

АНАЛІЗ РОБОТИ ПРОТОКОЛУ GLBP В ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ З ПІДВИЩЕНИМИ ВИМОГАМИ ДО ВІДМОВСТІЙКОСТІ

Персіков М.А., Лемешко В.О.

Кафедра інфокомунікаційної інженерії ім. В.В. Поповського,
Харківський національний університет радіоелектроніки,
Україна

E-mail: mykhailo.persikov@nure.ua,
valentyn.lemeshko@nure.ua

Abstract

The work presents the results of designing and analyzing a fault-tolerant information and communication network using the GLBP protocol within virtual network simulation environments. The protocol was configured and evaluated under different load-balancing modes, including Round Robin and weighted balancing. An experimental study was conducted to assess network behavior in the event of an Active Virtual Gateway in GLBP group failure, allowing the response time and correctness of role reassignment mechanisms to be examined. The obtained quantitative results confirm the effectiveness of GLBP in enhancing network resilience and ensuring balanced infrastructure performance. Based on the analysis, recommendations were developed for applying the GLBP protocol in networks with increased reliability and availability requirements.

У сучасному інформаційному суспільстві інфокомунікаційні мережі (ІКМ) відіграють ключову роль у забезпеченні доступу до цифрових сервісів, обміну даними та підтримці критичних процесів у державному, комерційному й побутовому середовищах. Зі зростанням залежності від мережної інфраструктури особливої актуальності набуває проблема забезпечення її відмовостійкості – здатності зберігати функціональність у разі відмов окремих компонентів [1–3]. В умовах обмежених ресурсів і високих вимог до безперервності обслуговування необхідно впроваджувати ефективні протоколи резервування й балансування навантаження [1].

Одним із найбільш перспективних підходів у цьому контексті є використання протоколів резервування першого переходу (First Hop Redundancy Protocols, FHRP), що мають забезпечувати як його відмовостійкість, так і розподіл трафіку між кількома активними вузлами [1, 4]. Ці протоколи запобігають втраті зв'язку з основним шлюзом у разі його відмови, забезпечуючи майже безперервну доступність маршрутизації для внутрішніх вузлів мережі [4–6]. Серед найбільш ефективних рішень для резервування шлюзу виділяють протоколи HSRP, VRRP і GLBP [1, 4]. Проведений порівняльний аналіз підтвердив переваги GLBP щодо балансування навантаження в процесі використання кількох активних віртуальних форвардерів (AVF, Active Virtual Forwarder) для передавання трафіку, а також підвищеної масштабованості. Досліджено логіку роботи GLBP на рівні керування, його механізми обрання активного маршрутизатора та особливості маршрутизації в площині даних.

Враховуючи переваги та недоліки кожного протоколу, GLBP визнано найбільш придатним для побудови мереж із підвищеними вимогами до доступності та рівномірного розподілу навантаження. В межах роботи проведено моделювання фрагменту мережі у віртуальному середовищі Cisco Modeling Labs (CML), налаштовано протокол GLBP і здійснено його тестування в різних режимах роботи.

Проведено налаштування протоколу GLBP із поясненням вибору ключових параметрів, а також виконано перевірку його працездатності в різних режимах функціонування мережі та за умов відмов окремих вузлів. У межах дослідження проаналізовано роботу механізмів балансування навантаження, зокрема Round Robin, що забезпечує рівномірний розподіл трафіку між AVF, та зваженого

балансування, яке враховує задані вагові коефіцієнти для оптимізації розподілу потоків. Окрім того, проведено експериментальну перевірку поведінки мережі у разі відмови активного маршрутизатора (AVG, Active Virtual Gateway) GLBP-групи, що дозволило оцінити швидкість і коректність механізмів перенесення ролей між маршрутизаторами та підтримання безперервності маршрутизації. Окрему увагу приділено дослідженню механізмів забезпечення безпеки при використанні GLBP.

Також проведено оцінку ефективності використання GLBP для розгортання відмовостійкої інфокомунікаційної мережі, яка підтвердила ефективність GLBP як механізму для побудови відмовостійких мереж (рис. 1).

