протоколу маршрутизации характерен свой приоритет надежности (достоверности), оцениваемый с помощью значения административного расстояния. Процесс расчета метрики существенно отличается для разных протоколов маршрутизации. Есть протоколы, где значение метрики определяется простым подсчетом количества переприемов до конечной сети, а есть такие, где расчет производится с помощью пяти параметров, а именно: пропускной способности, задержки, надежности, загруженности и размера полезной нагрузки. В результате проведенных исследований определены реальные значения метрик маршрутов с различными протоколами маршрутизации и количеством маршрутизаторов. Это позволило представить обобщающую формулу расчета рациональной метрики и алгоритм действий администратора для корректной настройки взаимодействия сетей с различными протоколами маршрутизации и структурой. Применение алгоритма позволяет обеспечить формирование рациональных значений метрик маршрутов при выполнении их редистрибьюции между автономными системами в многопротокольных сетях передачи данных.

Ключевые слова: протоколы маршрутизации, метрика маршрутов, редистрибьюция, автономная система, телекоммуникационная сеть, маршрутизатор.

VLADYSLAV HOL,
VLADYSLAV TYCHYNSKYI

METHOD OF REDISTRIBUTION READING IN MULTIPLE TRANSMITTING NETWORKS

Nowadays there is an intense development of corporate networks of various configurations with the usage of different routing protocols. At the same time the role of the telecommunication network of special purpose is increasing, which is widely used in the interests of state structures and has a significant potential for satisfaction of corporate interests. However, the configuration of their common use requires the adjustment (redistribution) of routing protocols, which takes a great amount of time in network administrators. In this case, as a rule, administrators do not perform counting of the composite route metric, and the values are set by default. It leads to incorrect setting of the metric with mismatch of the actual cost of the route. To solve this problem, in particular providing of the formation of rational values of route metrics in case of their redistribution between autonomous systems in multiprotocol transmission networks with help of the emulator, two networks with 50 routers are recreated. There different routing protocols are used and a detailed analysis of the metrics is held. Under the metric is understood the conditional cost, which is used by the routers to select the optimal route in the presence of two or more different routes to the final network, including using different routing protocols. The administrative distance is a parameter that characterizes the reliability of the route information source. Each routing protocol is assigned a priority of trustiness (reliability), from maximum to minimum, indicated by the value of the administrative distance. The metric calculation process is significantly different for various routing protocols. There are protocols where the metric value is determined by simple counting of the number of receivers to the final network. However, there are such where the calculation is made using five parameters, namely the following: throughput, delay, reliability, load and payload size. As a result of the research, real values of route metrics with different routing protocols and the number of used routers are determined. It allowed us to offer a generalized formula for calculating a rational metric and an administrator's algorithm for the correct configuration of the interaction of networks with different routing protocols and structure. The application of the algorithm allows to provide the formation of rational values of route metrics when realisation their redistribution between autonomous systems in multiprotocol transmission networks.

Keywords: routing protocols, route metrics, redistribution, autonomous system, telecommunication network, router.

Владислав Дмитрович Голь, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри застосування спеціальних телекомунікаційних систем, Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна.

ORCID: 0000-0002-9995-9590.

E-mail: vlad-gol@ukr.net.

Владислав Ярославович Тичинський, курсант, Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна.

ORCID: 0000-0002-9531-9393.

E-mail: inspirer000@gmail.com

Владислав Дмитриевич Голь, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры применения специальных телекоммуникационных систем, Институт специальной связи и защиты информации Национального технического университета Украины “Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского”, Киев, Украина.

Владислав Ярославович Тичинський, курсант, Інститут спеціальної зв'язи і захисти інформації Національного технічного університету України “Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна.

Vladyslav Hol, candidate of technical sciences, assistant professor, assistant professor at the special telecommunication systems using academic department, Institute of special communication and information protection of National technical university of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv polytechnic institute”, Kyiv, Ukraine.

Vladyslav Tychynskiy, cadet, Institute of special communication and information protection of National technical university of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv polytechnic institute”, Kyiv, Ukraine.