

Лабораторная работа 4

Протокол DHCP. Процесс назначения IP-адресов

Теоретические основы

Для нормальной работы сети каждому сетевому интерфейсу компьютера и маршрутизатора должен быть назначен IP-адрес. Процедура присвоения адресов происходит в ходе конфигурирования компьютеров и маршрутизаторов. Назначение IP-адресов может происходить вручную в результате выполнения процедуры конфигурирования интерфейса, для компьютера сводящейся, например, к заполнению системы экранных форм.

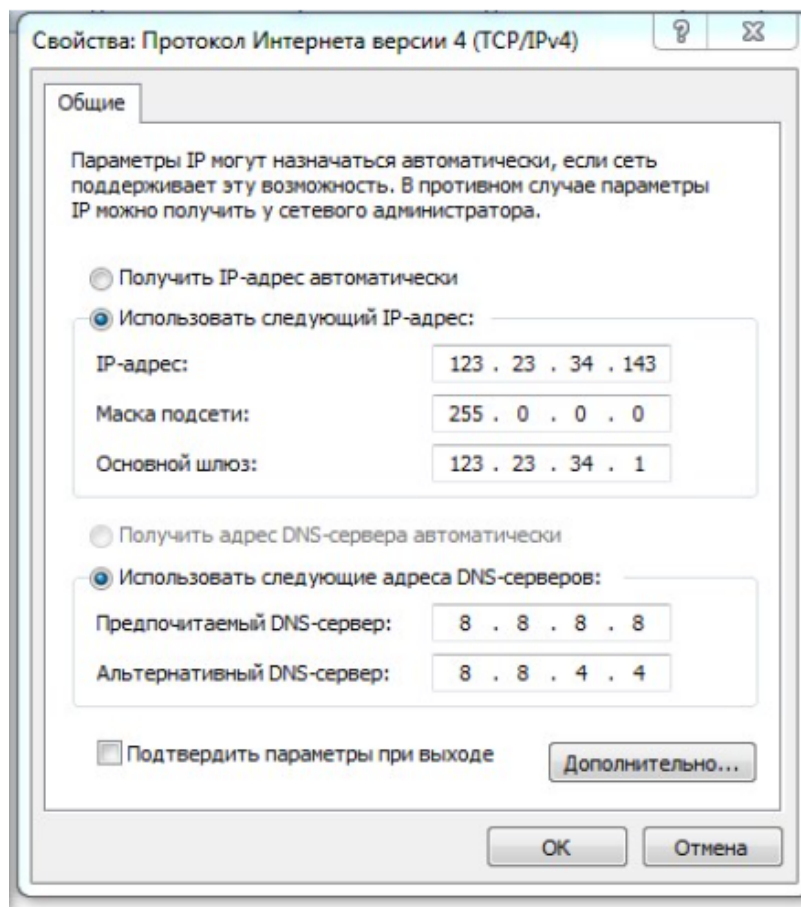


Рис. 1. Форма ввода параметров IP в Windows

При этом администратор должен помнить, какие адреса из имеющегося множества он уже использовал для других интерфейсов, а какие еще свободны. При конфигурировании помимо IP-адресов сетевых интерфейсов (и соответствующих масок) устройству сообщается ряд других конфигурационных параметров. При конфигурировании администратор должен назначить клиенту не только IP-адрес, но и другие параметры стека TCP/IP, необходимые для его эффективной работы, например маску и IP-адрес маршрутизатора, предлагаемые по умолчанию, IP-адрес DNS-сервера, доменное имя компьютера и т. п. Даже при не очень большом размере сети эта работа представляет для администратора утомительную процедуру.

Протокол динамического конфигурирования хостов (Dynamic Host Configuration Protocol, DHCP) автоматизирует процесс конфигурирования сетевых интерфейсов, гарантируя от дублирования адресов за счет централизованного управления их распределением. Протокол DHCP работает по схеме клиент-сервер. Для освобождения занятого IP-адреса применяется команда командной строки `ipconfig /release <interface>` (`sudo dhclient -r <interface>` в Linux). Для повторного запроса у DHCP-сервера IP-адреса применяется команда `ipconfig /renew <interface>` (`sudo dhclient <interface>` в Linux).

