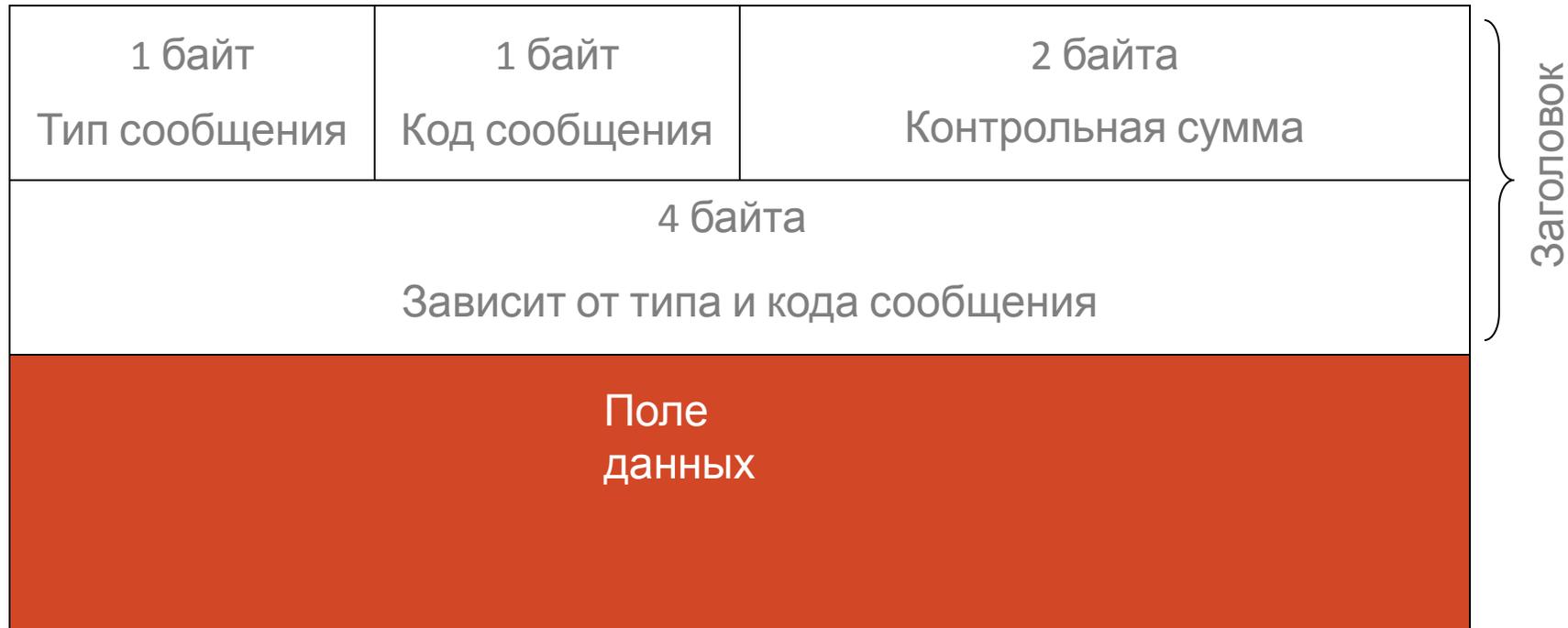


Протокол ІСМР

Протокол ICMP

- ICMP (Internet Control Message Protocol) – протокол межсетевых управляющих сообщений
- Протокол IP предоставляет сервис передачи данных без гарантии доставки:
 - В случае ошибки при передаче пакета никаких действий не предпринимается
- Функции ICMP
 - Оповещение об ошибках на сетевом уровне
 - Тестирование работоспособности сети
- Сообщения об ошибках ICMP не обязательно должны обрабатываться

Формат заголовка ISMP



Типы ICMP- сообщений

Тип	Назначение сообщения
0	Эхо-ответ
3	Узел назначения недостижим
5	Перенаправления маршрута
8	Эхо-запрос
9	Сообщение о маршрутизаторе
10	Запрос сообщения о маршрутизаторе
11	Истечение времени жизни пакета
12	Проблемы с параметрами
13	Запрос отметки времени
14	Ответ отметки времени

Коды ICMP- сообщений (для типа 3)

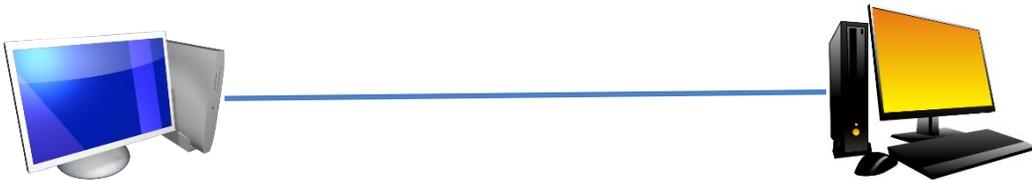
Код	Причина
0	Сеть недостижима
1	Узел недостижим
2	Протокол недостижим
3	Порт недостижим
4	Ошибка фрагментации
5	Ошибка в маршруте источника
6	Сеть назначения неизвестна
7	Узел назначения неизвестен
8	Узел-источник изолирован
9	Административный запрет

Применение ICMP

- Диагностика сети
- Утилиты
 - ping
 - traceroute (в Windows tracert)

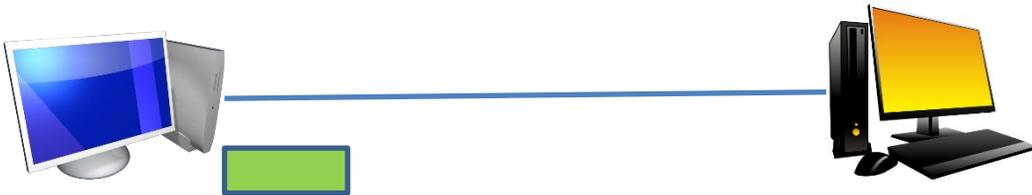
Утилита ping

- Проверка доступности компьютера в сети
- Эхо-протокол ICMP:
 - Эхо-запрос ICMP (Тип = 8, Код = 0)
 - Эхо-ответ ICMP (Тип = 0, Код = 0)



