Лабораторна робота № 6
НАЛАГОДЖЕННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ ПРОТОКОЛУ ДИНАМІЧНОГО РЕЗЕРВУВАННЯ ШЛЮЗУ ТА БАЛАНСУВАННЯ НАВАНТАЖЕННЯ GLBP У МЕРЕЖІ НА БАЗІ ОБЛАДНАННЯ CISCO

*Мета заняття:* ознайомитися з особливостями функціонування та налагодження роботи протоколу динамічного резервування шлюзу та балансування навантаження GLBP на обладнанні Cisco; отримати практичні навички налагодження, моніторингу та діагностування роботи протоколу GLBP у мережі, побудованій на базі облад­нання Cisco; дослідити процес роботи протоколу GLBP та процеси передачі даних у побудованій мережі.

## Теоретичні відомості

***Загальні відомості про протокол динамічного
резервування шлюзу та балансування навантаження GLBP***

Досвід упровадження та експлуатації у великих мережах фірмового протоколу резервування шлюзу Cisco Systems Inc. HSRP та відкритого протоколу IETF VRRP показав, що, з одного боку, ці протоколи повністю забезпечували виконання своєї головної функції – резервування шлюзу, а з іншого боку, мали значні проблеми при реалізації допоміжної функції – балансування (розподілу) навантаження. Розподіл навантаження як у протоколі HSRP, так і у протоколі VRRP можна організувати лише за статичною схемою, яка передбачає ручне налагодження пристроїв на основі виміряних або передбачуваних об’ємів трафіка. Але відомо, що інформаційні потоки у будь-якій комп’ютерній мережі змінюються динамічно, без певних закономірностей. Це означає, що статичне балансування навантаження не відповідає реальному стану передачі трафіка між вузлами. Тому виникла необхідніть у розробці спеціалізованого протоколу, який повинен:

– виконувати балансування навантаження без попередніх ручних змін конфігурацій кінцевих вузлів мережі;

– виконувати балансування навантаження за алгоритмом, який обрано адміністратором, з урахуванням можливостей резервуючого пристрою та його поточного завантаження запитами від кінцевих вузлів мережі;

– забезпечувати розподіл навантаження тільки між тими з резервуючих пристроїв, які мають достатній пріоритет і своєчасно підтверджують свою працездатність.

Перерахованим вище вимогам відповідає розроблений і реалізований у 2005 році фірмовий протокол Cisco Systems Inc. GLBP (Gateway Loading Balancing Protocol). Головна відмітність протоколу GLBP від протоколів HSRP та VRRP полягає в тому, що функції шлюзу можуть виконувати не один, а кілька маршрутизаторів групи резервування одночасно. Це забезпечується за рахунок застосування для доступу до шлюзу групи адрес канального рівня замість однієї адреси, як це передбачено правилами протоколів HSRP та VRRP. У такий спосіб досягається можливість одночасного використання кількох пристроїв групи резервування для обслуговування запитів, які надходять від вузлів локальної мережі. Слід зазначити, що провідні виробники мережного обладнання (зокрема, фірми Brocade та HP) на базі протоколу VRRP розробили та проводять процес тестування відкритого промислового протоколу VRRPE (VRRP Extended), який аналогічний за функціями протоколу GLBP.

Протокол GLBP описується у внутрішніх стандартизуючих документах фірми Cisco Systems Inc. Стосовно моделі OSI цей протокол є протоколом канального рівня. Для передачі своїх повідомлень протокол GLBP використовує можливості протоколу UDP у режимі групової розсилки. Поточна версія протоколу орієнтована на функціонування в IP-мережах версій 4 та 6.

Для забезпечення функціонування протоколу GLBP уведено поняття маршрутизатор/шлюз GLBP (GLBP Router / GLBP Gateway) та група резервування GLBP. Маршрутизатором/шлюзом GLBP є будь-який маршрутизатор, на якому активовано використання протоколу GLBP. Як правило, такий маршрутизатор носить назву віртуального шлюзу GLBP (GLBP VG, GLBP Virtual Gateway). Групі резервування GLBP відповідають одна віртуальна адреса мережного рівня (GLBP vIP, GLBP Virtual IP-Address) та група віртуальних адрес канального рівня (GLBP vMACs, GLBP Virtual MAC-Addresses). Virtual IP-Address – це IP-адреса шлюзу за замовчуванням для кінцевих вузлів мережі. Virtual MAC-Addresses – це віртуальні MAC-адреси пристроїв, що входять до групи резервування GLBP. Теоретично кількість віртуальних MAC-адрес становить 255, натомість реалізовано можливість використання лише до чотирьох віртуальних MAC-адрес.

До групи резервування протоколу GLBP входять такі віртуальні шлюзи: активний віртуальний шлюз-диспетчер GLBP (GLBP AVG, GLBP Active Virtual Gateway), резервний віртуальний шлюз-диспетчер GLBP (GLBP SVG, GLBP Standby Virtual Gateway) та запасні віртуальні шлюзи (шлюзи-диспетчери) GLBP. Всі маршрутизатори – члени групи резервування є віртуальними шлюзами-відправниками GLBP (GLBP VFs, GLBP Virtual Forwarders). Для забезпечення передачі трафіка у протоколі GLBP використовуються лише чотири віртуальних шлюзи-відправники, відомі як активні віртуальні шлюзи-відправники (GLBP Active Virtual Forwarders), причому один з них обирається як первинний активний віртуальний шлюз-відправник (GLBP Primary AVF, GLBP Primary Active Virtual Forwarder). Решта пристроїв стають вторинними віртуальними шлюзами-відправниками (GLBP Secondary VFs, GLBP Secondary Virtual Forwarders) і знаходяться у резерві. Вторинний шлюз-відправник може стати активним шлюзом-відправником після виходу з ладу одного з активних шлюзів-відправників.

Основними завданнями шлюзу-диспетчера є:

– вибір активних компонентів групи резервування та розподіл між ними віртуальних MAC-адрес шлюзу;

– розподіл зовнішніх запитів між активними членами групи резервування (за рахунок видачі ARP-відповідей із різними віртуальними MAC-адресами на запити до віртуальної IP-адреси).

Вибори активного та резервного віртуальних шлюзів-диспетчерів GLBP здійснюються на основі механізму пріоритетів (Priority). Пріоритет може набувати значень у діапазоні від 0 до 255. Маршрутизатор із найбільшим пріоритетом вибирається як активний віртуальний шлюз-диспетчер GLBP. Маршрутизатор із наступним пріоритетом вибирається як резервний віртуальний шлюз-диспетчер GLBP. Решта маршрутизаторів уважаються запасними віртуальними шлюзами-диспетчерами GLBP.

Якщо пріоритети маршрутизаторів, які претендують на роль активного шлюза-диспетчера GLBP, однакові, то виконується порівняння їх IP-адрес, і маршрутизатор із найбільшою адресою стає активним віртуальним шлюзом-диспетчером GLBP. Якщо пріоритети маршрутизаторів, які претендують на роль резервного, однакові, також виконується порівняння їх IP-адрес, і маршрутизатор із найбільшою адресою стає резервним віртуальним шлюзом-диспетчером GLBP.

Для підтвердження свого статусу активний віртуальний шлюз-диспетчер групи резервування GLBP періодично (через інтервал Hello Time) розсилає решті шлюзів-диспетчерів повідомлення свого існування GLBP Hello. Якщо резервний і запасні віртуальні шлюзи-диспетчери не отримують повідомлення GLBP Hello через певний проміжок часу (інтервал Hold Time), то вони констатують, що активний віртуальний шлюз-диспетчер вийшов із ладу (або вимкнений примусово), відповідно резервний віртуальний шлюз-диспетчер стає активним, і серед запасних віртуальних шлюзів-диспетчерів обирається новий резервний віртуальний шлюз-диспетчер. Для обміну адресною інформацією між активним віртуальним шлюзом-диспетчером і рештою пристроїв групи резервування GLBP використовуються повідомлення GLBP Request та GLBP Reply (GLBP Response). Структура повідомлення протоколу GLBP наведена у додатку В.

Важливими часовими параметрами протоколу GLBP також є інтервали Redirect Time та Secondary Hold Time. Інтервал Redirect Time – це інтервал, протягом якого активний віртуальний шлюз-диспетчер переспрямовує запити клієнтів до активних віртуальних шлюзів-відправників. Використовується з метою продовження пересилки нових ARP-запитів у відповідності до поточної схеми балансування навантаження до моменту, поки непрацездатний віртуальний шлюз-відправник не відновить свою роботу. Якщо така ситуація виникне протягом інтервалу Redirect Time, то відновлений віртуальний шлюз-відправник повернеться до стану свого попереднього завантаження. Як правило, інтервал Redirect Time отримується від активного віртуального шлюзу-диспетчера.

Інтервал Secondary Hold Time – це інтервал, протягом якого вторинний віртуальний шлюз-відправиник залишається коректним при виході з ладу первинного шлюзу-відправника. Вторинний віртуальний шлюз-відправник видаляється, якщо цей інтервал спливає. Якщо вторинний віртуальний шлюз-відправиник видалений, то навантаження перерозподіляється між рештою віртуальних шлюзів-відправників. Цей інтервал повинен бути більшим, ніж час існування записів в ARP-таблицях кінцевих вузлів. Як правило, цей інтервал отримується від активного віртуального шлюзу-диспетчера.

У ході виконання операцій протоколу маршрутизатор групи резервування GLBP може знаходитися в одному з таких станів:

– вимкнений стан (*Disabled State*);

– початковий стан (*Initial State*);

– стан прослуховування мережі (*Listen State*);

– стан передачі повідомлень (*Speak State*);

– стан резервного шлюзу-диспетчера (*Standby State/ Standby Virtual Gateway*);

– стан активного шлюзу-диспетчера (*Active State/ Active Virtual Gateway*).

Діаграма змін станів маршрутизатора GLBP наведена на рис. 1, а.



