**FHRP**

**FHRP (First Hop Redundancy Protocol)** — семейство протоколов, предназначенных для создания избыточности шлюза по умолчанию. Общей идеей для данных протоколов является объединение нескольких маршрутизаторов в один виртуальный маршрутизатор с общим IP адресом. Этот IP адрес будет назначаться на хостах как адрес шлюза по умолчанию.

**HSRP** (Hot Standby Router Protocol) - Проприетарный протокол разработанный Cisco;

**VRRP** (Virtual Router Redundancy Protocol) - Свободный протокол, сделан на основе HSRP;

**GLBP** (Gateway Load Balancing Protocol) - проприетарный протокол Cisco, предназначенный для увеличения доступности маршрутизаторов выполняющих роль шлюза по умолчанию и балансировки нагрузки между этими маршрутизаторами.

**HSRP**

**HSRP**— проприетарный протокол Cisco, предназначенный для увеличения доступности маршрутизаторов выполняющих роль шлюза по умолчанию. Это достигается путём объединения маршрутизаторов в standby группу и назначения им общего IP-адреса, который и будет использоваться как шлюз по умолчанию для компьютеров в сети.

Активный маршрутизатор (**Active Router**) — маршрутизатор или маршрутизирующий коммутатор третьего уровня, выполняющий роль виртуального маршрутизатора и обеспечивающий пересылку пакетов из одной подсети в другую;

Резервный маршрутизатор (**Standby Router**) — маршрутизатор или маршрутизирующий коммутатор третьего уровня, выполняющий роль резервного виртуального маршрутизатора, ожидающего отказа активного маршрутизатора в рамках одной HSRP группы;

Группа резервирования (**Standby Group**) — группа маршрутизаторов или маршрутизирующих коммутаторов третьего уровня, которые являются членами одной HSRP-группы и обеспечивают работу и отказоустойчивость виртуального маршрутизатора.

HSRP протокол реализован поверх стека протоколов TCP/IP, для доставки служебной информации используется протокол UDP. Маршрутизаторы или маршрутизирующие коммутаторы, на которых сконфигурирован и функционирует протокол HSRP, в рамках обмена служебной информацией используют так называемые пакеты приветствия (hello packets). В свою очередь, данные пакеты отправляются на IP-адрес групповой рассылки (multicast) 224.0.0.2 (HSRP Version 1) или на 224.0.0.102 (HSRP Version 2) по протоколу UDP на порт 1985.

Адреса отправителя в hello-сообщениях:

active-маршрутизатора:

* IP-адрес настроенный на маршрутизаторе,
* Виртуальный MAC-адрес HSRP,

standby-маршрутизатора:

* IP-адрес настроенный на маршрутизаторе,
* MAC-адрес интерфейса.

**Сообщения протокола**

**Hello** — с помощью этих сообщений маршрутизатор передает другим HSRP маршрутизаторам информацию о своем состоянии и приоритете.

**Coup** — это сообщение отправляет standby маршрутизатор, когда он хочет взять на себя роль active маршрутизатора.

**Resign** — это сообщение отправляет active маршрутизатор, когда он выключается или когда маршрутизатор с более высоким приоритетом отправил сообщение hello или coup.

**Описание состояний маршрутизаторов**

Маршрутизатор в HSRP standby группе может быть в одном из таких состояний:

* **Initial** -- это начальное состояние, которое указывает на то, что HSRP не включен;
* **Learn** -- маршрутизатор ещё не определил виртуальный IP-адрес и не получал hello-сообщение от active-маршрутизатора;
* **Listen** -- маршрутизатор знает виртуальный IP-адрес, но не стал ни active ни standby маршрутизатором. Он получает сообщения от этих маршрутизаторов;
* **Speak** -- маршрутизатор отправляет периодические hello-сообщения и активно участвует в выборах active и standby маршрутизаторов. Маршрутизатор не может перейти в состояние Speak, если он не получил виртуальный IP-адрес;
* **Standby** -- маршрутизатор является кандидатом на роль active маршрутизатора и отправляет периодические hello-сообщения. Исключая переходные процессы, в группе должен быть только один маршрутизатор в состоянии Standby;
* **Active** -- маршрутизатор, который отвечает за отправку пакетов, которые отправлены на виртуальный MAC-адрес группы. Маршрутизатор отправляет периодические hello-сообщения. Исключая переходные процессы, в группе должен быть только один маршрутизатор в состоянии Active.