Утилита ping

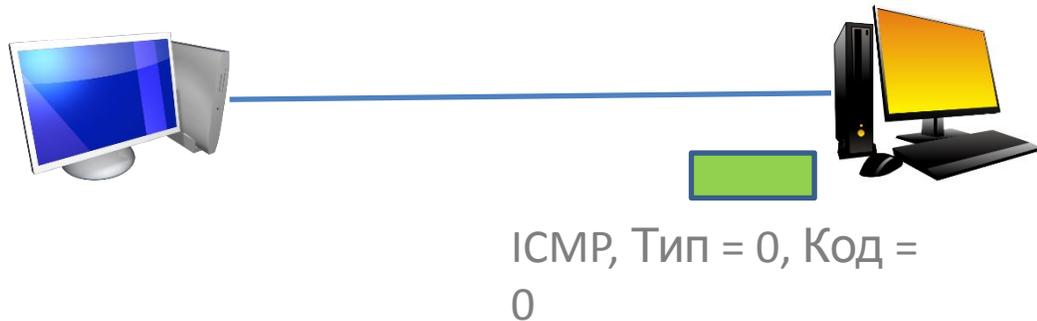
- Проверка доступности компьютера в сети
- Эхо-протокол ICMP:
 - Эхо-запрос ICMP (Тип = 8, Код = 0)
 - Эхо-ответ ICMP (Тип = 0, Код = 0)



ICMP, Тип = 8, Код =
0

Утилита ping

- Проверка доступности компьютера в сети
- Эхо-протокол ICMP:
 - Эхо-запрос ICMP (Тип = 8, Код = 0)
 - Эхо-ответ ICMP (Тип = 0, Код = 0)



Утилита ping

- `ping vk.com`
- Обмен пакетами с `vk.com` [`87.240.131.120`] с 32 байтами данных:
 - Ответ от `87.240.131.120`: число байт=32 время=42мс TTL=49
 - Ответ от `87.240.131.120`: число байт=32 время=41мс TTL=49
 - Ответ от `87.240.131.120`: число байт=32 время=41мс TTL=49
 - Ответ от `87.240.131.120`: число байт=32 время=42мс TTL=49
- Статистика Ping для `87.240.131.120`:
 - Пакетов: отправлено = 4, получено = 4, потеряно = 0
 - (0% потерь)
 - Приблизительное время приема-передачи в мс:
 - Минимальное = 41мсек, Максимальное = 42 мсек,
 - Среднее = 41 мсек

Утилита traceroute

- traceroute определяет маршрут от отправителя к получателю
- Находит адреса всех маршрутизаторов, через которые проходит пакет

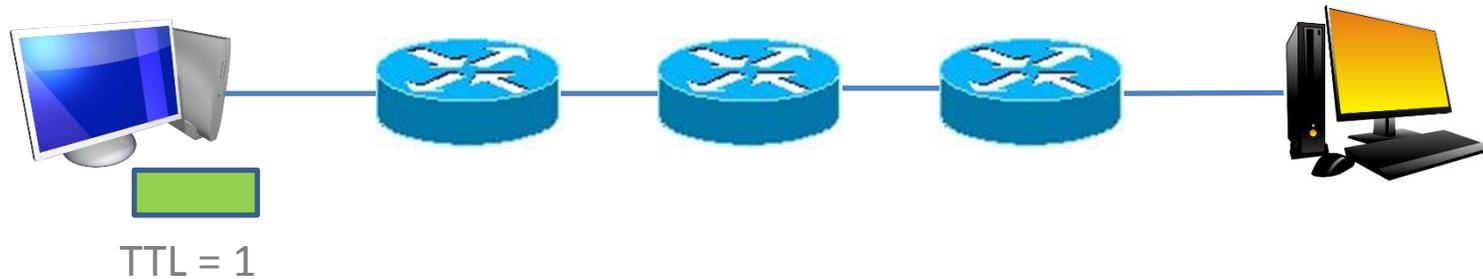
Утилита traceroute

- >tracert vk.com
- Трассировка маршрута к vk.com [87.240.131.120]
- с максимальным числом прыжков 30:

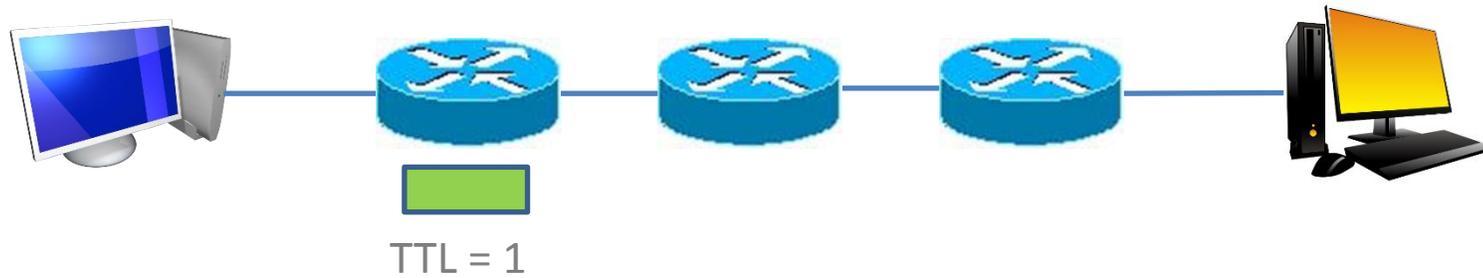
- 1 3 ms 1 ms 1 ms 10.113.192.62
- 2 1 ms 1 ms 1 ms 10.255.34.10
- 3 101 ms 1 ms 10 ms 10.255.34.4
- 4 4 ms 1 ms 1 ms 10.255.31.1
- 5 1 ms 4 ms 1 ms 10.255.31.9
- 6 1 ms 1 ms 1 ms 10.96.242.1
- 7 41 ms 41 ms 42 ms
- srv120-131-240-87.vk.com [87.240.131.120]

- Трассировка завершена.