Рис. 1. Діаграма змін станів: а – маршрутизатора GLBP;
 б – віртуального шлюзу-відправника GLBP

У стані *Disabled State* маршрутизатор не володіє інформацією про віртуальну ІР-адресу (адреса або не налагоджена, або ще не отримана від інших пристроїв), але інші параметри протоколу GLBP наявні. У стані *Initial State* інформація про віртуальну ІР-адресу наявна, але процедура налагодження віртуального шлюзу-диспетчера ще не закінчена (повинен бути активованим і налагодженим фізичний інтерфейс для маршрутизації ІР-пакетів, інтерфейсу повинна бути призначена ІР-адреса). У стані *Listen State* віртуальний шлюз отримує повідомлення GLBP Hello і готовий змінити свій стан на стан *Speak State*, якщо активний віртуальний шлюз-диспетчер або резервний віртуальний шлюз-диспетчер стануть недоступними. У стані *Speak State*  пристрій виконує спробу перейти або до стану *Standby State*, або до стану *Active State*. Стан *Standby State* свідчить про те, що пристрій виконує функції резервного віртуального шлюзу-диспетчера. Відповідно стан *Active State* свідчить про те, що пристрій виконує функції активного віртуального шлюзу-диспетчера, тобто надсилає відповіді на ARP-запити для віртуальної IP-адреси.

Після виборів активного та резервного віртуальних шлюзів-диспетчерів проводиться визначення первинного активного віртуального шлюзу-відправника, решта віртуальних шлюзів стають вторинними віртуальними шлюзами-відправниками.

У ході виконанні операцій вибору віртуального шлюзу-відправ­ника маршрутизатор групи резервування GLBP може знаходитися в одному з таких станів:

– вимкнений стан (*Disabled State*);

– початковий стан (*Initial State*);

– стан прослуховування мережі (*Listen State*);

– стан активного шлюзу-відправника (*Active State/ Active Virtual Forwarder*).

Діаграма змін станів віртуального шлюзу-відправника GLBP наведена на рис. 1, б.

У стані *Disabled State* маршрутизатор не володіє інформацією про віртуальну MAC-адресу (адреса або не налагоджена, або ще не отримана від інших пристроїв). У стані *Initial State* інформація про віртуальну MAC-адресу наявна, але процедура налагодження віртуального шлюзу-відправника ще не закінчена (повинен бути активованим і налагодженим фізичний інтерфейс для маршрутизації ІР-пакетів, інтерфейсу повинна бути призначена ІР-адреса, а також повинна бути відома віртуальна ІР-адреса). У стані *Listen State* віртуальний шлюз-відправник отримує повідомлення GLBP Hello і готовий змінити свій стан на стан *Active State*, якщо активний віртуальний шлюз-відправник стане недоступним. Стан *Active State* свідчить про те, що пристрій виконує функції активного віртуального шлюзу-відправника і готовий пересилати кадри, які будуть надсилатися за його віртуальною MAC-адресою.

У протоколі GLBP підтримуються такі режими балансування (розподілу) навантаження:

– монопольний режим балансування (None Load-Balancing);

– циклічний режим балансування (Round-Robin Load-Balancing;

– режим балансування за адресою вузла (Host-Dependent Load-Balancing);

– зважений режим балансування (Weighted Load-Balancing);

У монопольному режимі не підтримується балансування навантаження. Всі запити, які надходять до AVG, на ньому ж і опрацьовуються. При використанні даного режиму правила роботи протоколу GLBP майже повністю відповідають правилам роботи протоколу HSRP.

Циклічний режим балансування передбачає почергове використання всіх активних віртуальних шлюзів-відправників для обслуговування запитів, які надходять від вузлів локальної мережі.

Режим балансування за адресою вузла застосовується у тих випадках, коли бажано, щоб один і той же вузол локальної мережі отримував у відповідь на свої ARP-запити до AVG одну і ту ж віртуальну MAC-адресу. Особливо це актуально у разі, якщо є необхідність використовувати технологію NAT. Даний режим використовується за замовчуванням.

Використання зваженого режиму балансування передбачає наявність вагових коефіцієнтів для кожного з маршрутизаторів – членів групи резервування GLBP. Потік трафіка, який надходить від вузлів локальної мережі AVG розподіляється між AVF пропорційно значенням їх вагових коефіцієнтів. Вагові коефіцієнти протоколу GLBP призначені для керування станами маршрутизаторів групи резервування. Активний статус, як правило, отримує той пристрій, ваговий коефіцієнт якого перевищує встановлене граничне значення. Значення вагових коефіцієнтів можуть встановлюватися як статично (визначаються на основі експлуатаційних характеристик шлюзів), так і динамічно (змінюються відповідно до змін станів їх зовнішніх інтерфейсів). Механізм відстеження станів зовнішніх інтерфейсів у протоколі GLBP багато у чому схожий на відповідний механізм протоколу HSRP. Відмітність полягає у тому, що механізм протоколу GLBP забезпечує можливість зміни вагового коефіцієнта шлюзу залежно від стану протоколу мережного рівня на контрольованому інтерфейсі.

Контроль працездатності активного віртуального шлюзу-дис­петчера та активних шлюзів-відправників із використанням механізму розсилки повідомлень GLBP Hello не завжди є ефективним. Часто виникає ситуація, коли інтерфейс маршрутизатора, що бере участь у роботі протоколу GLBP, функціонує нормально, а зовнішній інтерфейс або канал зв’язку до сусіднього комунікаційного пристрою вийшов із ладу. У такому разі для вузлів локальної мережі стосовно доступності шлюзу за замовчуванням проблеми немає, а стосовно забезпечення пересилки IP-пакетів до зовнішних мереж проблема існує. Тому з метою підвищення надійності роботи у протоколі GLBP використовуються: спеціальний механізм контролю зовнішніх об’єктів (EOT, Enhanced Object Tracking) та функція Preemt. EOT забезпечує контроль стану зовнішніх (щодо інтерфейсу GLBP) інтерфейсів маршрутизатора, канальних сегментів та IP-мереж і динамічну зміну пріоритету маршрутизатора. Функція Preempt забезпечує швидкі перевибори після змін пріоритетів пристроїв. Дана функція для активного віртуального шлюзу-диспетчера за замовчуванням вимкнена, для активних віртуальних шлюзів-відправників увімкнена із затримкою 30 с. Слід зауважити, що механізм EOT та функція Preemt використовуються одночасно.

Основні параметри протоколу GLBP за замовчуванням наведені у табл. 1.

Таблиця 1

**Параметри протоколу GLBP за замовчуванням**

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика/параметр | Значення |
| Функціонування протоколу за замовчуванням | неактивований |
| Групова IP-адреса призначення  | 224.0.0.102 |
| UDP-порт (як відправника, так і отримувача) | 3222 |
| Кількість груп резервування | до 1024 |
| Кількість активних шлюзів-відправників | до 255 (фактично обмежена 4-ма) |
| Віртуальна МАС-адреса | 00-07-B4-YY-YY-YY |
| Пріоритет (вага) інтерфейсу за замовчуванням | 100 |
| Інтервал Hello Time за замовчуванням, c | 3 |
| Інтервал Hold Time за замовчуванням, c | 10 |
| Інтервал Redirect Time за замовчуванням, с | 300 |
| Інтервал Secondary Hold Time за замовчуванням, c | 3600 |
| Крок зміни пріоритету інтерфейсу при виконанні операції EOT | 10 |

Примітка: YY-YY-YY – містить: 6 бітів, які дорівнюють 0; 10 бітів – номер групи резервування протоколу GLBP, 8 бітів – номер активного шлюзу-відправника.

***Порядок налагодження
функціонування протоколу GLBP
на маршрутизаторі Cisco***

Налагодження функціонування протоколу динамічного резервування шлюзу та балансування навантаження GLBP на маршрутизаторі Cisco згідно з рекомендаціями виробника складається із певних обов’язкових та необов’язко­вих етапів. Порядок виконання згаданих етапів є таким:

1. Вибрати та активувати фізичний (Ethernet) інтерфейс маршрутизатора, налагодити параметри ІР-адресації для обраного інтерфейсу (обов’язково).
2. Активувати функціонування протоколу на обраному інтер­фейсі (обов’язково).
3. Налагодити параметри іменування групи резервування GLBP (необов’язково).
4. Налагодити параметри вибору (пріоритет) GLBP-маршрути­затора (необов’язково).
5. Налагодити часові та кількісні параметри опрацювання записів у кеш-таблиці протоколу (необов’язково).
6. Налагодити основні часові параметри відправки та утри­мання повідомлень протоколу (необов’язково).
7. Налагодити додаткові часові параметри протоколу (необов’язково).
8. Налагодити метод (та у разі необхідності параметри) балансування навантаження протоколу (необов’язково).
9. Налагодити параметри відстеження (контролю) стану зовнішніх щодо GLBP логічних об’єктів і параметри впливу на роботу протоколу при змінах у станах згаданих об’єктів (необов’язково).
10. Налагодити параметри активації протоколу GLBP після відновлення функціонування зовнішніх щодо GLBP логічних об’єктів (необов’язково).
11. Налагодити параметри аутентифікації протоколу GLBP (необов’язково).

***Команди налагодження функціонування протоколу
динамічного резервування шлюзу та балансування
навантаження GLBP на маршрутизаторах Cisco***

Налагодження функціонування протоколу динамічного резервування шлюзу та балансування навантаженняGLBP може здійснюватися як на маршрутизаторах, так і на комутаторах 3-го рівня, виготовлених фірмою Cisco. Деякі відмітності у процесі налагодження можуть виникати через особливості синтаксису команд та версій Cisco IOS. Слід пам’ятати, що налагодження виконується не на маршрутизаторі у цілому, а лише на певному його інтерфейсі. За замовчуванням функціонування протоколу GLBP на інтерфейсі вимкнено.

Основною командою, від якої походить решта команд для налагодження засобів протоколу GLBP у Cisco IOS, є команда **glbp**. До переліку похідних команд входять такі команди, як: **glbp** **authentication**, **glbp** **client-cache**, **glbp** **forwarder preempt**, **glbp** **ip**, **glbp** **load-balancing**, **glbp** **name**, **glbp** **preempt**, **glbp** **priority**, **glbp** **timers**, **glbp weighting, glbp weighting track.** Важливими командами для налагодження також є команда **track** та похідні від неї команди **track interface**, **track ip route**, **track list**, **track** **rtr**. Призначення та синтаксис вищезгаданих команд наведено нижче.