Процесс получения настроек происходит в несколько этапов и описывается схемой DORA (Discover-Offer-Request-Acknowledge):

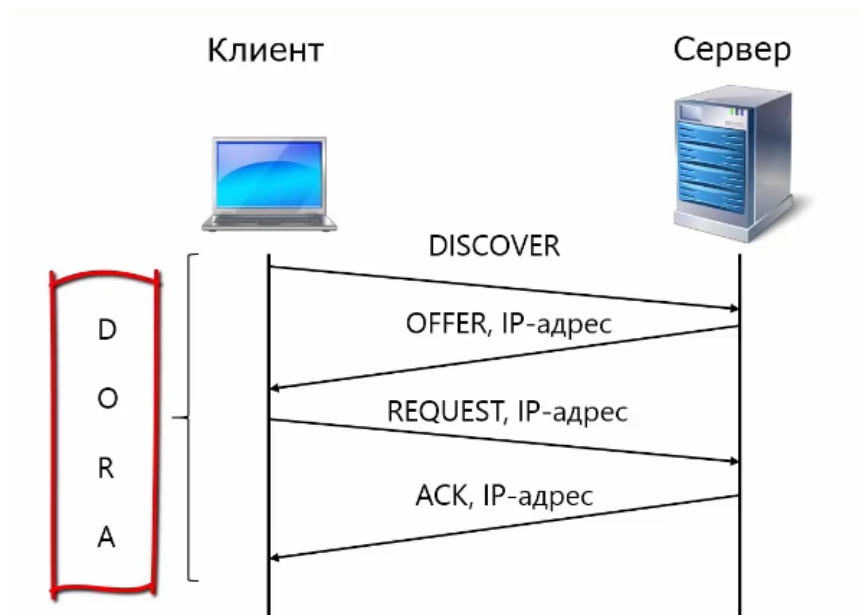


Рис. 2. Процесс получения IP-адреса

Discover (Обнаружение)

Клиент DHCP подключается к сети и приступает к инициализации (состояние INIT). Первым делом он ищет в сети подходящий DHCP-сервер, для чего отправляет запрос DHCPDISCOVER на широковещательный адрес 255.255.255.255. В качестве своего адреса клиент указывает 0.0.0.0, поскольку своего адреса у него еще нет. Также в запросе клиент указывает свой MAC-адрес. Запрос доставляется всем компьютерам, находящимся в данном сегменте сети, но отвечают на него только DHCP-сервера.

В Wireshark для поиска пакетов протокола DHCP используется одноименный фильтр `dhcp` (`bootp` в некоторых старых версиях). Там можно пронаблюдать подробности процесса DORA.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
53	6.875190	10.255.83.63	10.7.18.1	DHCP	342	DHCP Release - Transaction ID 0x7a6c9261
409	18.448323	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	344	DHCP Discover - Transaction ID 0xcdb09f04
421	19.047678	10.7.18.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP Offer - Transaction ID 0xcdb09f04
422	19.049079	0.0.0.0	255.255.255.255	DHCP	370	DHCP Request - Transaction ID 0xcdb09f04
424	19.150427	10.7.18.1	255.255.255.255	DHCP	342	DHCP ACK - Transaction ID 0xcdb09f04

Рис.3. Фильтрация DHCP-пакетов

Например, видно, что в сообщении DHCPDISCOVER и на канальном, и на сетевом уровне компьютер рассылает сообщения на широковещательные MAC- (ff:ff:ff:ff:ff:ff) и IP-адреса (255.255.255.255). Своего IP компьютер еще не имеет.

```
√ Ethernet II, Src: Chongqin_ea:24:31 (8c:c8:4b:ea:24:31), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
  > Destination: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
  > Source: Chongqin_ea:24:31 (8c:c8:4b:ea:24:31)
    Type: IPv4 (0x0800)
  > Internet Protocol Version 4, Src: 0.0.0.0, Dst: 255.255.255.255
```

Рис.4. Окно анализатора протоколов для пакета DHCPDISCOVER

Offer (Предложение)

DHCP-сервер, получивший запрос DHCPDISCOVER, анализирует его содержимое, выбирает подходящую конфигурацию сети и отправляют ее в сообщении DHCPOFFER. Обычно DHCPOFFER отправляется на MAC-адрес клиента, указанный в DHCPDISCOVER, хотя может использоваться и широковещание. Если в сети находятся несколько DHCP-серверов, то клиент получает несколько ответов DHCPOFFER и выбирает из них один, как правило полученный первым.

```
> Frame 421: 342 bytes on wire (2736 bits), 342 bytes captured (2736 bits) on interface \Device\NPF...
√ Ethernet II, Src: Routerbo_dc:46:95 (cc:2d:e0:dc:46:95), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
  > Destination: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
  > Source: Routerbo_dc:46:95 (cc:2d:e0:dc:46:95)
    Type: IPv4 (0x0800)
  > Internet Protocol Version 4, Src: 10.7.18.1, Dst: 255.255.255.255
```

Рис.4. Окно анализатора протоколов для пакета DHCPOFFER

Как видим, откликнулся DHCP-сервер, настроенный на интерфейсе роутера (это видно из MAC-адреса отправителя) с IP-адресом 10.7.18.1.

