

СЕКЦІЯ «КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ»

Юрій Тимчак, Ігор Крошний*

¹ НЛТУ України, Львів, Україна, tymchak.yu@nltu.lviv.ua

² НЛТУ України, Львів, Україна. ORCID: 0000-0003-0018-7998,
kroshny.igor@nltu.edu.ua

Проектування та оптимізація мережевої архітектури в установах публічного сервісу

***Анотація.** У дослідженні розглянуто основні вимоги сучасних мереж публічного сервісу з точки зору забезпечення відмовостійкості та ефективності маршрутизації. Проаналізовано роботу протоколу EIGRP, зокрема принципи формування та оцінки метрик маршрутизаторами. Для підтвердження ефективності протоколу проведено симуляцію передачі пакетів даних у мережевому середовищі, що дозволило наочно оцінити адаптивність маршрутизації та здатність мережі підтримувати безперервну роботу в умовах змін топології та навантаження.*

***Ключові слова** – мережева інфраструктура, маршрутизація, відмовостійкість, EIGRP.*

Вступ. У сучасну добу цифрової трансформації одним із ключових напрямів розвитку установ публічного сервісу є підвищення ефективності функціонування центрів надання адміністративних послуг (ЦНАП) [1]. Для забезпечення безперервного, високошвидкісного та безпечного обміну даними між внутрішніми підрозділами таких установ необхідна надійна та добре оптимізована мережева інфраструктура. Зростаюче робоче навантаження, збільшення кількості запитів на послуги від громадян, потреба в автоматизації та інтеграції з іншими державними платформами підкреслюють важливість розробки надійної та відмовостійкої мережевої архітектури.

Досягнення відмовостійкості зазвичай передбачає використання резервних каналів зв'язку. Завдяки налаштуванню декількох маршрутів EIGRP гарантує, що в разі виходу з ладу одного маршруту інший зможе безперебійно взяти на себе його функції. Така надмірність є надзвичайно важливою для підтриман-

ня високої доступності, тобто для забезпечення безперебійної роботи мережі [2].

Робота метрики EIGRP протоколу. Ключовим елементом роботи EIGRP є обчислення метрики маршруту. Метрика визначає, наскільки оптимальний той чи інший маршрут, і дозволяє обрати найкращий шлях для передачі даних [3]. Загальна формула обчислення метрики EIGRP, наведена нижче:

$$Metric = \left[\left(K_1 * BW^{-1} + K_2 * \frac{BW^{-1}}{256 - Load} + K_3 * Delay \right) * \frac{K_5}{Reliability + 4} \right] * 256, \quad (1)$$

де BW^{-1} – обернена пропускна здатність маршруту (Bandwidth) у кілобітах за секунду, Delay – сумарна затримка на всіх ділянках маршруту (у десятках мікросекунд), Load – завантаженість каналу, Reliability – надійність лінії, K_1 , K_2 , K_3 , K_4 , K_5 – вагові коефіцієнти.

Пропускна здатність для кожного маршруту (серійного інтерфейсу) становить 1 544 кбіт/с, а затримка кожної ділянки – 20 000 мкс (тобто 2000 десятків мкс).

Значення надійності може бути у діапазоні від 1 до 255, де 1 – відповідає мінімальній надійності, а 255 – максимальній. Надійність виражається у вигляді дроби $R/255$. Так, $255/255$ – означає надійність 100%, а $250/255$ – 98% [4].

Значення завантаженості також може бути у діапазоні від 1 до 255, де 1 – відповідає мінімальній завантаженості, а 255 – максимальній. Як і надійність, завантаженість також виражається у вигляді дроби $L / 255$ [4].

За замовчуванням у EIGRP використовуються коефіцієнти $K_1=1$, $K_3=1$, тоді як $K_2=0$, $K_4=0$, $K_5=0$. У такій конфігурації формула метрики EIGRP спрощується:

$$Metric = \left(\frac{10^7}{\min(BW)} + \sum Delay \right) * 256, \quad (2)$$

де, $\min(BW)$ – обернена пропускна здатність маршруту, Delay – сумарна затримка на всіх ділянках маршруту (у десятках мікросекунд).

Програмна реалізація. Для оцінювання параметрів маршрутизації та перевірки працездатності алгоритму здійснено практичну реалізацію процесу вибору оптимального маршруту в середовищі Cisco Packet Tracer. Для початку

проведемо сценарій штатної роботи передачі пакета даних: передаємо пакет від комп'ютера №69 до комп'ютера №48 (див. Рис. 1) – пакет даних передається через найшвидший маршрут (від маршрутизатора №11 до №9) (див. Рис. 2).