Для активації функціонування протоколу GLBP використовується команда **glbp ip**. Ця ж команда використовується для призначення віртуальної ІР-адреси групі резервування GLBP. Для зазначення текстової назви групи резервування протоколу GLBP застосовується команда **glbp** **name**. Зміна пріоритету GLBP-маршрути­затора здійснюється за допомогою команди **glbp** **priority**. Основні часові параметри розсилки та опрацювання повідомлень протоколу GLBP можна змінити за допомогою команди **glbp** **timers**. Додаткові часові параметри змінюються модифікацією попередньої команди – командою **glbp** **timers redirect**. Кількісні та часові параметри збереження та опрацювання записів у кеш-таблиці протоколу можна змінити за допомогою команди **glbp** **client-cache**.

Для вибору режиму балансування навантаження призначена команда **glbp** **load-balancing**. Для встановлення вагових коефіцієнтів при використанні зваженого режиму балансування застосовується команда **glbp weighting**. Модифікація команди **glbp weighting** – команда **glbp weighting track** дає змогу відстежувати стан зовнішніх щодо GLBP логічних об’єктів, пов’язаних із функціонуванням певних елементів мережі (інтерфейсів, каналів, протоколів), і впливати на роботу протоколу в разі виходу їх з ладу. Із застосуванням цієї команди тісно пов’язане застосування команд **glbp** **preempt** та **glbp** **forwarder preempt**. Активація функції перевиборів активного шлюзу-диспетчера після відновлення роботи попереднього активного шлюзу-диспетчера здійснюється за допомогою команди **glbp** **preempt**. Активація можливості для поточного пристрою взяти на себе функції активного віртуального шлюзу-відправника у випадку, якщо поточний активний віртуальний шлюз-відправник опустився нижче від порогового значення, здійснюється за допомогою команди **glbp** **forwarder preempt**.

Команда **glbp weighting track** такожпередбачає використання спеціалізованих команд, похідних від команди **track**, що забезпечують функціонування механізму EOT на маршрутизаторах Cisco як для протоколу GLBP, так і для протоколу VRRP. Серед команд **track** слід згадати команди **track interface**, **track ip route**, **track list**, **track** **rtr**. Після виконання цих команд здійснюється перехід у спеціальний режим config-track, у якому доступний набір інших спеціалізованих команд, зокрема команда налаштування затримок **delay**. Команда **track interface** застосовується для створення логічного об’єкта, що буде відстежувати або стан протоколу фізичної лінії (каналу) для певного інтерфейсу, або наявність маршруту у таблиці маршрутизації і можливість інтерфейсу маршрутизувати IP-пакети. За допомогою команди **track ip route** можна налагодити логічний об’єкт відстеження доступності певної віддаленої мережі. Команда **track list** дає змогу об’єднувати створені логічні об’єкти в один об’єкт і надалі відстежувати його стан.

У протоколі GLBP наявні засоби підвищення рівня захищеності при обміні службовими повідомленнями – засоби взаємної аутентифікації пристроїв, що входять у групу резервування GLBP. Налагодження аутентифікації здійснюється за допомогою команди **glbp authentication**.

Синтаксис команди **glbp authentication** (режим конфігурування інтерфейсу):

**glbp *group\_number* authentication md5 { { key-string [0 | 7] *key\_string* } | { key-chain *key\_chain* } } | text *string****,*

де  ***group\_number*** – номер групи резервування протоколу GLBP; може набувати значень від 0 до 1023;

**md5 –** службова конструкція, за допомогою якої зазначається, що для аутентифікації пристроїв буде використовуватися функція хешування MD;

**key-string** – службова конструкція, за допомогою якої зазна­чається, що буде використовуватися ключ *key*\_*string*, який може бути незашифрованим текстовим ключем (0) або зашифрованим за алгоритмом Віженера ключем (7);

***key\_*string** – текстовий ключ довжиною до 100 символів;

**key-chain –** службова конструкція, за допомогою якої зазначається, що буде використовуватися попередньо згенерований ключ;

***key\_chain*** – попередньо згенерований ключ;

**text** – службова конструкція, за допомогою якої зазначається, що буде застосовуватися аутентифікація з використанням звичайного відкритого пароля;

**string** – текстовий рядок пароля.

Синтаксис команди **glbp client-cache** (режим конфігурування інтерфейсу):

**glbp *group\_number* client-cache maximum *number\_value* [ timeout *timeout\_value* ]**,

де  ***group\_number*** – номер групи резервування протоколу GLBP; може набувати значень від 0 до 1023;

**maximum** –службова конструкція, за допомогою якої зазначається, яка кількість клієнтів буде збережена у кеш-таблиці протоколу;

***number\_value*** – максимальна кількість клієнтів у кеш-таблиці протоколу; може набувати значень від 8 до 2000;

**timeout** – службова конструкція, за допомогою якої зазначається інтервал часу збереження записів у кеш-таблиці протоколу;

***timeout\_value*** – значення інтервалу часу (хв); може набувати значень від 1 до 1440; рекомендується встановлювати значення, дещо більше, ніж значення інтервалу часу збереження запису в ARP-таб­лиці (ARP-кеші).

Синтаксис команди **glbp forwarder** **preempt** (режим конфігурування інтерфейсу):

**glbp** ***group\_number* forwarder** **preempt** [ **delay minimum**
***delay\_value***]*,*

де  ***group\_number*** – номер групи резервування протоколу GLBP; може набувати значень від 0 до 1023;

**delay minimum** – службова конструкція, за допомогою якої зазначається мінімальна затримка перед тим, як пристрій візьме на себе фукнції віртуального шлюзу-відправника;

***delay\_value*** – значення інтервалу затримки (с), може набувати значень від 0 до 3600; за замовчуванням дорівнює 30 с.

Синтаксис команди **glbp ip** (режим конфігурування інтерфейсу):

**glbp *group\_number* ip [ *IP\_address* [ secondary ] ]***,*

де  ***group\_number*** – номер групи резервування протоколу GLBP; може набувати значень від 0 до 1023;

***IP\_address*** – ІР-адреса для групи резервування протоколу GLBP (ІР-адреса шлюзу за замовчуванням для кінцевих вузлів) у десятковому записі;

**secondary** – службова конструкція, за допомогою якої зазначається, що вказана ІР-адреса є вторинною GLBP-адресою.

Синтаксис команди **glbp load-balancing** (режим конфігурування інтерфейсу):

**glbp** ***group\_number* load-balancing** [ **host-dependent** | **round-robin** | **weighted** ]*,*

де  ***group\_number*** – номер групи резервування протоколу GLBP; може набувати значень від 0 до 1023;

**host-dependent** – службова конструкція, за допомогою якої зазначається, що використовується режим балансування навантаження за адресою вузла;

**round-robin** – службова конструкція, за допомогою якої зазначається, що використовується циклічний режим балансування навантаження; даний режим балансування навантаження використовується за замовчуванням;

**weighted** – службова конструкція, за допомогою якої зазначається, що використовується зважений режим балансування навантаження.

Синтаксис команди **glbp name** (режим конфігурування інтерфейсу):

**glbp *group\_number* name *text****,*

де  ***group\_number*** – номер групи резервування протоколу GLBP; може набувати значень від 0 до 1023;

***text*** – текстовий рядок опису групи резервування протоколу GLBP.

Синтаксис команди **glbp preempt** (режим конфігурування інтерфейсу):

**glbp *group\_number* preempt [ delay minimum *delay\_value*]**,

де  ***group\_number*** – номер групи резервування протоколу GLBP; може набувати значень від 0 до 1023;

**delay minimum** – службова конструкція, за допомогою якої зазначається інтервал затримки перед тим, як маршрутизатор виконає спробу стати активним маршрутизатором після відновлення роботи каналу/інтерфейсу;

***delay\_value*** – значення інтервалу затримки (с), може набувати значень від 0 до 3600; за замовчуванням дорівнює 0 с.

Синтаксис команди **glbp priority** (режим конфігурування інтерфейсу):

**glbp** ***group\_number*** **priority** ***priority\_level,***

де  ***group\_number*** – номер групи резервування протоколу GLBP; може набувати значень від 0 до 1023;

***priority\_level*** – значення пріоритету GLBP-маршрутизатора; може набувати значень від 1 до 255; значення 0 зарезервовано для спеціальних цілей; за замовчуванням значення пріоритету дорівнює 100; більше значення свідчить про вищий рівень пріоритету пристрою.

Синтаксис команди **glbp timers** (режим конфігурування інтерфейсу):

**glbp *group\_number* timers { [msec] hellotime\_value** **[msec] holdtime\_value** **}** *|* **{ redirect *redirect*\_value *timeout*\_value }*,***

де  ***group\_number*** – номер групи резервування протоколу GLBP; може набувати значень від 0 до 1023;

**msec** – службова конструкція, за допомогою якої вказується на те, що значення інтервалу розсилки буде зазначено в мілісекундах;

**hellotime\_value** – значення інтервалу розсилки оновлення протоколу GLBP (с), може змінюватися у межах від 1 до 60; за замовчуванням дорівнює 3 с; якщо використовується конструкція **msec**,значення може змінюватися від 50 до 60000 мс;

**holdtime\_value** – значення інтервалу утримання під час виконання функцій AVF та/або AVG протоколу GLBP (с), може змінюватися у межах від 1 до 180 с; за замовчуванням дорівнює 10 с; якщо використовується конструкція **msec**,значення може змінюватися від 1400 до 180000 мс; рекомендується, щоб даний інтервал був більший за інтервал розсилки оновлення протоколу у три і більше разів;

**redirect –** службова конструкція, за допомогою якої вказується інтервал Redirect Time, протягом якого AVG переспрямовує запити клієнтів до AVF та інтервал Secondary Hold Time, протягом якого Secondary AVF залишається дійсним, коли Primary AVF став недоступним;

***redirect*\_value** – значення інтервалу переспрямування запитів Redirect Time (с); може змінюватися у межах від 1 до 3600 с; за замовчуванням дорівнює 300 с;

***timeout*\_value** – значення вторинного інтервалу утримання Secondary Hold Time (с); може змінюватися у межах від ***redirect*\_value +** 1 до 64800 с; за замовчуванням дорівнює 3600 с.