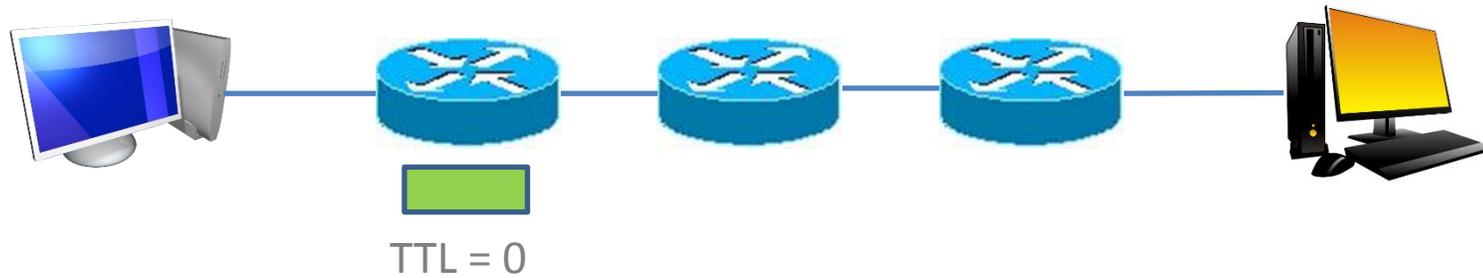
Работа утилиты traceroute



Работа утилиты traceroute



Работа утилиты traceroute

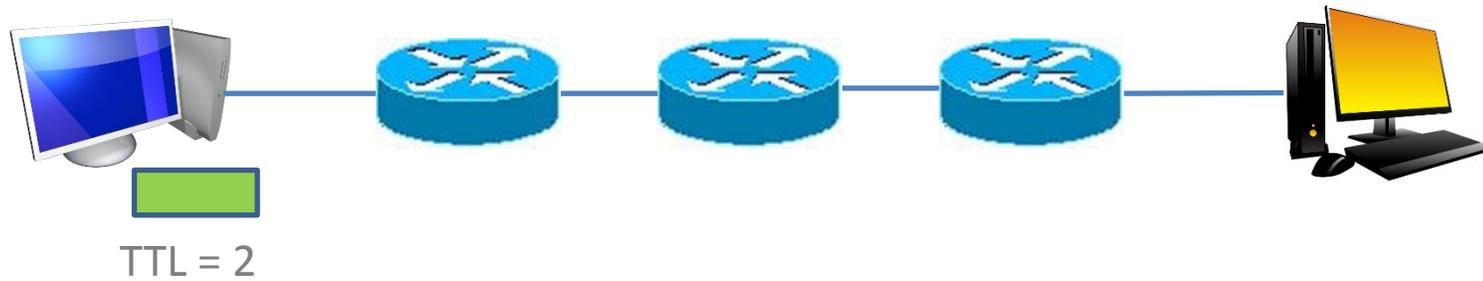


Работа утилиты traceroute

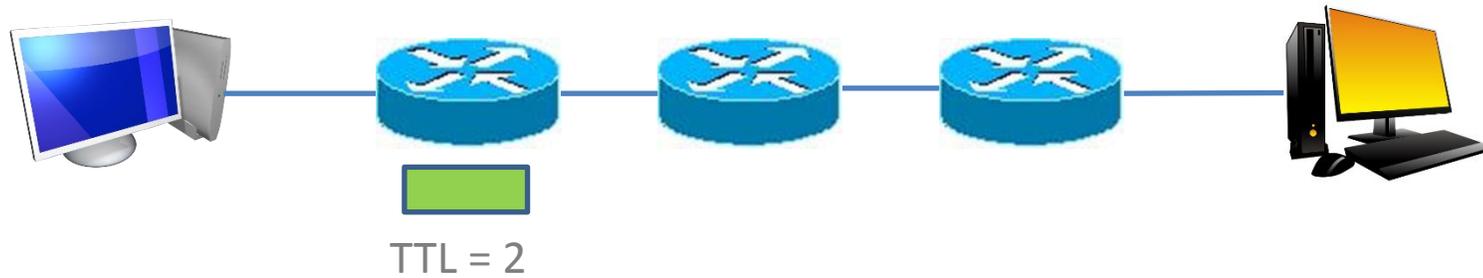
ICMP, Тип = 11, Код =
0



Работа утилиты traceroute



Работа утилиты traceroute



Работа утилиты traceroute



Работа утилиты traceroute



Работа утилиты traceroute

ICMP, Тип = 11, Код =
0



Итоги

- ICMP (Internet Control Message Protocol) – протокол межсетевых управляющих сообщений
- Функции ICMP
 - Оповещение об ошибках на сетевом уровне
 - Тестирование работоспособности сети
- Заголовок ICMP
 - Тип сообщения
 - Код сообщения
- Утилиты, использующие ICMP
 - ping
 - traceroute

Протокол ARP

Протокол ARP

- ARP (Address Resolution Protocol) – протокол разрешения адресов
- Сетевое взаимодействие выполняется с использованием IP-адресов:
 - ping 192.168.10.43
 - ssh server.university.org
- Данные передаются с помощью технологии канального уровня:
 - Ethernet, Wi-Fi, MAC-адреса
- Необходимы средства определения MAC-адреса компьютера по его IP-адресу

