

Лабораторная работа 2. Службы DHCP. Установка и настройка в ОС Windows.

Теоретический материал.

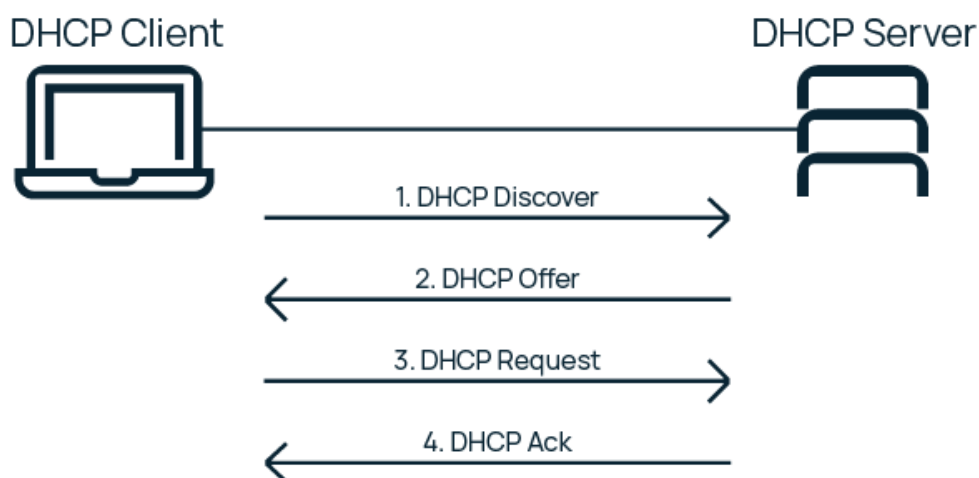
DHCP — протокол прикладного уровня модели TCP/IP, служит для назначения IP-адреса клиенту. Это следует из его названия — Dynamic Host Configuration Protocol. IP-адрес можно назначать вручную каждому клиенту, то есть компьютеру в локальной сети. Но в больших сетях это очень трудозатратно, к тому же, чем больше локальная сеть, тем выше возрастает вероятность ошибки при настройке. Поэтому для автоматизации назначения IP был создан протокол DHCP.

Впервые протокол был описан в 1993 году в документе RFC 1531, но с тех пор в описание вносились правки. На сегодняшний день основным документом, регламентирующим протокол, является RFC 2131. Помимо автоматизации процесса настройки IP, DHCP позволяет упростить диагностику подключения и переход из одной подсети в другую, оставляя уведомления для системного администратора в логах.

Принцип работы DHCP

Получение адреса проходит в четыре шага. Этот процесс называют DORA по первым буквам каждого шага: Discovery, Offer, Request, Acknowledgement.

Рассмотрим подробнее DORA — принцип работы DHCP.



Протокол DHCP, получение адреса IP — DORA

Discovery, или поиск

Изначально клиент находится в состоянии инициализации (INIT) и не имеет своего IP-адреса. Поэтому он отправляет широковещательное (broadcast) сообщение DHCPDISCOVER на все устройства в локальной сети. В той же локальной сети находится DHCP-сервер. DHCP-сервер — это, например, маршрутизатор или коммутатор, существуют также выделенные DHCP-серверы.

Не всегда одну сеть обслуживает один DHCP-сервер, нередко организации устанавливают сразу несколько. Какие порты использует DHCP? Сервер всегда слушает 67 порт, ожидает широковещательное сообщение от клиента, а после его получения отправляет ответное предложение — DHCPOFFER. Клиент принимает сообщение на 68 порту.

Offer, или предложение

DHCP-сервер отвечает на поиск предложением, он сообщает IP, который может подойти клиенту. IP выделяются из области (SCOPE) доступных адресов, которая задается администратором.

Если имеются адреса, которые не должны быть назначены DHCP-сервером, область можно ограничить, указав только разрешенные адреса. Например, администратор может задать диапазон используемых IP-адресов от 192.0.0.10 до 192.0.0.400.

Бывает и так, что не все доступные адреса должны быть назначены клиентам. Например, администратор может исключить (exclude) диапазон 192.0.0.100 — 192.0.0.200 из используемой области. Такое ограничение называется исключением.