Синтаксис команди **glbp weighting** (режим конфігурування інтерфейсу):

**glbp *group\_number* weighting *maximum\_value* [ lower *lower\_value* ] [upper *upper\_value*]*,***

де  ***group\_number*** – номер групи резервування протоколу GLBP; може набувати значень від 0 до 1023;

***maximum\_value*** – максимальне вагове значення; може змінюватися у межах від 1 до 254;

**lower** – службова конструкція, за допомогою якої налаго­джується нижня межа вагового значення;

***lower\_value*** – значення нижньої межі вагового значення; може змінюватися у межах від 1 до ***maximum\_value* – 1**;

**upper** – службова конструкція, за допомогою якої налагоджується верхня межа вагового значення;

***upper\_value*** –значення верхньої межі вагового значення; може змінюватися у межах від ***lower\_value*** до ***maximum\_value***.

Синтаксис команди **glbp weighting** **track** (режим конфігурування інтерфейсу):

**glbp *group\_number* weighting track *object\_number* [ decrement *weight\_value*]***,*

де  ***group\_number*** – номер групи резервування протоколу GLBP; може набувати значень від 0 до 1023;

***object\_number*** – номер об’єкта для відстеження; число, яке може набувати значень від 1 до 500;

**decrement** – службова конструкція, за допомогою якої зазна­чається зменшення вагового коефіцієнта інтерфейсу в разі виникнення певної події;

***weight \_value*** – значення, на яке ваговий коефі­цієнт інтерфейсу зменшується у випадку, коли зовнішній об’єкт змінює свій стан (відключається); може змінюватися у межах від 1 до 254; за замовчуванням дорівнює 10.

Синтаксис команди **track** **interface** (режим конфігурування інтерфейсу):

**track *object\_number* interface interface\_type interface\_id { line-protocol | ip routing}**,

де  ***object\_number*** – номер об’єкта для відстеження; число, яке може набувати значень від 1 до 500;

***interface\_type*** – тип інтерфейсу, може набувати значень **Ethernet**, **FastEthernet**, **GigabitEthernet, Serial** тощо;

***interface\_id* –** ідентифікатор інтерфейсу (порту), може мати одночислове позначення ***number*** (номер порту), двочислове позначення ***module/number*** (номер модуля/номер порту), тричислове позначення ***slot/module/number*** (номер слоту/номер модуля (адаптера)/номер інтер­фейсу);

**line-protocol** – службова конструкція, за допомогою якої зазначається ознака того, що буде контролюватися функціонування протоколу фізичної лінії (каналу);

**ip routing** – службова конструкція, за допомогою якої зазначається те, що буде контролюватися наявність маршруту у таблиці маршрутизації і можливість інтерфейсу маршрутизувати IP-пакети;

Синтаксис команди **track** **ip route** (режим конфігурування інтерфейсу):

**track *object\_number*** **ip route *network\_IP-address network\_mask* { metric threshold | reachability }**,

де  ***object\_number*** – номер об’єкта для відстеження; число, яке може набувати значень від 1 до 500;

***network\_IP-address –*** ІР-адреса мережі (у десятковому записі),

***network\_mask*** – маска мережі, записана у звичайній формі;

**metric threshold**– службова конструкція, яка призначена для перевірки перевищення метрики маршруту до відповідної ІР-мережі;

**reachability** – службова конструкція, яка призначена для активації перевірки досяжності відповідної ІР-мережі.

Синтаксис команди **track** **list** (режим конфігурування інтерфейсу):

**track *object\_number* list boolean {and | or } | threshold { percentage | weight }**,

де  ***object\_number*** – номер об’єкта для відстеження; число, яке може набувати значень від 1 до 500;

**boolean** – службова конструкція, за допомогою якої обирається логічна операція (**and** чи **or)**, яка буде виконуватися над об’єктами відстеження;

**and** –службова конструкція, за допомогою якої зазначається, що буде використовуватися операція логічного ,,ТА”;

**or** –службова конструкція, за допомогою якої зазначається, що буде використовуватися операція логічного ,,АБО”;

**threshold** – службова конструкція, за допомогою якої вказується варіант перевищення одного з параметрів **percentage** чи **weight**;

**percentage** – службова конструкція, за допомогою якої зазначається, що буде використовуватися параметр **percentage**;

**percentage** – службова конструкція, за допомогою якої зазначається, що буде використовуватися параметр **weight**.

Синтаксис команди **delay** (режим конфігурування параметрів відстеження об’єкта config-track):

**delay up | down *delay\_value***,

де  **up** – службова конструкція, за допомогою якої вказується затримка інформування після активації об’єкта відстеження;

**down** – службова конструкція, за допомогою якої вказується затримка інформування після деактивації об’єкта відстеження;

***delay\_value –*** значення інтервалу затримки (с); може змінюватися у межах від 1 до 180 с.

## *Команди моніторингу та діагностики роботи протоколу динамічного резервування шлюзу та балансування навантаження GLBP на маршрутизаторах Cisco*

Для моніторингу та діагностики функціонування протоколу GLBP на маршрутизаторах Cisco використовуються як команди загального призначення, так і спеціалізовані команди. Перелік спеціалізованих команд є відносно невеликим і містить такі команди, як: **show glbp**, **show glbp *interface\_type interface\_id***, **show glbp active**, **show glbp brief**, **show glbp capability**, **show glbp disabled**, **show glbp init**, **show glbp listen**, **show glbp standby**. Важливими командами, які допомагають зрозуміти процеси передачі повідомлень протоколу GLBP, є команди відлагодження такі, як: **debug glbp**, **debug glbp errors**, **debug glbp events**, **debug glbp packets**, **debug glbp terse**. Узагальнений перелік команд моніторингу та діагностики роботи протоколу GLBP на маршрутизаторах Cisco наведений у табл. 2.

Таблиця 2

**Перелік команд моніторингу та діагностики роботи протоколу GLBP
на маршрутизаторах Cisco**

|  |  |
| --- | --- |
| Команда | Призначення |
| Команди **show glbp** |
| **show glbp** | Виведення інформації про роботу протоколу GLBP |
| **show glbp *interface\_type interface\_id*** | Виведення інформації про функціонування протоколу GLBP на певному інтерфейсі |
| **show glbp active** | Виведення інформації про групи резервування протоколу GLBP, які знаходяться у стані *Active* |
| **show glbp brief** | Виведення інформації про функціонування протоколу GLBP у скороченому вигляді |
| **show glbp capability** | Виведення інформації про можливості протоколу GLBP |
| **show glbp disabled** | Виведення інформації про відключені групи резервування протоколу GLBP |
| **show glbp init** | Виведення інформації про групи резервування протоколу GLBP, які знаходяться у стані *Initial* |
| **show glbp listen**  | Виведення інформації про групи резервування протоколу GLBP, які знаходяться у стані *Listen* |
| **show glbp standby** | Виведення інформації про групи резервування протоколу GLBP, які знаходяться у станах *Standby* або*Speak* |
| Команди **debug glbp** |
| **debug glbp** | Активувати виведення узагальненої інформації про функціонування протоколу GLBP |
| **debug glbp errors** | Активувати виведення інформації про помилки протоколу GLBP |
| **debug glbp events** | Активувати виведення інформації про події протоколу GLBP |
| **debug glbp packets** | Активувати виведення інформації про передачу повідомлень протоколу GLBP |
| **debug glbp terse** | Активувати виведення інформації про обмежений набір помилок, подій, передачу повідомлень протоколу GLBP |

## *Модельний приклад налагодження функціонування протоколу динамічного резервування шлюзу та балансування навантаження GLBP у мережі на базі обладнання Cisco*

Розглянемо специфіку налагодження роботи протоколу резервування шлюзу та балансування навантаження GLBP для мережі, схема якої наведена на рис. 2. Для забезпечення функціонування мережі використано протокол маршрутизації EIGRP.



Рис. 2. Приклад мережі

Під час побудови даної мережі для з’єднання пристроїв використано дані табл. 3. Для налагодження параметрів адресації пристроїв використано дані табл. 4.

Таблиця 3

**Параметри інтерфейсів пристроїв для прикладу**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Пристрій | Інтерфейс | Підключення до пристрою | Підключення до інтерфейсу |
| Маршрутизатор R\_1 | Fa0/0 | Комутатор SW\_1 | Fa0/1 |
| Fa0/1 | Маршрутизатор R\_3 | Fa0/0 |
| Маршрутизатор R\_2 | Fa0/0 | Комутатор SW\_1 | Fa0/2 |
| Se0/0 (DCE) | Маршрутизатор R\_3 | Se0/0 (DTE) |
| Маршрутизатор R\_3 | Fa0/0 | Маршрутизатор R\_1 | Fa0/1 |
| Fa0/1 | Комутатор SW\_2 | Fa0/1 |
| Se0/0 (DTE) | Маршрутизатор R\_2 | Se0/0 (DCE) |
| Комутатор SW\_1 | Fa0/1 | Маршрутизатор R\_1 | Fa0/0 |
| Fa0/2 | Маршрутизатор R\_2 | Fa0/0 |
| Fa0/3 | Робоча станція WS\_A\_1 | Fa0/0 |
| Fa0/4 | Робоча станція WS\_A\_2 | Fa0/0 |
| Комутатор SW\_2 | Fa0/1 | Маршрутизатор R\_3 | Fa0/1 |
| Fa0/2 | Робоча станція WS\_D\_1 | Fa0 |
| Робоча станція WS\_A\_1 | Fa0 | Комутатор SW\_1 | Fa0/3 |
| Робоча станція WS\_A\_2 | Fa0 | Fa0/4 |
| Робоча станція WS\_D\_1 | Fa0 | Комутатор SW\_2 | Fa0/2 |