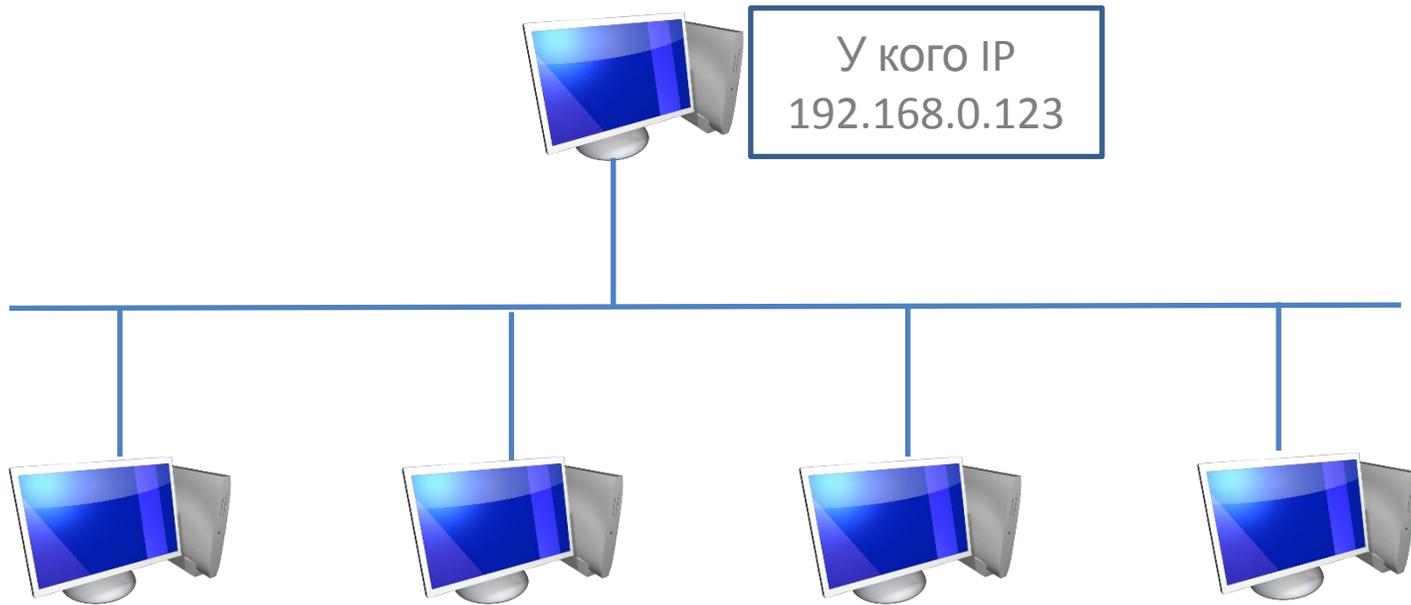
Таблица соответствия

- `$ cat /etc/ethers`
- `00:17:31:A7:83:34 192.168.1.2`
- `00:17:31:A7:83:0C 192.168.1.3`
- `00:17:31:2E:3C:EE 192.168.1.4`
- `00:17:31:A7:83:48 192.168.1.5`
- `00:17:31:A7:83:68 192.168.1.6`
- `00:17:31:9A:ED:A5 192.168.1.7`
- `00:17:31:A7:84:3A 192.168.1.8`
- `00:17:31:A7:83:5A 192.168.1.9`
- `00:17:31:A7:83:F8 192.168.1.10`

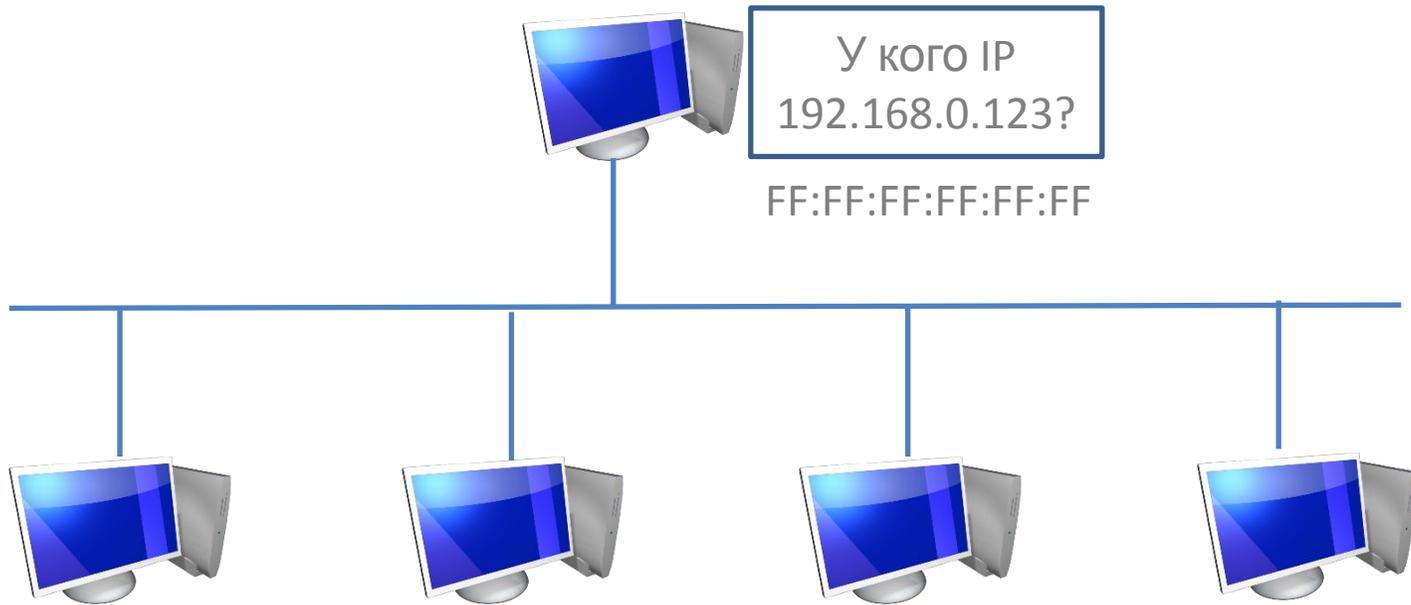
Протокол ARP

- Протокол ARP позволяет автоматически определить MAC-адрес компьютера по его IP-адресу
- ARP работает в режиме запрос-ответ