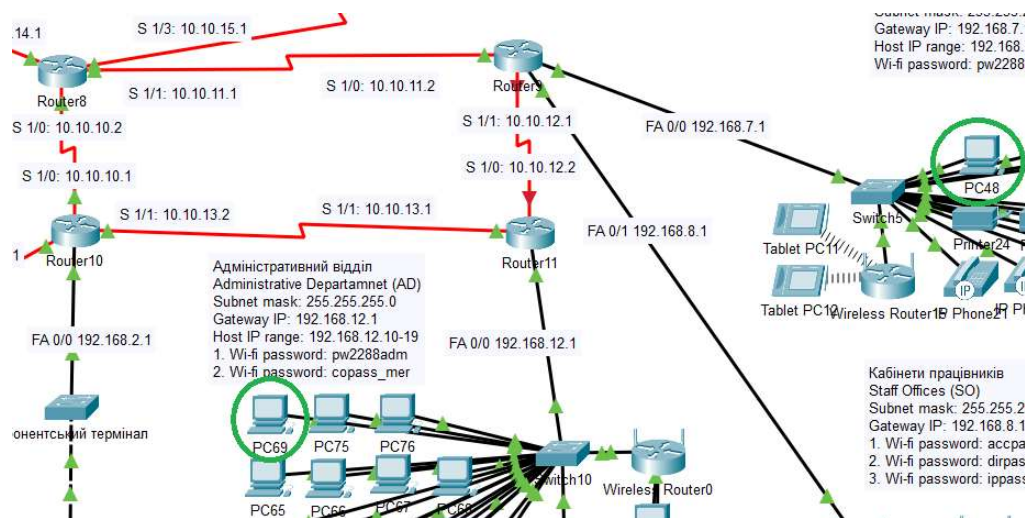


Рисунок 1. Сценарій тестування передачі пакета даних

Simulation Panel			
Event List			
Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device
	0.000	--	PC69
	0.001	PC69	Switch10
	0.002	Switch10	Router11
	0.003	Router11	Router9
	0.004	Router9	Switch5
	0.005	Switch5	PC48
	0.006	PC48	Switch5
	0.007	Switch5	Router9
	0.008	Router9	Router11
	0.009	Router11	Switch10
	0.010	Switch10	PC69

Рисунок 2. Маршрут проходження пакету даних найшвидшим шляхом

На наступному етапі здійснюється моделювання розриву зв'язку між маршрутизаторами №9 і №11, відповідно спроба передати пакет від комп'ютера №69 до комп'ютера №48 не зможе здійснитися оптимальним маршрутом через відсутність з'єднання між цими маршрутизаторами. Відповідно, для передачі пакета буде обрано альтернативний маршрут (див. Рис. 3).

Simulation Panel			
Event List			
Vis.	Time(sec)	Last Device	At Device
	0.000	--	PC69
	0.001	PC69	Switch10
	0.002	Switch10	Router11
	0.003	Router11	Router10
	0.004	Router10	Router8
	0.005	Router8	Router9
	0.006	Router9	Switch5
	0.007	Switch5	PC48
	0.008	PC48	Switch5
	0.009	Switch5	Router9
	0.010	Router9	Router8
	0.011	Router8	Router10
	0.012	Router10	Router11
	0.013	Router11	Switch10
	0.014	Switch10	PC69

Рисунок 3. Маршрут проходження пакету даних альтернативним шляхом

Висновок. В рамках дослідження було з'ясовано ключові аспекти роботи протоколу EIGRP та його метрик, що впливають на відмовостійкість мереж публічного сервісу. Проведена симуляція передачі пакетів даних продемонструвала здатність протоколу автоматично обирати оптимальні маршрути і підтримувати стабільну роботу мережі при зміні топології та навантаження. Отримані результати підтверджують ефективність використання EIGRP для забезпечення надійності та безперервності роботи мережевої інфраструктури закладу публічного сервісу, зокрема, ЦНАП.

Список використаних літературних джерел

- [1] East Europe Foundation [Електронний ресурс]. URL: <https://eef.org.ua/en/report/rezultaty-doslidzhennya-tsyfrova-derzhava-vs-tsnap/>;
- [2] Cbtnuggets [Електронний ресурс]. URL: <https://www.cbtnuggets.com/blog/technology/networking/what-is-eigrp>;
- [3] Cisco [Електронний ресурс]. URL: <https://www.cisco.com/>;
- [4] Арсенюк І. Р. Комп'ютерні мережі [Текст]. Частина 2 : навчальний посібник / І. Р. Арсенюк, А. А. Яровий. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 145 с.

Design and optimization of network architecture in public service institutions

Yurii Tymchak, Igor Kroshny

The study examines the basic requirements of modern public service networks in terms of ensuring fault tolerance and routing efficiency. The operation of the EIGRP protocol is analyzed, in particular the principles of metric formation and evaluation by routers. To confirm the effectiveness of the protocol, a simulation of data packet transmission in a network environment was carried out, which made it possible to visually assess the adaptability of routing and the ability of the network to maintain continuous operation under conditions of topology and load changes.