Таблиця 4

**Параметри адресації мережі**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Підмережа/ Пристрій | Інтерфейс/Мережний адаптер/Шлюз | ІР-адреса | Маска підмережі | Префікс |
| Підмережа А | **–** | 195.10.1.0 | 255.255.255.0 | /24 |
| Підмережа B | **–** | 195.20.1.0 | 255.255.255.252 | /30 |
| Підмережа C | **–** | 195.30.1.0 | 255.255.255.252 | /30 |
| Підмережа D | **–** | 195.40.1.0 | 255.255.255.128 | /25 |
| Маршрутизатор R\_1 | Інтерфейс Fa0/0 | 195.10.1.252 | 255.255.255.0 | /24 |
| Інтерфейс Fa0/1 | 195.20.1.1 | 255.255.255.252 | /30 |
| Маршрутизатор R\_2 | Інтерфейс Fa0/0 | 195.10.1.253 | 255.255.255.0 | /24 |
| Інтерфейс Se0/0 | 195.30.1.1 | 255.255.255.252 | /30 |
| Маршрутизатор R\_3 | Інтерфейс Fa0/0 | 195.20.1.2 | 255.255.255.252 | /30 |
| Інтерфейс Fa0/1 | 195.40.1.126 | 255.255.255.128 | /25 |
| Інтерфейс Se0/0 | 195.30.1.2 | 255.255.255.252 | /30 |
| Віртуальний маршрутизатор  | Група резервування GLBP | 195.10.1.254 | 255.255.255.0 | /24 |
| Комутатор SW\_1 | Інтерфейс Vlan 1 | 195.10.1.250 | 255.255.255.0 | /24 |
| Шлюз за замовчуванням | 195.10.1.254 | – | – |
| Комутатор SW\_2 | Інтерфейс Vlan 1 | 195.40.1.120 | 255.255.255.128 | /25 |
| Шлюз за замовчуванням | 195.40.1.126 | – | – |
| Робоча станція WS\_A\_1 (Linux) | Мережний адаптер | 195.10.1.1 | 255.255.255.0 | /24 |
| Шлюз за замовчуванням | 195.10.1.254 | – | – |
| Робоча станція WS\_A\_2 (Windows) | Мережний адаптер | 195.10.1.2 | 255.255.255.0 | /24 |
| Шлюз за замовчуванням | 195.10.1.254 | – | – |
| Робоча станція WS\_D\_1 (Linux) | Мережний адаптер | 195.40.1.1 | 255.255.255.128 | /25 |
| Шлюз за замовчуванням | 195.40.1.126 | – | – |

Параметри налагодження протоколу GLBP для пристроїв підмережі А наведені у табл. 5.

Таблиця 5

**Параметри налагодження протоколу GLBP для пристроїв підмережі A**

|  |  |
| --- | --- |
| Параметр | Значення параметра |
| Номер групи резервування | 1 |
| Опис групи резервування | LAN-A |
| Віртуальна IP-адреса | 195.10.1.254 |
| Віртуальна MAC-адреса 1 | 00-07-b4-00-01-01 |
| Віртуальна MAC-адреса 2 | 00-07-b4-00-01-02 |
| Активний віртуальний шлюз-диспетчер (AVG) | R\_1 |
| Пріоритет AVG | 50 |
| Резервний віртуальний шлюз-диспетчер (SVG) | R\_2 |
| Пріоритет SVG | 45 |
| Інтервал розсилки оновлень протоколу Hello Time, с | 5 |
| Інтервал утримання протоколу Hold Time, с | 10 |
| Затримка перед спробою стати AVG після перезавантаження, с | 3 |

Сценарії налагодження параметрів адресації інтерфейсів та протоколу маршрутизації EIGRP для маршрутизаторів мережі наведені нижче.

**…**

**R\_1>enable**

**R\_1#configure terminal**

**R\_1(config)#interface FastEthernet 0/0**

**R\_1(config-if)#description LINK\_TO\_LAN\_A**

**R\_1(config-if)#ip address 195.10.1.252 255.255.255.0**

**R\_1(config-if)#no shutdown**

**R\_1(config-if)#exit**

**R\_1(config)#interface FastEthernet 0/1**

**R\_1(config-if)#description LINK\_TO\_R\_3**

**R\_1(config-if)#ip address 195.20.1.1 255.255.255.252**

**R\_1(config-if)#no shutdown**

**R\_1(config-if)#exit**

**R\_1(config)#router eigrp 1**

**R\_1(config-router)#network 195.10.1.0 0.0.0.255**

**R\_1(config-router)#network 195.20.1.0 0.0.0.3**

**R\_1(config-router)#exit**

**R\_1(config)#exit**

**R\_1#**

**…**

**R\_2>enable**

**R\_2#configure terminal**

**R\_2(config)#interface FastEthernet 0/0**

**R\_2(config-if)#description LINK\_TO\_LAN\_A**

**R\_2(config-if)#ip address 195.10.1.253 255.255.255.0**

**R\_2(config-if)#no shutdown**

**R\_2(config-if)#exit**

**R\_2(config)#interface Serial 0/0**

**R\_2(config-if)#description LINK\_TO\_R\_3**

**R\_2(config-if)#ip address 195.30.1.1 255.255.255.252**

**R\_2(config-if)#clock rate 64000**

**R\_2(config-if)#no shutdown**

**R\_2(config-if)#exit**

**R\_2(config)#router eigrp 1**

**R\_2(config-router)#network 195.10.1.0 0.0.0.255**

**R\_2(config-router)#network 195.30.1.0 0.0.0.3**

**R\_2(config-router)#exit**

**R\_2(config)# exit**

**R\_2#**

**…**

**R\_3>enable**

**R\_3#configure terminal**

**R\_3(config)#interface FastEthernet 0/0**

**R\_3(config-if)#description LINK\_TO\_R\_1**

**R\_3(config-if)#ip address 195.20.1.2 255.255.255.252**

**R\_3(config-if)#no shutdown**

**R\_3(config-if)#exit**

**R\_3(config)#interface FastEthernet 0/1**

**R\_3(config-if)#description LINK\_TO\_LAN\_D**

**R\_3(config-if)#ip address 195.40.1.254 255.255.255.128**

**R\_3(config-if)#no shutdown**

**R\_3(config-if)#exit**

**R\_3(config)#interface Serial 0/0**

**R\_3(config-if)#description LINK\_TO\_R\_2**

**R\_3(config-if)#ip address 195.30.1.2 255.255.255.252**

**R\_3(config-if)#no shutdown**

**R\_3(config-if)#exit**

**R\_3(config)#router eigrp 1**

**R\_3(config-router)#network 195.20.1.0 0.0.0.3**

**R\_3(config-router)#network 195.30.1.0 0.0.0.3**

**R\_3(config-router)#network 195.40.1.0 0.0.0.127**

**R\_3(config-router)#exit**

**R\_3(config)# exit**

**R\_3#**

**…**

Сценарій налагодження параметрів адресації комутатора SW\_1 та відключення функції **ip igmp snooping** наведений нижче.

**…**

**SW\_1>enable**

**SW\_1#configure terminal**

**SW\_1(config)#interface vlan 1**

**SW\_1(config-if)#ip address 195.10.1.250 255.255.255.0**

**SW\_1(config-if)#no shutdown**

**SW\_1(config-if)#exit**

**SW\_1(config)#no ip igmp snooping**

**SW\_1(config)#exit**

**SW\_1#**

**…**

Сценарії налагодження функціонування протоколу резервування шлюзу та балансування навантаження GLBP на маршрутизаторах R\_1 та R\_2 наведені нижче.

**…**

**R\_1>enable**

**R\_1#configure terminal**

**R\_1(config)#interface FastEthernet 0/0**

**R\_1(config-if)#glbp 1 ip 195.10.1.254**

**R\_1(config-if)#glbp 1 priority 50**

**R\_1(config-if)#glbp 1 name LAN-A**

**R\_1(config-if)#glbp 1 timers 5 10**

**R\_1(config-if)#glbp 1 preempt delay minimum 3**

**R\_1(config-if)#glbp 1 load-balancing weighted**

**R\_1(config-if)#glbp 1 weighting 95**

**R\_1(config-if)#glbp 1 weighting track 100 decrement 95**

**R\_1(config-if)#exit**

**R\_1(config)#track 11 interface FastEthernet 0/1 line-protocol**

**R\_1(config-track)#delay up 1**

**R\_1(config-track)#delay down 1**

**R\_1(config-track)#exit**

**R\_1(config)#track 12 interface FastEthernet 0/1 ip routing**

**R\_1(config-track)#delay up 1**

**R\_1(config-track)#delay down 1**

**R\_1(config-track)#exit**

**R\_1(config)#track 100 list boolean or**

**R\_1(config-track)#object 11**

**R\_1(config-track)#object 12**

**R\_1(config-track)#exit**

**R\_1(config)#exit**

**R\_1#**

**…**

**R\_2>enable**

**R\_2#configure terminal**

**R\_2(config)#interface FastEthernet 0/0**

**R\_2(config-if)#glbp 1 ip 195.10.1.254**

**R\_2(config-if)#glbp 1 priority 45**

**R\_2(config-if)#glbp 1 name LAN-A**

**R\_2(config-if)#glbp 1 timers 5 10**

**R\_2(config-if)#glbp 1 preempt delay minimum 3**

**R\_2(config-if)#glbp 1 load-balancing weighted**

**R\_2(config-if)#glbp 1 weighting 5**

**R\_2(config-if)#glbp 1 weighting track 200 decrement 5**

**R\_2(config-if)#exit**

**R\_2(config)#track 21 interface Serial 0/0 line-protocol**

**R\_2(config-track)#delay up 1**

**R\_2(config-track)#delay down 1**

**R\_2(config-track)#exit**

**R\_2(config)#track 22 interface Serial 0/0 ip routing**

**R\_2(config-track)#delay up 1**

**R\_2(config-track)#delay down 1**

**R\_2(config-track)#exit**

**R\_2(config)#track 200 list boolean or**

**R\_2(config-track)#object 21**

**R\_2(config-track)#object 22**

**R\_2(config-track)#exit**

**R\_2(config)#exit**

**R\_2#**

**…**

***Результати виконання команд моніторингу та діагностики роботи протоколу GLBP для розглянутого прикладу***

З метою перегляду інформації про роботу протоколу GLBP для розглянутого прикладу використано команди **show glbp** (команди **show glbp interface FastEthernet 0/0** дляданогоприкладу покажуть аналогічні результати**)**, **show glbp brief**, **show track, show track brief.** Результати роботи цих команд для маршрутизаторів R\_1 та R\_2 наведено відповідно на рис. 3 – 10.