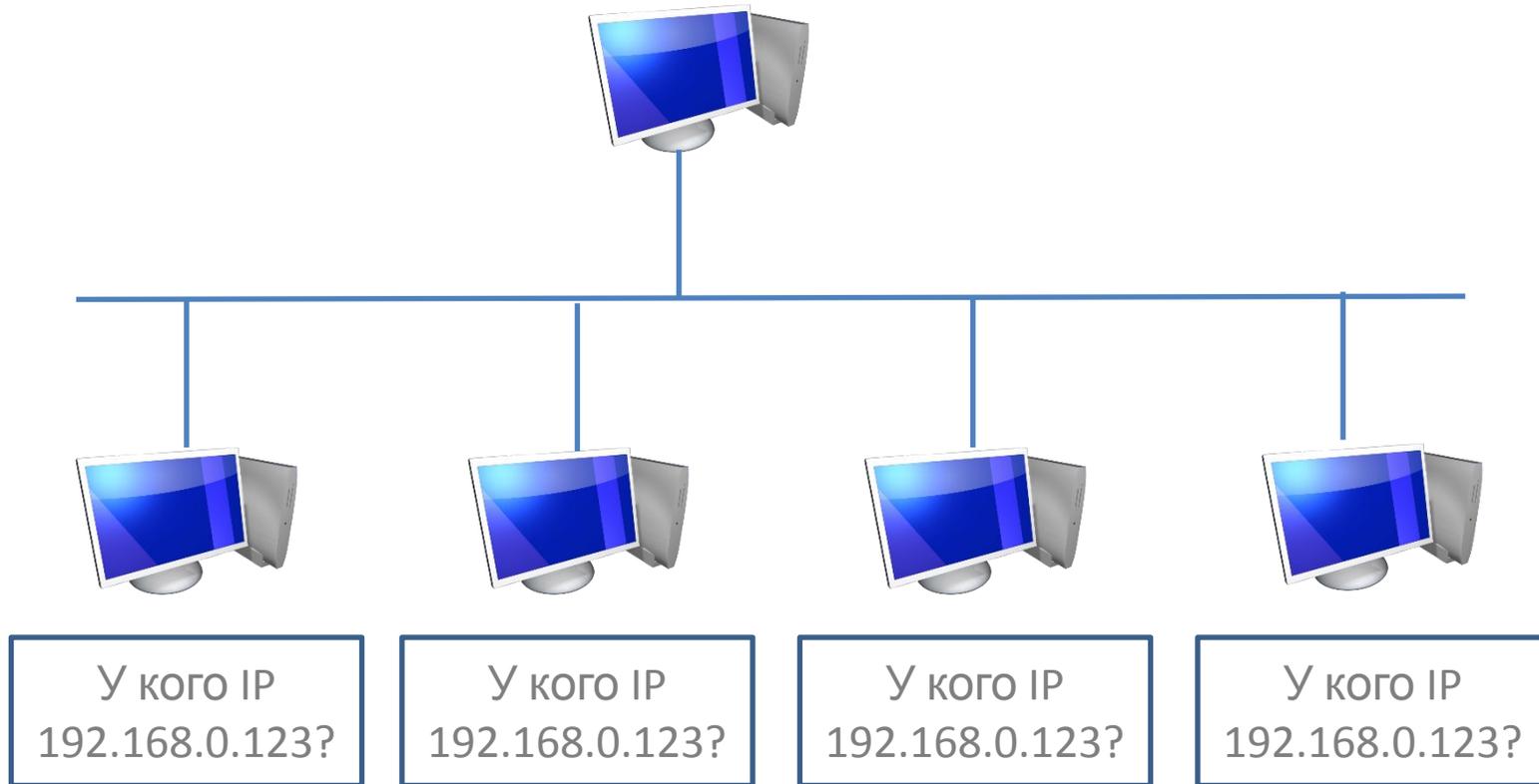
ARP-запрос



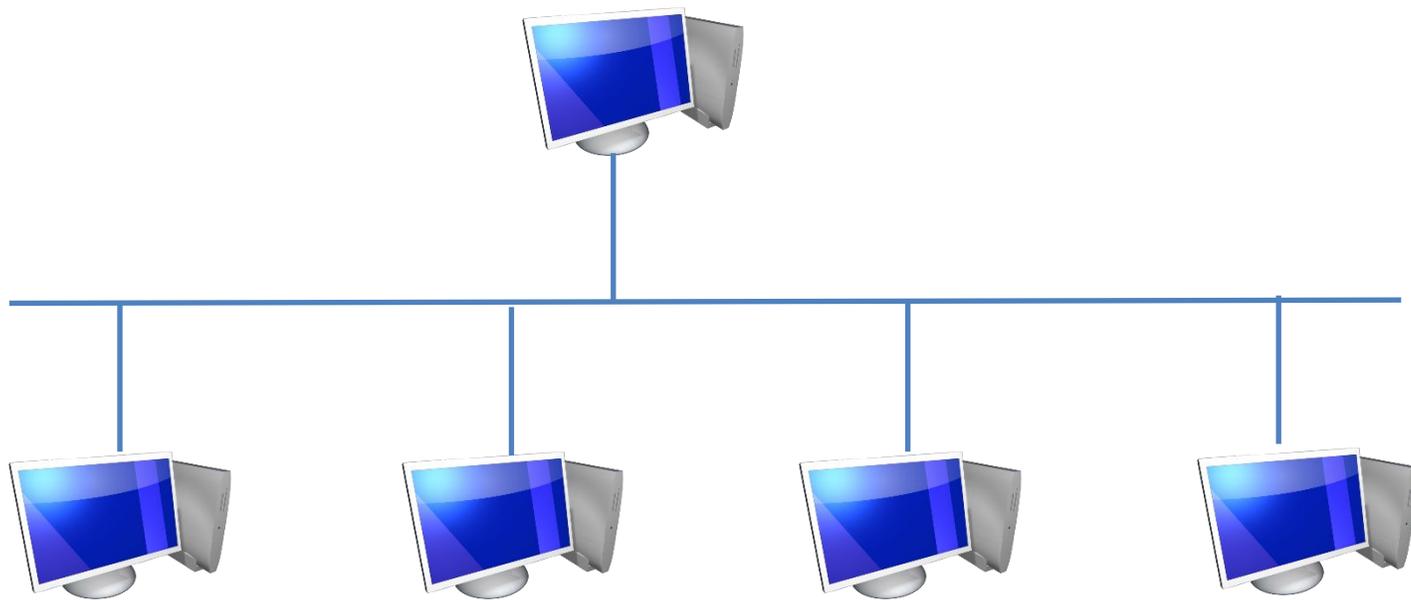
ARP-запрос



ARP-запрос

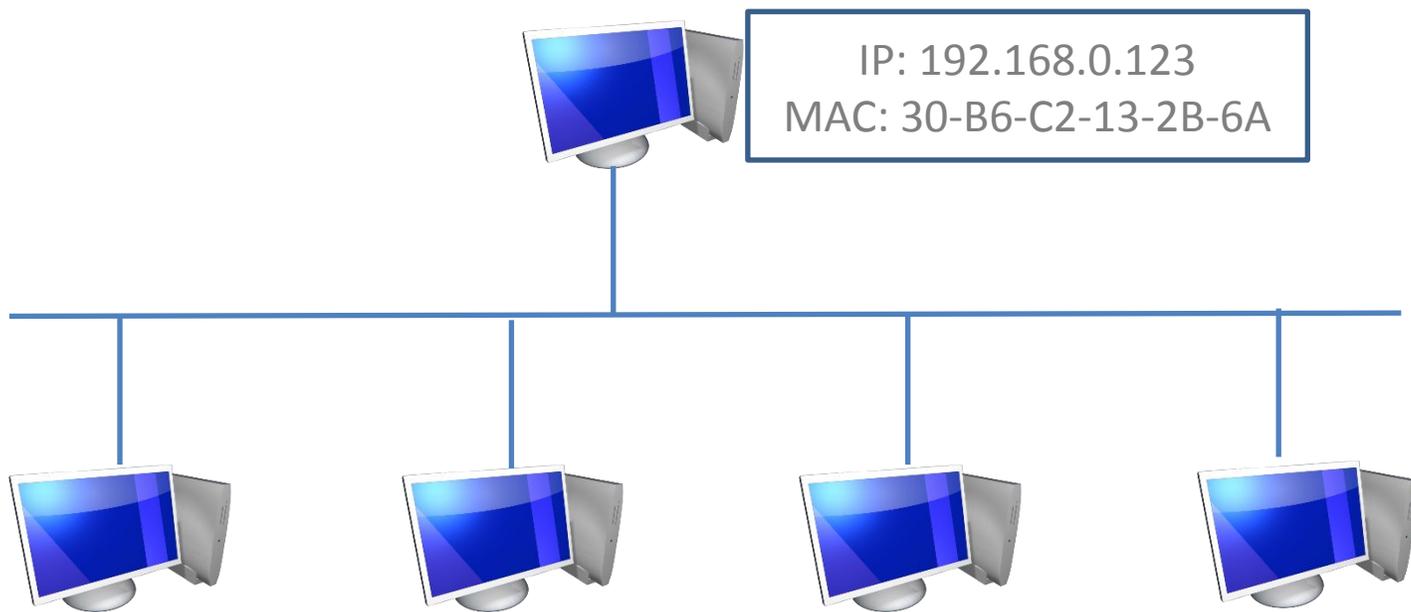


ARP-ОТВЕТ



IP: 192.168.10.43
MAC: 30-B6-C2-13-2B-6A

ARP-ОТВЕТ



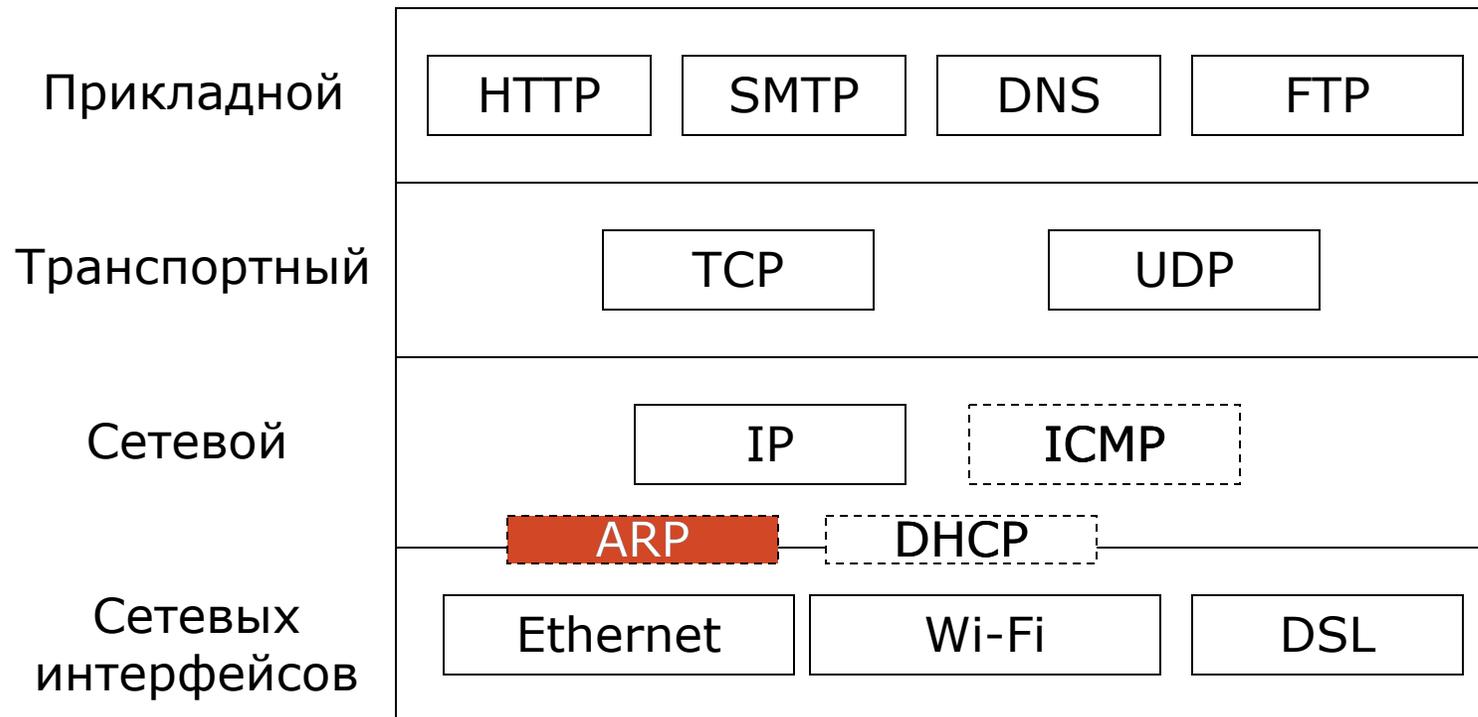
Формат ARP-запроса

Поле	Значение