Рассмотрим данные протокола DHCP (поле Dynamic Host Configuration Protocol). Как видим, DHCP-сервер предлагает IP-адрес 10.255.83.63 для клиента с MAC-адресом нашего компьютера.

```
Your (client) IP address: 10.255.83.63
Next server IP address: 10.7.18.1
Relay agent IP address: 0.0.0.0
Client MAC address: Chongqin_ea:24:31 (8c:c8:4b:ea:24:31)
```

Рис. 5. Поле Dynamic Host Configuration Protocol пакета DHCPOFFER

Кроме IP-адреса, DHCP-сервер предлагает клиенту несколько дополнительных параметров о сети, которую необходимо знать для корректной работы, в полях Option. Например, здесь показан тип сообщения (Message Type: Offer), IP-адрес DHCP-сервера (10.7.18.1), время, на которое DHCP-сервер предлагает данный IP-адрес (1 день), маска предлагаемой подсети (255.255.254.0), адреса серверов DNS, используемых для преобразования DNS-имён (в текстовом виде, например, cisco.com, Yandex.ru) в IP-адреса, адрес шлюза по умолчанию (10.255.82.1), название внутреннего домена сети (dubki.hse.ru).

- ✓ Option: (53) DHCP Message Type (Offer)
 - Length: 1
 - DHCP: Offer (2)
- ✓ Option: (54) DHCP Server Identifier (10.7.18.1)
 - Length: 4
 - DHCP Server Identifier: 10.7.18.1
- ✓ Option: (51) IP Address Lease Time
 - Length: 4
 - IP Address Lease Time: (86400s) 1 day
- ✓ Option: (1) Subnet Mask (255.255.254.0)
 - Length: 4
 - Subnet Mask: 255.255.254.0
- ✓ Option: (3) Router
 - Length: 4
 - Router: 10.255.82.1
- ✓ Option: (6) Domain Name Server
 - Length: 8
 - Domain Name Server: 77.88.8.7
 - Domain Name Server: 8.8.8.8
- ✓ Option: (15) Domain Name
 - Length: 12
 - Domain Name: dubki.hse.ru

Рис. 6. DHCP-опции пакета DHCPOFFER

Request (Запрос)

Получив ответ сервера, клиент отвечает сообщением DHCPREQUEST, в котором «официально» запрашивает у сервера предоставленные настройки. В сообщении DHCPREQUEST содержится та же информация, что и в DHCPDISCOVER, а также IP-адрес выбранного DHCP-сервера. DHCPREQUEST отправляется на широковещательный адрес и те DHCP-сервера, чей адрес отсутствует в сообщении, понимают, что их предложение отвергнуто.

В параметрах Option видим, что клиент запрашивает предложенный ранее DHCP-сервером 10.7.18.1 адрес. Все остальные DHCP-сервера, если таковые есть в сети, прекратят работу с клиентом.

- ✓ Option: (50) Requested IP Address (10.255.83.63)
 - Length: 4
 - Requested IP Address: 10.255.83.63
- ✓ Option: (54) DHCP Server Identifier (10.7.18.1)
 - Length: 4
 - DHCP Server Identifier: 10.7.18.1

Рис. 7. DHCP-опции пакета DHCPREQUEST

Acknowledge (Подтверждение)

DHCP-сервер, адрес которого указан в DHCPREQUEST, получает сообщение и понимает, что его выбрали. Он фиксирует привязку для клиента и отвечает сообщением

DHCPACK, подтверждая выданные клиенту настройки. DHCPACK отправляется на MAC-адрес клиента, указанный в DHCPREQUEST. Клиент получает сообщение DHCPACK, проверяет настройки и применяет конфигурацию (состояние BOUND), которая была получена в сообщении DHCPOFFER.

После этого IP-адрес клиенту назначен, и им уже можно пользоваться.

Ход работы

1. Откройте Wireshark и начните захват кадров.
2. Освободите уже занятый вами IP-адрес с помощью команды *ipconfig /release <interface>* (*sudo dhclient -r <interface>* в Linux, *ipconfig set <interface> BOOTP* в MAC)
3. Запросите у DHCP-сервера IP-адрес еще раз с помощью команды *ipconfig /renew* (*sudo dhclient <interface>* в Linux, *ipconfig set <interface> DHCP* в MAC)
4. Остановите захват кадров. Выделите нужные кадры с помощью фильтра *dhcр*.
5. Проинтерпретируйте пакет DHCPOFFER: каков IP-адрес DHCP-сервера вашей сети? Каковы параметры, которые предлагает вашему устройству DHCP-сервер на втором шаге?