R\_1#show glbp

FastEthernet0/0 - Group 1

 State is Active

 2 state changes, last state change 01:29:13

 Virtual IP address is 195.10.1.254

 Hello time 5 sec, hold time 10 sec

 Next hello sent in 2.296 secs

 Redirect time 600 sec, forwarder time-out 14400 sec

 Preemption enabled, min delay 3 sec

 Active is local

 Standby is 195.10.1.253, priority 45 (expires in 7.720 sec)

 Priority 50 (configured)

 Weighting 95 (configured 95), thresholds: lower 1, upper 95

 Track object 100 state Up decrement 95

 Load balancing: weighted

 IP redundancy name is "LAN-A"

 Group members:

 c401.077c.0000 (195.10.1.252) local

 c402.078b.0000 (195.10.1.253)

 There are 2 forwarders (1 active)

 Forwarder 1

 State is Active

 1 state change, last state change 01:29:03

 MAC address is 0007.b400.0101 (default)

 Owner ID is c401.077c.0000

 Redirection enabled

 Preemption enabled, min delay 30 sec

 Active is local, weighting 95

 Forwarder 2

 State is Listen

 608 state changes, last state change 00:00:34

 MAC address is 0007.b400.0102 (learnt)

 Owner ID is c402.078b.0000

 Redirection enabled, 595.144 sec remaining (maximum 600 sec)

 Time to live: 14395.144 sec (maximum 14400 sec)

 Preemption enabled, min delay 30 sec

 Active is 195.10.1.253 (primary), weighting 5 (expires in 5.140 sec)

Рис. 3. Результати виконання команди **show glbp** на маршрутизаторі R\_1

R\_2#show glbp

FastEthernet0/0 - Group 1

 State is Standby

 4 state changes, last state change 00:01:40

 Virtual IP address is 195.10.1.254

 Hello time 5 sec, hold time 10 sec

 Next hello sent in 4.104 secs

 Redirect time 600 sec, forwarder time-out 14400 sec

 Preemption enabled, min delay 3 sec

 Active is 195.10.1.252, priority 50 (expires in 9.004 sec)

 Standby is local

 Priority 45 (configured)

 Weighting 5 (configured 5), thresholds: lower 1, upper 5

 Track object 200 state Up decrement 5

 Load balancing: weighted

 IP redundancy name is "LAN-A"

 Group members:

 c401.077c.0000 (195.10.1.252)

 c402.078b.0000 (195.10.1.253) local

 There are 2 forwarders (1 active)

 Forwarder 1

 State is Listen

 2 state changes, last state change 00:01:50

 MAC address is 0007.b400.0101 (learnt)

 Owner ID is c401.077c.0000

 Time to live: 14396.868 sec (maximum 14400 sec)

 Preemption enabled, min delay 30 sec

 Active is 195.10.1.252 (primary), weighting 95 (expires in 6.864 sec)

 Forwarder 2

 State is Active

 3 state changes, last state change 00:02:15

 MAC address is 0007.b400.0102 (default)

 Owner ID is c402.078b.0000

 Preemption enabled, min delay 30 sec

 Active is local, weighting 5

R\_2#

Рис. 4. Результати виконання команди **show glbp** на маршрутизаторі R\_2

R\_1#show glbp brief

Interface Grp Fwd Pri State Address Active router Standby router

Fa0/0 1 - 50 Active 195.10.1.254 local 195.10.1.253

Fa0/0 1 1 - Active 0007.b400.0101 local -

Fa0/0 1 2 - Listen 0007.b400.0102 195.10.1.253 -

R\_1#

Рис. 5. Результати виконання команди **show glbp brief** на маршрутизаторі R\_1

R\_2#show glbp brief

Interface Grp Fwd Pri State Address Active router Standby router

Fa0/0 1 - 45 Standby 195.10.1.254 195.10.1.252 local

Fa0/0 1 1 - Listen 0007.b400.0101 195.10.1.252 -

Fa0/0 1 2 - Active 0007.b400.0102 local -

R\_2#

Рис. 6. Результати виконання команди **show glbp brief** на маршрутизаторі R\_2

R\_1#show track

Track 11

 Interface FastEthernet0/1 line-protocol

 Line protocol is Up

 1 change, last change 00:34:19

 Delay up 1 sec, down 1 sec

 Tracked by:

 Track-list 100

Track 12

 Interface FastEthernet0/1 ip routing

 IP routing is Up

 1 change, last change 00:33:39

 Delay up 1 sec, down 1 sec

 Tracked by:

 Track-list 100

Track 100

 List boolean or

 Boolean OR is Up

 2 changes, last change 00:32:43

 object 11 Up

 object 12 Up

 Tracked by:

 GLBP FastEthernet0/0 1

R\_1#

Рис. 7. Результати виконання команди **show track** на маршрутизаторі R\_1

R\_2#show track

Track 21

 Interface Serial0/0 line-protocol

 Line protocol is Up

 2 changes, last change 00:05:21

 Delay up 1 sec, down 1 sec

 Tracked by:

 Track-list 200

Track 22

 Interface Serial0/0 ip routing

 IP routing is Up

 2 changes, last change 00:05:21

 Delay up 1 sec, down 1 sec

 Tracked by:

 Track-list 200

Track 200

 List boolean or

 Boolean OR is Up

 2 changes, last change 00:05:20

 object 21 Up

 object 22 Up

 Tracked by:

 GLBP FastEthernet0/0 1

R\_2#

Рис. 8. Результати виконання команди **show track** на маршрутизаторі R\_2

R\_1#show track brief

Track Object Parameter Value

11 interface FastEthernet0/1 line-protocol Up

12 interface FastEthernet0/1 ip routing Up

100 list boolean Up

R\_1#

Рис. 9. Результати виконання команди **show track brief** на маршрутизаторі R\_1

R\_2#show track brief

Track Object Parameter Value

21 interface Serial0/0 line-protocol Up

22 interface Serial0/0 ip routing Up

200 list boolean Up

R\_2#

Рис. 10. Результати виконання команди **show track brief** на маршрутизаторі R\_2

З метою перевірки досяжності шлюзу за замовчуванням мережі А з робочих станцій WS\_A\_1 та WS\_A\_2 використано команду **ping**. З метою перевірки досяжності мережі D (зокрема, робочої станції WS\_D\_1) використано команду **tracert** (**traceroute).** Побічним результатом використання цих команд є додавання записів в ARP-таблиці відповідних вузлів. Результати виконання команд діагностики **ping**, **traceroute** (**tracert**), **arp** на робочих станціях WS\_A\_1 та WS\_A\_2 наведені відповідно на рис. 11 – 16.

root@WS\_A\_1~#ping 195.10.1.254

PING 195.10.1.254 (195.10.1.254): 56 data bytes

64 bytes from 195.10.1.254: seq=0 ttl=255 time=10.769 ms

64 bytes from 195.10.1.254: seq=1 ttl=255 time=6.331 ms

64 bytes from 195.10.1.254: seq=2 ttl=255 time=14.258 ms

64 bytes from 195.10.1.254: seq=3 ttl=255 time=9.333 ms

^C

--- 195.10.1.254 ping statistics ---

4 packets transmitted, 4 packets received, 0% packet loss

round-trip min/avg/max = 6.331/10.172/14.258 ms

root@WS\_A\_1~#

Рис. 11. Результати виконання команди **ping** на робочій станції WS\_A\_1

root@WS\_A\_1~#traceroute 195.40.1.1

traceroute to 195.40.1.1 (195.40.1.1), 30 hops max, 38 byte packets

 1 195.10.1.252 (195.10.1.252) 10.459 ms 10.886 ms 7.863 ms

 2 195.20.1.2 (195.20.1.2) 30.877 ms 31.386 ms 30.417 ms

 3 195.40.1.1 (195.40.1.1) 50.499 ms 42.296 ms 43.536 ms

root@WS\_A\_1~#

Рис. 12. Результати виконання команди **traceroute** на робочій станції WS\_A\_1

root@WS\_A\_1~#arp -a

? (195.10.1.254) at 00:07:b4:00:01:01 [ether] on eth0

root@WS\_A\_1~#

Рис. 13. Результати виконання команди **arp** на робочій станції WS\_A\_1

C:\>ping 195.10.1.254

Обмен пакетами с 195.10.1.254 по 32 байт:

Ответ от 195.10.1.254: число байт=32 время 23мс TTL=125

Ответ от 195.10.1.254: число байт=32 время 4мс TTL=125

Ответ от 195.10.1.254: число байт=32 время 6мс TTL=125

Ответ от 195.10.1.254: число байт=32 время 11мс TTL=125

Статистика Ping для 195.10.1.254:

 Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0 <0% потерь>,

Приблизительное время приема-передачи в мс:

 Минимальное = 4 мсек, Максимальное 23 мсек, Среднее = 11 мсек

C:\>

Рис. 14. Результати виконання команди **ping** на робочій станції WS\_A\_2

C:\>tracert 195.40.1.1

Трассировка маршрута к 195.4.1.2 с максимальным числом прыжков 30

 1 4 ms 10 ms 21 ms 195.10.1.253

 2 11 ms 10 ms 10 ms 195.10.1.252

 3 18 ms 31 ms 20 ms 195.20.1.2

 4 59 ms 43 ms 41 ms 195.40.1.1

Трассировка завершена.