Тип сети	1
Тип протокола	2048
Длина локального адреса	6
Длина глобального адреса	4
Операция	1
Локальный адрес отправителя	14-cc-20-b4-c1-14
Глобальный адрес отправителя	192.168.10.15
Локальный адрес получателя	00:00:00:00:00:00
Глобальный адрес получателя	192.168.10.43

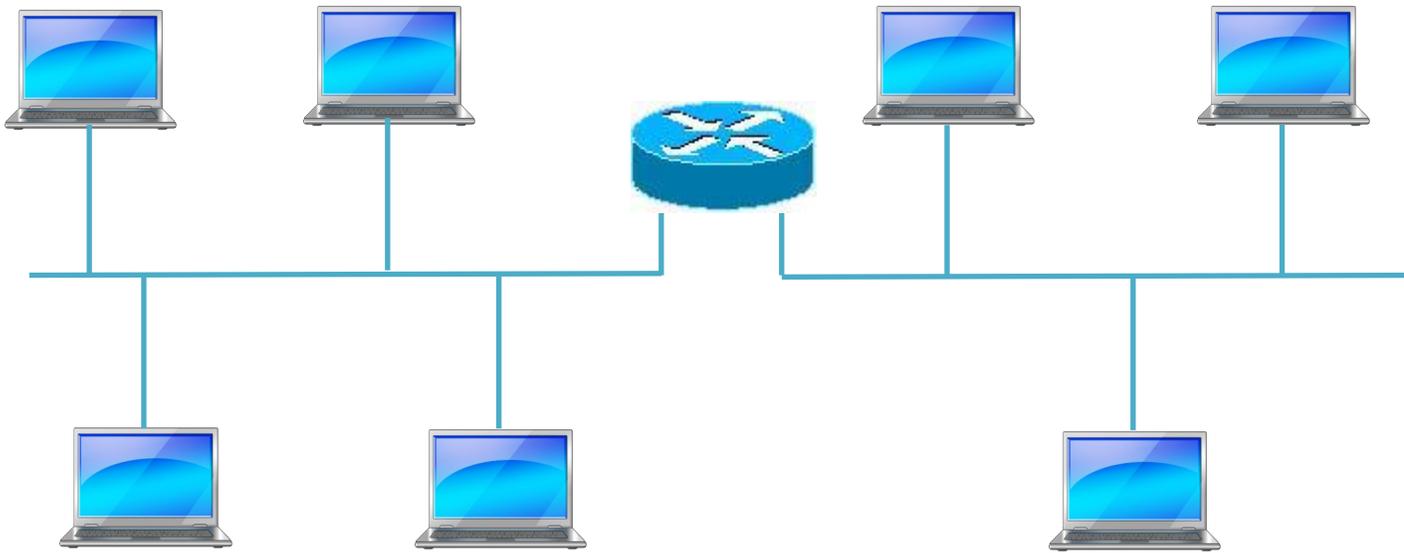
Формат ARP-ответа

Поле	Значение
Тип сети	1
Тип протокола	2048
Длина локального адреса	6
Длина глобального адреса	4
Операция	2
Локальный адрес отправителя	30-B6-C2-13-2B-6 A
Глобальный адрес отправителя	192.168.10.43
Локальный адрес получателя	14-cc-20-b4-c1-14
Глобальный адрес получателя	192.168.10.15