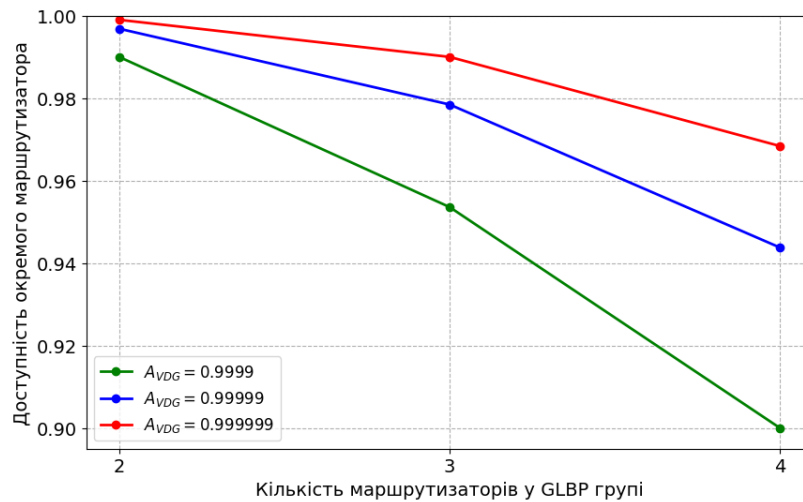


Рис. 1. Залежність доступності окремого маршрутизатора від їхньої кількості в GLBP групі

Збільшення кількості маршрутизаторів у GLBP групі дозволяє досягати високої доступності віртуального маршрутизатора (Virtual Default Gateway, VDG) навіть при меншій індивідуальній доступності кожного маршрутизатора. Це підтверджує доцільність застосування GLBP у відмовостійких мережах, де надмірність дозволяє компенсувати зниження доступності окремих елементів. Отримані в ході дослідження результати дали змогу комплексно оцінити ефективність протоколу у формуванні відмовостійкої та збалансованої мережної інфраструктури.

Література

1. Лемешко О.В., Єременко О.С., Невзорова О.С. Потоківі моделі та методи маршрутизації в інфокомунікаційних мережах: відмовостійкість, безпека, масштабованість // Харків: ХНУРЕ. 2020. 308 с.
2. Лемешко О.В., Єременко О.С., Євдокименко М.О., Шаповалова А.С., Слейман Б. Моделювання та оптимізація процесів безпечної та відмовостійкої маршрутизації в телекомунікаційних мережах // Монографія. Х.: ХНУРЕ. 2022. 198 с.
3. Персіков М.А., Лемешко В.О., Хіхло В.Ю. Аналіз засобів підвищення надійності, експлуатаційної відновлюваності та доступності інфокомунікаційних мереж [Електронний ресурс] // Проблеми інформатики та моделювання (ПІМ-2023). Тези двадцять третьої міжнародної науково-технічної конференції. Харків: НТУ ХПІ. 2023. С. 89. Режим доступу: <https://openarchive.nure.ua/handle/document/24434>.
4. Cisco Systems, Gateway Load Balancing Protocol Configuration Guide [Електронний ресурс] // Режим доступу: https://www.cisco.com/en/US/docs/ios/12_2t/12_2t15/feature/guide/ft_glb.html.
5. Єременко О.С., Савченко Р.О., Яковенко К.О., Шестопапов С.О. Дослідження управління надійністю та відмовостійкістю в інфокомунікаційних мережах: моделювання та тестування протоколів резервування шлюзів за замовчуванням // Інфокомунікаційні технології та електронна інженерія. Вип. 9, Номер 1. 2025. С. 15–33.
6. Персіков М.А., Лемешко В.О. Проектування та дослідження відмовостійкої комунікаційної мережі з GLBP у віртуальному середовищі CML // Проблеми інформатики та моделювання (ПІМ-2025). Тези двадцять п'ятої міжнародної науково-технічної конференції. Харків: НТУ ХПІ, 2025. С. 87. Режим доступу: https://web.kpi.kharkov.ua/pim/wp-content/uploads/sites/248/2025/09/Tezy_PIM_2025.pdf.