C:\>

Рис. 15. Результати виконання команди **tracert** на робочій станції WS\_A\_2

c:\>arp -a

Интерфес: 195.10.1.2 -- 0x2

 Адрес IP Физический адрес Тип

 195.10.1.254 00:07:b4:00:01:01 динамический

c:\>

Рис. 16. Результати виконання команди **arp** на робочій станції WS\_A\_2

Необхідно зазначити, що команда **traceroute** (**tracert**) першими точками маршруту виводить не одну ІР-адресу шлюзу за замовчуванням мережі (віртуальну ІР-адресу групи резервування GLBP), а дві ІР-адреси з однієї ІР-мережі – адреси маршрутизаторів – членів групи резервування GLBP. Конкретний інтерфейс, через який відбуватиметься фактична передача трафіка, обирається відповідно до налагодженого режиму балансування навантаження. У нашому випадку – це маршрутизатор R\_1.

З метою перевірки роботи протоколу GBRP змоделюємо ситуацію виходу з ладу каналу зв’язку між маршрутизаторами R\_1 та R\_2 за рахунок відключення інтерфейсу **FastEthernet 0/1** маршрутизатора R\_1. Для відстеження інформаційного обміну між маршрутизаторами активуємо режим відлагодження на маршрутизаторі R\_2. Зміни у роботі протоколу на маршрутизаторах R\_1 та R\_2 відстежимо за допомогою команд **show glbp** та **show track brief**. Результати виконання цих команд наведені на рис. 17 – 20. Результати інформаційного обміну між маршрутизаторами наведені на рис. 21.

R\_1#show glbp

FastEthernet0/0 - Group 1

 State is Active

 2 state changes, last state change 00:14:13

 Virtual IP address is 195.10.1.254

 Hello time 5 sec, hold time 10 sec

 Next hello sent in 1.640 secs

 Redirect time 600 sec, forwarder time-out 14400 sec

 Preemption enabled, min delay 3 sec

 Active is local

 Standby is 195.10.1.253, priority 45 (expires in 6.384 sec)

 Priority 50 (configured)

 Weighting 0, low (configured 95), thresholds: lower 1, upper 95

 Track object 100 state Down decrement 95

 Load balancing: weighted

 IP redundancy name is "LAN-A"

 Group members:

 c401.077c.0000 (195.10.1.252) local

 c402.078b.0000 (195.10.1.253)

 There are 2 forwarders (0 active)

 Forwarder 1

 State is Listen

 2 state changes, last state change 00:01:03

 MAC address is 0007.b400.0101 (default)

 Owner ID is c401.077c.0000

 Redirection enabled

 Preemption enabled, min delay 30 sec

 Active is 195.10.1.253 (secondary), weighting 5 (expires in 8.012 sec)

 Forwarder 2

 State is Listen

 2 state changes, last state change 00:13:12

 MAC address is 0007.b400.0102 (learnt)

 Owner ID is c402.078b.0000

 Redirection enabled, 598.008 sec remaining (maximum 600 sec)

 Time to live: 14398.004 sec (maximum 14400 sec)

 Preemption enabled, min delay 30 sec

 Active is 195.10.1.253 (primary), weighting 5 (expires in 8.000 sec)

Рис. 17. Результати виконання команди **show glbp** на маршрутизаторі R\_1

R\_1#show track brief

Track Object Parameter Value

11 interface FastEthernet0/1 line-protocol Down (hw admin-down)

12 interface FastEthernet0/1 ip routing Down (hw admin-down)

100 list boolean Down

Рис. 18. Результати виконання команди **show track brief** на маршрутизаторі R\_1

R\_2#show track brief

Track Object Parameter Value

21 interface Serial0/0 line-protocol Up

22 interface Serial0/0 ip routing Up

200 list boolean Up

Рис. 19. Результати виконання команди **show track brief** на маршрутизаторі R\_2

R\_2#show glbp

FastEthernet0/0 - Group 1

 State is Standby

 1 state change, last state change 00:14:57

 Virtual IP address is 195.10.1.254

 Hello time 5 sec, hold time 10 sec

 Next hello sent in 2.900 secs

 Redirect time 600 sec, forwarder time-out 14400 sec

 Preemption enabled, min delay 3 sec

 Active is 195.10.1.252, priority 50 (expires in 6.688 sec)

 Standby is local

 Priority 45 (configured)

 Weighting 5 (configured 5), thresholds: lower 1, upper 5

 Track object 200 state Up decrement 5

 Load balancing: weighted

 IP redundancy name is "LAN-A"

 Group members:

 c401.077c.0000 (195.10.1.252)

 c402.078b.0000 (195.10.1.253) local

 There are 2 forwarders (2 active)

 Forwarder 1

 State is Active

 1 state change, last state change 00:02:40

 MAC address is 0007.b400.0101 (learnt)

 Owner ID is c401.077c.0000

 Time to live: 14397.824 sec (maximum 14400 sec)

 Preemption enabled, min delay 30 sec

 Active is local, weighting 5

 Forwarder 2

 State is Active

 1 state change, last state change 00:14:39

 MAC address is 0007.b400.0102 (default)

 Owner ID is c402.078b.0000

 Preemption enabled, min delay 30 sec

 Active is local, weighting 5

Рис. 20. Результати виконання команди **show glbp** на маршрутизаторі R\_2

R\_2#

\*Mar 1 00:41:11.703: GLBP: Fa0/0 1.1 Listen: k/Hello rcvd from lower pri Active router (39/195.10.1.252)

\*Mar 1 00:41:11.707: GLBP IPRAPI: Group "LAN-A" (IDB: 656EDD8C), event FORWARDER\_ACTIVE\_CHANGE

\*Mar 1 00:41:11.707: GLBP: Fa0/0 1.1 Listen -> Active

\*Mar 1 00:41:11.707: %GLBP-6-FWDSTATECHANGE: FastEthernet0/0 Grp 1 Fwd 1 state Listen -> Active

R\_2#

\*Mar 1 00:41:11.707: GLBP: Fa0/0 1.1 Redundancy "LAN-A" state Backup -> Active

\*Mar 1 00:41:11.707: GLBP IPRAPI: Group "LAN-A" (IDB: 656EDD8C), event FORWARDER\_STATE\_CHANGE

R\_2#

\*Mar 1 00:41:32.307: GLBP: Fa0/0 API ARP active virtual address 195.10.1.254 found

R\_2#

Рис. 21. Результати інформаційного обміну протоколу GLBPна маршрутизаторі R\_2

Також виконаємо перевірку досяжності шлюзу за замовчуванням мережі А та перевірку досяжності мережі D. Для цього також використаємо команди діагностики **ping, tracert** (**traceroute)**, **arp**. Результати виконання цих команд на робочих станціях WS\_A\_1 та WS\_A\_2 наведені відповідно на рис. 22 – 27.

root@WS\_A\_1~#ping 195.10.1.254

PING 195.10.1.254 (195.10.1.254): 56 data bytes

64 bytes from 195.10.1.254: seq=0 ttl=255 time=12.064 ms

64 bytes from 195.10.1.254: seq=1 ttl=255 time=5.239 ms

64 bytes from 195.10.1.254: seq=2 ttl=255 time=13.561 ms

64 bytes from 195.10.1.254: seq=3 ttl=255 time=10.502 ms

^C

--- 195.10.1.254 ping statistics ---

4 packets transmitted, 4 packets received, 0% packet loss

round-trip min/avg/max = 5.239/10.341/13.561 ms

root@WS\_A\_1~#

Рис. 22. Результати виконання команди **ping** на робочій станції WS\_A\_1

root@WS\_A\_1~#traceroute 195.40.1.1

traceroute to 195.40.1.1 (195.40.1.1), 30 hops max, 38 byte packets

 1 195.10.1.253 (195.10.1.253) 7.648 ms 8.826 ms 10.220 ms

 2 195.30.1.2 (195.30.1.2) 9.594 ms 10.748 ms 9.548 ms

 3 195.40.1.1 (195.40.1.1) 30.128 ms 19.790 ms 20.697 ms

root@WS\_A\_1~#

Рис. 23. Результати виконання команди **traceroute** на робочій станції WS\_A\_1

root@WS\_A\_1~#arp -a

? (195.10.1.254) at 00:07:b4:00:01:01 [ether] on eth0

root@WS\_A\_1~#

Рис. 24. Результати виконання команди **arp** на робочій станції WS\_A\_1

C:\>ping 195.10.1.254

Обмен пакетами с 195.10.1.254 по 32 байт:

Ответ от 195.10.1.254: число байт=32 время 21мс TTL=125

Ответ от 195.10.1.254: число байт=32 время 4мс TTL=125

Ответ от 195.10.1.254: число байт=32 время 2мс TTL=125

Ответ от 195.10.1.254: число байт=32 время 6мс TTL=125

Статистика Ping для 195.10.1.254:

 Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0 <0% потерь>,

Приблизительное время приема-передачи в мс:

 Минимальное = 2 мсек, Максимальное 21 мсек, Среднее = 8 мсек

C:\>

Рис. 25. Результати виконання команди **ping** на робочій станції WS\_A\_2

C:\>tracert 195.40.1.1

Трассировка маршрута к 195.4.1.2 с максимальным числом прыжков 30

 2 8 ms 10 ms 32 ms 195.10.1.252

 3 9 ms 10 ms 10 ms 195.30.1.2

 4 27 ms 22 ms 19 ms 195.40.1.1

Трассировка завершена.

C:\>

Рис. 26. Результати виконання команди **tracert** на робочій станції WS\_A\_2

c:\>arp -a

Интерфес: 195.10.1.2 -- 0x2

 Адрес IP Физический адрес Тип

 195.10.1.254 00:07:b4:00:01:01 динамический

c:\>

Рис. 27. Результати виконання команди **arp** на робочій станції WS\_A\_2

Результат виконання команди **tracert** (**traceroute**)також підтверджує той факт, що маршрут передачі трафіку змінився – увесь мережний трафік із підмережі А до зовнішніх мереж фізично проходитиме через маршрутизатор R\_2.

**Завдання на лабораторну роботу**

1. У середовищі віртуальної мережевої лабораторія eve.ztu.edu.ua створити проєкт мережі (рис. 28). Для побудованої мережі запо-внити описову таблицю, яка аналогічна табл. 3.