DHCP выделяет доступные IP-адреса из области только временно (об этом позже), поэтому нет гарантии, что при следующем подключении у данного клиента останется прежний IP. Но есть возможность назначить какому-либо клиенту определенный IP навсегда. К примеру, забронировать 192.0.0.10 за компьютером системного администратора. Такое сохранение IP для отдельных клиентов называют резервацией (reservation).

DHCPOFFER содержит IP из доступной области, который предлагается клиенту отправкой широковещательного (broadcast, «если вы тот, кто запрашивал IP-адрес, то доступен вот такой») или прямого (unicast, «вы

запрашивали IP, предлагаю вот такой») сообщения. При этом, поскольку нужный клиент пока не имеет IP, для отправки прямого сообщения он идентифицируется по MAC-адресу.

Request, или запрос

Клиент получает DHCPOFFER, а затем отправляет на сервер сообщение DHCPREQUEST. Этим сообщением он принимает предлагаемый адрес и уведомляет DHCP-сервер об этом. Широковещательное сообщение почти полностью дублирует DHCPDISCOVER, но содержит в себе уникальный IP, выделенный сервером. Таким образом, клиент сообщает всем доступным DHCP-серверам «да, я беру этот адрес», а сервера помечают IP как занятый.

Acknowledgement, или подтверждение

Сервер получает от клиента DHCPREQUEST и окончательно подтверждает передачу IP-адреса клиенту сообщением DHCPACK. Это широковещательное или прямое сообщение утверждает не только владельца IP, но и срок, в течение которого клиент может использовать этот адрес.

Со схемой отправки сообщений разобрались, но, если в сети несколько DHCP-серверов, пославших предложение, какое из них выберет клиент? Хороший вопрос. В состоянии INIT, если клиент получает адрес впервые, он будет принимать только первое предложение IP. Однако, если клиент уже общался ранее с определенным DHCP-сервером, он отдаст предпочтение этому серверу и, наоборот, сервер выберет знакомого клиента.

Срок аренды

Когда DHCP-сервер выделяет IP из области, он оставляет запись о том, что этот адрес зарезервирован за клиентом с указанием срока действия IP. Этот срок действия называется срок аренды (lease time). Срок аренды может составлять от 24 часов до нескольких дней, недель или даже месяцев, он задается в настройках самого сервера.

Предоставление адреса в аренду, а не на постоянной основе необходимо по нескольким причинам. Во-первых, это разумное использование IP-адресов — отключенные или вышедшие из строя клиенты не резервируют за собой адрес. Во-вторых, это гарантия того, что новые клиенты при необходимости смогут получить уникальный адрес.

После получения адреса из области, клиент берет его в аренду на время, называемое T . Клиент переходит в связанное (BOUND) состояние и продолжает нормальную работу, пока не наступит время половины срока аренды — $T1$.

По наступлении $T1$ клиент инициализирует процедуру получения нового IP или обновления адреса — состояние RENEWING. Процесс повторного получения происходит по упрощенной схеме: клиент прямым сообщением запрашивает (DHCPREQUEST), а сервер подтверждает (DHCPACK) запрос. Время аренды начинает отсчитываться заново.

Если подтверждение (DHCPACK) от сервера не поступает, клиент снова запрашивает адрес, но только когда истекает половина $T1$. Если запрос адреса остается без ответа второй раз, клиент отправляет еще одно сообщение, когда истекает половина от $T1/2$ (25% от полного срока аренды). Следующий запрос будет отправлен после истечения еще половины оставшегося времени, потом еще половины. И так далее, пока не наступит $T2$, которое равняется 87,5%, или $7/8$ от всего времени аренды. После $T2$ все попытки продлить аренду IP будут широковещательными. Это значит, что, если первый сервер по какой-то причине недоступен, на запрос адреса сможет ответить любой другой, и работа не будет прервана.

Три подхода к распределению адресов

Сервер назначает IP одним из трех основных способов.

Статическое распределение (static allocation). Почти как ввод адреса на каждом компьютере вручную. Отличие в том, что системный администратор задает нужные соответствия IP для MAC-адресов клиентов на самом DHCP-сервере. IP останется за клиентом, даже если тот выйдет из сети, отключится, перейдет в новую сеть и т.п.