**Принцип действия**

Из группы маршрутизаторов HSRP выбирает один активный и один standby маршрутизаторы. Остальные маршрутизаторы выступают как просто члены группы. Активный маршрутизатор отвечает за пересылку пакетов. Standby-маршрутизатор займет место Активного маршрутизатора в случае отказа последнего. Маршрутизатор с наибольшим приоритетом, из оставшихся членов группы, в этом случае, будет выбран в качестве Standby.

Выборы проводятся на основании приоритета маршрутизатора, который может изменяться в пределах от 1 до 255. Приоритет может быть назначен вручную, что позволяет влиять на процесс выбора. Если системный администратор не определил приоритет, используется значение по умолчанию, равное 100. Если ни одному из маршрутизаторов в группе не был назначен приоритет, то приоритеты всех маршрутизаторов совпадут и активным в этом случае станет маршрутизатор с наибольшим IP-адресом интерфейса на котором настроен HSRP. В процессе работы Активный и Standby маршрутизаторы обмениваются hello-сообщениями.

По умолчанию, активный маршрутизатор, каждые 3 секунды, рассылает hello-сообщение. Если в течение 10 секунд (три длительности hello-) нет ни одного hello-сообщения от активного маршрутизатора, резервный считает, что активный маршрутизатор «упал» и берет на себя роль активного маршрутизатора.

При подключении нового маршрутизатора к уже существующей группе он не будет выбран в качестве Active, даже при наличии большего приоритета, если не настроена опция **preempt**. Для повышения безопасности можно использовать процесс аутентификации при обмене сообщениями между маршрутизаторами.

Кроме того, есть возможность отслеживать состояние интерфейсов маршрутизатора, не принимающих участия в группе HSRP (uplink к другим сетям). И в зависимости от их работоспособности менять приоритет маршрутизатора в группе. Приоритет меняется ступенчато. По умолчанию при "падении" одного из интерфейсов он уменьшается на 10. Однако для того чтобы маршрутизатор, приоритет которого в результате этих изменений стал больше, взял на себя роль Active, должна быть настроена опция **preempt**.

**VRRP**

VRRP (Virtual Router Redundancy Protocol) — сетевой протокол, предназначенный для увеличения доступности маршрутизаторов, выполняющих роль шлюза по умолчанию. Это достигается путём объединения группы маршрутизаторов в один виртуальный маршрутизатор и назначения им общего IP-адреса, который и будет использоваться как шлюз по умолчанию для компьютеров в сети.

В любой момент времени только один из физических маршрутизаторов выполняет маршрутизацию трафика, то есть становится **VRRP Master router**, остальные маршрутизаторы в группе становятся **VRRP Backup router**. Если текущий **VRRP Master router** становится недоступным, то его роль берет на себя один из **VRRP Backup** маршрутизаторов, тот у которого наивысший приоритет. Задание приоритета позволяет определить более приоритетные пути административно.

Возможные состояния:

* Initialize (инициализации)
* Backup (резервный)
* Master (основной)

Backup-маршрутизатор не будет пытаться перехватить на себя роль Master-маршрутизатора, если только у него не более высокий приоритет, чем у текущего Master-маршрутизатора. VRRP позволяет административно запретить перехват роли Master-маршрутизатора. Единственное исключение из этого правила — VRRP-маршрутизатор всегда будет становиться Master, если он владелец IP-адреса, который присвоен виртуальному маршрутизатору.

В каждом виртуальном маршрутизаторе только Master отправляет периодические VRRP-объявления на зарезервированный групповой адрес 224.0.0.18. На канальном уровне в качестве MAC-адреса отправителя VRRP-объявлений используется виртуальный MAC-адрес.

**GLBP**

GLBP (Gateway Load Balancing Protocol) — проприетарный протокол Cisco, предназначенный для увеличения доступности маршрутизаторов выполняющих роль шлюза по умолчанию и балансировки нагрузки между этими маршрутизаторами.