Рис. 28. Проект мережі

2. Розробити схему адресації пристроїв мережі. Для цього скористатися даними табл. 7. Результати навести у вигляді таблиці, яка аналогічна табл. 4.

3. Визначити основні параметри для налагодження протоколу GLBP для пристроїв підмережі А. Для визначення параметрів скористатися даними табл. 8. При виборі ролей GLBP-марш­рутизаторів враховувати пропускні здатності зовнішніх каналів зв’язку. Результати навести у вигляді таблиці, яка аналогічна табл. 5.

4. Провести базове налагодження пристроїв, інтерфейсів та каналів зв’язку. Провести налагодження параметрів ІР-адресації пристроїв мережі відповідно до даних, які отримані у п. 2. Перевірити наявність зв’язку між сусідніми парами пристроїв мережі. Налагодити функціонування засобів маршрутизації у побудованій мережі (для вибору методу/протоколу маршрутизації скористатися даними табл. 8).

5. Налагодити основні параметри функціонування протоколу GLBP на пристроях мережі А відповідно до даних, які отримані у п. 3. При налагодженні комутатора/комутаторів мережі врахувати особливості використання протоколу GLBP у поєднанні з функцією ip igmp snooping.

6. Дослідити функціонування протоколу GLBP на пристроях мережі та маршрути передачі трафіка між вузлами віддалених підмереж A та E за встановленого за замовчуванням циклічного режиму балансування навантаження.

7. Налагодити додаткові параметри функціонування протоколу GLBP на пристроях мережі:

– циклічний режим балансування навантаження;

– відслідковування стану зовнішніх щодо GLBP інтерфейсів маршрутизаторів (обов’язково);

– відслідковування стану зовнішніх щодо GLBP мереж (необо­в’язково).

8. Дослідити функціонування протоколу GLBP на пристроях мережі та поведінку GLBP-пристроїв за умови:

– виходу з ладу (відключення) одного з маршрутизаторів – членів групи резервування GLBP;

– виходу з ладу (відключення) одного або кількох інтерфейсів, які використовуються для формування каналів B, C, D між маршрутизаторами мережі;

– відновлення функціонування маршрутизатора – члена групи резервування GLBP, який виходив із ладу;

– відновлення функціонування інтерфейсу/інтерфейсів, які виходили з ладу.

9. Дослідити процеси передачі даних між вузлами віддалених підмереж A та E в разі виконання дій, які аналогічні діям п. 9. Звернути увагу на зміни маршрутів передачі трафіка.

Таблиця 6

**Варіанти технологій для побудови каналів (мереж)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варіанта | Канали підключення мережі А | Канал (мережа)B | Канал (мережа)С | Канал (мережа)D | Канал підключення мережі E |
| 1 | 1000BaseT | 1000BaseT | 1000BaseT | 100BaseTX | 1000BaseT |
| 2 | 100BaseTX | 1000BaseT | 100BaseTX | 1000BaseT | 100BaseTX |
| 3 | 1000BaseFX | 100BaseTX | 1000BaseT | 1000BaseT | 1000BaseT |
| 4 | 100BaseFX | 1000BaseT | 1000BaseT | Serial T1 | 100BaseTX |
| 5 | 1000BaseT | 1000BaseT | Serial T1 | 1000BaseT | 1000BaseT |
| 6 | 1000BaseT | Serial T1 | 1000BaseT | 1000BaseT | 100BaseTX |
| 7 | 100BaseTX | 100BaseTX | 100BaseTX | Serial T1 | 1000BaseT |
| 8 | 100BaseTX | 100BaseTX | Serial T1 | 100BaseTX | 100BaseTX |
| 9 | 100BaseTX | Serial T1 | 100BaseTX | 100BaseTX | 1000BaseT |
| 10 | 1000BaseFX | 1000BaseT | 100BaseTX | Serial T1 | 100BaseTX |
| 11 | 1000BaseFX | 100BaseTX | Serial T1 | 1000BaseT | 1000BaseT |
| 12 | 100BaseFX | Serial T1 | 1000BaseT | 100BaseTX | 100BaseTX |
| 13 | 1000BaseT | 1000BaseT | 1000BaseT | 1000BaseT | 1000BaseT |
| 14 | 100BaseTX | 100BaseTX | 100BaseTX | 100BaseTX | 100BaseTX |
| 15 | 1000BaseFX | 100BaseTX | 100BaseTX | Serial T1 | 1000BaseT |

Таблиця 7

**Дані для адресації підмереж (каналів)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варіанта | Підмережа A | Підмережа B | Підмережа C | Підмережа D | Підмережа E | Протокол маршру­тизації |
| ІР-адреса | Префікс | ІР-адреса | Префікс | ІР-адреса | Префікс | ІР-адреса | Префікс | ІР-адреса | Префікс |
| 1 | 193.G.N.0 | /27 | 194.G.N.0 | /30 | 195.G.N.0 | /30 | 196.G.N.0 | /30 | 197.G.N.0 | /24 | OSPF |
| 2 | 193.G.N.64 | /27 | 194.G.N.0 | /30 | 195.G.N.0 | /30 | 196.G.N.0 | /30 | 197.G.N.0 | /25 | EIGRP |
| 3 | 193.G.N.128 | /27 | 194.G.N.0 | /30 | 195.G.N.0 | /30 | 196.G.N.0 | /30 | 197.G.N.0 | /26 | OSPF |
| 4 | 193.G.N.192 | /27 | 194.G.N.0 | /30 | 195.G.N.0 | /30 | 196.G.N.0 | /30 | 197.G.N.0 | /27 | EIGRP |
| 5 | 193.G.N.0 | /28 | 194.G.N.0 | /30 | 195.G.N.0 | /30 | 196.G.N.0 | /30 | 197.G.N.0 | /28 | OSPF |
| 6 | 193.G.N.32 | /28 | 194.G.N.0 | /30 | 195.G.N.0 | /30 | 196.G.N.0 | /30 | 197.G.N.0 | /24 | EIGRP |
| 7 | 193.G.N.64 | /28 | 194.G.N.0 | /30 | 195.G.N.0 | /30 | 196.G.N.0 | /30 | 197.G.N.0 | /25 | OSPF |
| 8 | 193.G.N.96 | /28 | 194.G.N.0 | /30 | 195.G.N.0 | /30 | 196.G.N.0 | /30 | 197.G.N.0 | /26 | EIGRP |
| 9 | 193.G.N.128 | /28 | 194.G.N.0 | /30 | 195.G.N.0 | /30 | 196.G.N.0 | /30 | 197.G.N.0 | /27 | OSPF |
| 10 | 193.G.N.160 | /28 | 194.G.N.0 | /30 | 195.G.N.0 | /30 | 196.G.N.0 | /30 | 197.G.N.0 | /28 | EIGRP |

Продовження таблиці 7

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 11 | 193.G.N.192 | /28 | 194.G.N.0 | /30 | 195.G.N.0 | /30 | 196.G.N.0 | /30 | 197.G.N.0 | /24 | OSPF |
| 12 | 193.G.N.224 | /28 | 194.G.N.0 | /30 | 195.G.N.0 | /30 | 196.G.N.0 | /30 | 197.G.N.0 | /25 | EIGRP |
| 13 | 193.G.N.0 | /25 | 194.G.N.0 | /30 | 195.G.N.0 | /30 | 196.G.N.0 | /30 | 197.G.N.0 | /26 | OSPF |
| 14 | 193.G.N.0 | /26 | 194.G.N.0 | /30 | 195.G.N.0 | /30 | 196.G.N.0 | /30 | 197.G.N.0 | /27 | EIGRP |
| 15 | 193.G.N.128 | /26 | 194.G.N.0 | /30 | 195.G.N.0 | /30 | 196.G.N.0 | /30 | 197.G.N.0 | /28 | OSPF |

Таблиця 8

**Параметри для налагодження функціонування протоколу GLBP**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № варіа­н­та | Номер групи резервування | Пріоритети маршрутизаторів | Інтервали протоколу |
| Active Virtual Gateway | Standby Virtual Gateway | Virtual Gateway | Hello­time, c | Hold­time, c |
| 1 | 101 | 200 | 195 | 190 | 3 | 10 |
| 2 | 102 | 195 | 190 | 185 | 4 | 11 |
| 3 | 103 | 190 | 185 | 180 | 5 | 12 |
| 4 | 104 | 185 | 180 | 175 | 6 | 13 |
| 5 | 105 | 180 | 175 | 170 | 7 | 14 |
| 6 | 106 | 175 | 170 | 165 | 3 | 15 |
| 7 | 107 | 170 | 165 | 160 | 4 | 16 |
| 8 | 108 | 165 | 160 | 155 | 5 | 17 |
| 9 | 109 | 160 | 155 | 150 | 6 | 18 |
| 10 | 110 | 155 | 150 | 145 | 7 | 19 |
| 11 | 111 | 150 | 145 | 140 | 3 | 10 |
| 12 | 112 | 145 | 140 | 135 | 4 | 12 |
| 13 | 113 | 140 | 135 | 130 | 5 | 14 |
| 14 | 114 | 135 | 130 | 125 | 6 | 16 |
| 15 | 115 | 130 | 125 | 120 | 7 | 18 |

## Контрольні питання

1. Передумови розробки протоколу GLBP.
2. Загальна характеристика протоколу GLBP.
3. Порівняльна характеристика протоколів VRRP, HSRP, GLBP.
4. Стандартизація протоколу GLBP.
5. Характеристика протоколу GLBP стосовно моделі OSI.
6. Характеристика протоколу GLBP стосовно стеку TCP/IP.
7. Ролі пристроїв у протоколі GLBP. Група резервування протоколу VRRP.
8. Стани пристроїв у протоколі GLBP.
9. Адресація у протоколі GLBP.
10. Часові інтервали та таймери протоколу GLBP.
11. Структура повідомлення протоколу GLBP. Типи повідомлень протоколу GLBP.
12. Балансування навантаження у протоколі GLBP.