Автоматическое распределение (automatic allocation). Сервер закрепляет IP из области за каждым клиентом навсегда. Срок аренды не ограничен.

Динамическое распределение (dynamic allocation). DHCP-сервер назначает адрес из области на определенное время, называемое сроком аренды. Такой подход полезен, если число доступных IP ограничено. IP назначается каждому клиенту при подключении к сети и возвращается в область, как только клиент его освобождает. В таком случае IP может отличаться при каждом подключении, но обычно назначается прежний.

Особые DHCP сообщения

Кроме DORA — четырех сообщений для получения адреса — DHCP использует и другие. Рассмотрим каждое.

DHCPNACK. Нередко в источниках можно встретить написание DHCPNACK, что является неправильным, так как RFC 2131 регламентирует именно NAK. DHCPNACK отправляется сервером вместо окончательного подтверждения. Такой отказ может быть отправлен клиенту, если аренда запрашиваемого IP истекла или клиент перешел в новую подсеть.

DHCPRELEASE. Клиент отправляет это сообщение, чтобы уведомить сервер об освобождении занимаемого IP. Иными словами, это досрочное окончание аренды.

DHCPINFORM. Этим сообщением клиент запрашивает у сервера локальные настройки. Отправляется, когда клиент уже получил IP, но для правильной работы ему требуется конфигурация сети. Сервер информирует клиента ответным сообщением с указанием всех запрошенных опций.

Опции DHCP

Для работы в сети клиенту требуется не только IP, но и другие параметры DHCP — например, маска подсети, шлюз по умолчанию и адрес сервера. Опции представляют собой пронумерованные пункты, строки данных, которые содержат необходимые клиенту сервера параметры конфигурации. Дадим описания некоторым опциям:

- Option 1 — маска подсети IP;
- Option 3 — основной шлюз;
- Option 6 — адрес сервера DNS (основной и резервный);
- Option 51 определяет, на какой срок IP-адрес предоставляется в аренду клиенту;
- Option 55 — список запрашиваемых опций. Клиент всегда запрашивает опции для правильной конфигурации. Отправляя сообщение с Option 55, клиент выставляет список запрашиваемых числовых кодов опций в порядке предпочтения. DHCP-сервер старается отправить ответ с опциями в том же порядке.

Link-local address

Link-Local Address — адреса сети, которые предназначены только для коммуникаций в пределах одного сегмента местной сети или магистральной линии. Они позволяют обращаться к хостам, не используя общий префикс адреса.

Подсети link-local не маршрутизируются: маршрутизаторы не должны отправлять пакеты с адресами link-local в другие сети.

Адреса link-local часто используются для автоматического конфигурирования сетевого адреса, в случаях, когда внешние источники информации об адресах сети недоступны.

Типичное использование link-local адресов — автоматическое конфигурирование IP-адресов в локальных сетях Ethernet. Адрес из диапазона link-local назначается ОС хоста автоматически в случае недоступности других источников информации, например сервера DHCP.

Диапазоны и правила формирования адресов link-local

IPv4

Для IPv4 в качестве link-local адресов выделена подсеть 169.254.0.0/16 (за исключением первой и последней /24 подсети, зарезервированных для этого же на будущее). Согласно RFC 3927 (2.1), для link-local адресов зарезервирован блок с 169.254.1.0 по 169.254.254.255.

Раздел 2.1 RFC 3927 требует, чтобы адрес формировался на основе генератора псевдослучайных чисел, инициализированного адресом MAC (при его наличии).

IPv6

Для IPv6 в качестве link-local адресов выделена подсеть FE80::/10.

Согласно RFC 4862 (5.3) и RFC 4291 (2.5.1 и Appendix A), адрес формируется на основе так называемого «идентификатора интерфейса» IEEE EUI-64, уникального для интерфейса. В сетях Ethernet для его формирования используются адрес MAC (IEEE MAC-48, EUI-48), где в середину добавляют байты 0xFF и 0xFE и инвертируют U/L-бит (второй справа) в первом байте (слева). Например, из MAC адреса 00:21:2F:B5:6E:10 получится EUI-64 02:21:2F:FF:FE:B5:6E:10.

Список источников:

1. <https://selectel.ru/blog/dhcp-protocol/>
2. https://ru.wikipedia.org/wiki/Link-local_address