GLBP работает аналогично, но не идентично другим протоколам резервирования шлюза, такими как HSRP и VRRP. Эти протоколы позволяют нескольким маршрутизаторам участвовать в сконфигурированной виртуальной группе маршрутизаторов с общим виртуальным IP-адресом. Один член группы выбирается активным маршрутизатором, в то время как другие остаются неактивными до тех пор, пока не произойдет сбой с активным маршрутизатором. При этом эти резервные маршрутизаторы обладают ресурсами, которые почти не используются в течение всего времени эксплуатации этой системы. GLBP обеспечивает распределение нагрузки на несколько маршрутизаторов (шлюзов) используя один виртуальный IP-адрес и несколько виртуальных MAC-адресов. Каждый хост сконфигурирован с одинаковым виртуальным IP-адресом и все маршрутизаторы в виртуальной группе участвуют в передаче пакетов.

**Терминология протокола**

Члены GLBP группы выбирают один шлюз который будет активным виртуальным шлюзом **active virtual gateway (AVG)** для этой группы. Другие члены группы обеспечивают резервирование для AVG в случае если AVG станет недоступным. AVG назначает виртуальный MAC адрес для каждого члена GLBP группы. Каждый член группы участвует в передаче пакетов, используя виртуальный MAC адрес, выданный AVG. Этих членов группы называют **active virtual forwarders (AVFs)**. AVG ответственен за выдачу ответов по протоколу Address Resolution Protocol (ARP) на запросы к виртуальному IP-адресу. Распределение нагрузки достигается тем что AVG отвечает на ARP запросы используя разные виртуальные MAC-адреса.

В GLBP поддерживает до 4 маршрутизаторов в группе и до 1024 групп

Взаимодействие между маршрутизаторами в группе. Маршрутизаторы отправляют друг другу сообщения hello каждые 3 секунды. Сообщения отправляются на адрес 224.0.0.102, UDP порт 3222 (отправителя и получателя).

**GLBP Gateway Priority**

GLBP Gateway Priority определяет роль, которую каждый маршрутизатор AVF играет в группе. Т.е. с помощью этого свойства можно определить последовательность выбора нового AVG, если старый AVG станет недоступным. Приоритет можно определить на каждом маршрутизаторе значением от 1 до 255 командой: glbp priority. Маршрутизатор с большим приоритетом становится AVG.

По умолчанию схема выбора AVG только на основе приоритета выключена. Запасной AVF станет AVG только если текущий AVG станет недоступным. Что бы разрешить выборы AVG на основе приоритета нужно ввести команду**: glbp preempt**

**Режимы балансировки нагрузки**

GLBP поддерживает следующие режимы балансировки нагрузки:

* **None** - режим, при котором коммутатор не обеспечивает балансировку нагрузки. На все запросы клиентов он отвечает своим МАК адресом. Второй коммутатор начинает работу только после того как основной коммутатор (AVG) выйдет из строя или станет недоступным.
* **Weighted load-balancing** - балансировка нагрузки производится в соответствии с весом каждого коммутатора. Вес коммутатора назначается инженером на каждом коммутаторе отдельно. Например если в GLBP группе два коммутатора, у AVG вес 70 а у AVF 140, то нагрузка будет распределяться 1:2. Другими словами из трех полученных запросов на MAC-адрес AVG один раз ответит своим MAC-адресом и дважды MAC-адресом AVF коммутатора.
* **Host-dependent load-balancing** - этот режим используется в случае если есть необходимость в реализации трансляции адресов Network Address Translation (NAT), так как этот режим гарантирует возвращение клиенту того же MAC-адреса AVF коммутатора который он использовал ранее и следовательно NAT сессия у клиента не прерывается. Клиенты будут получать те же MAC-адреса AVF до тех пор, пока количество коммутаторов в GLBP группе не изменится.
* **Round-robin load-balancing** -- режим используется по умолчанию. В этом режиме AVG выдает MAC-адреса AVF попеременно.

**Сравнение некоторых характеристик протоколов**