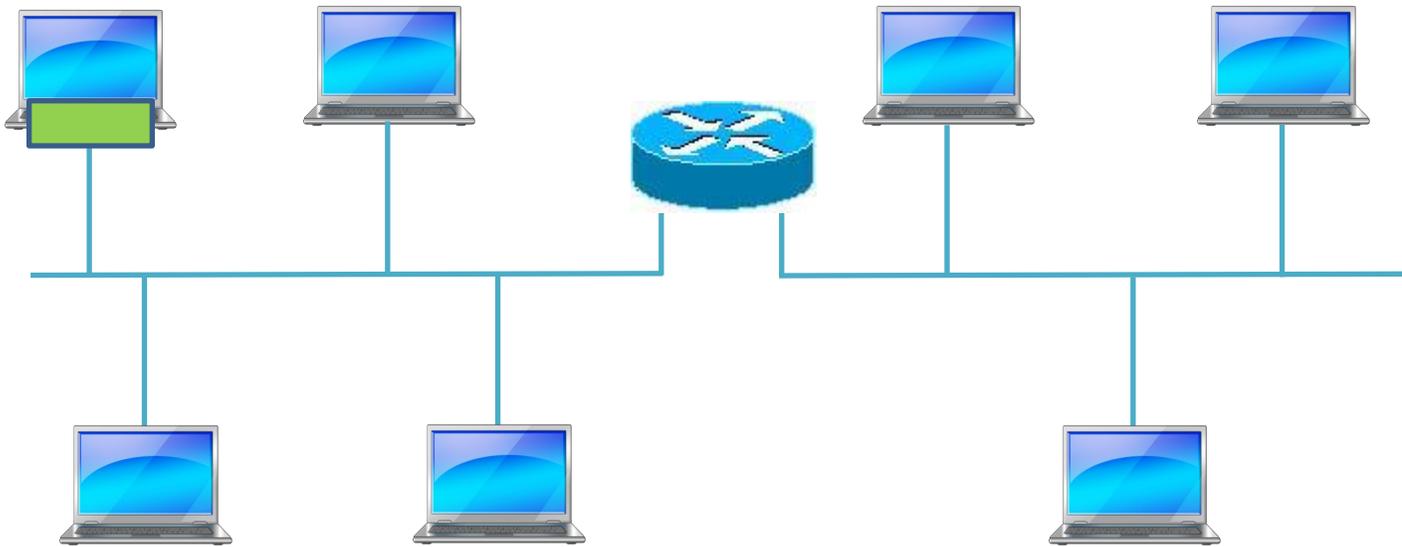
Место в модели OSI



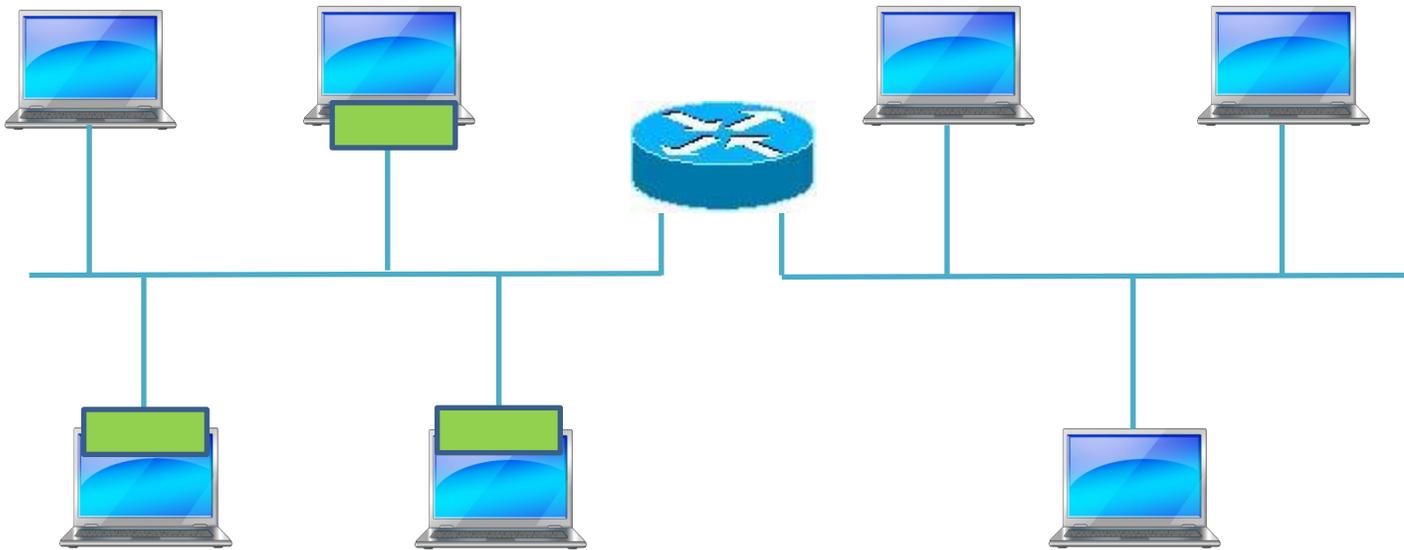
ARP не проходит через маршрутизаторы



ARP не проходит через маршрутизаторы



ARP не проходит через маршрутизаторы



ARP-таблица

- Компьютеры в сети записывают информацию о найденных MAC-адресах в кэш
 - Нет необходимости запрашивать MAC-адрес при каждом отправлении
- ARP-таблица хранит данные о соответствии MAC и IP-адресов
 - arp -a

IP-адрес	MAC-адрес	Тип
		Динамический
		Статический

Оптимизации ARP

- Извлечение информации из ARP-запроса
 - Запросы отправляются на широковещательный адрес
 - Все компьютеры извлекают и запоминают IP и MAC-адреса отправителя запроса
- Добровольный ARP-запрос (Gratuitous ARP):
 - Запрос собственного IP-адреса
 - Используется при назначении нового IP-адреса для быстрого оповещения всех компьютеров в сети
 - Предотвращение использования одинаковых IP-адресов в сети

ИТОГИ

- ARP (Address Resolution Protocol) – протокол разрешения адресов
- Позволяет автоматически определить MAC-адрес компьютера по его IP-адресу
- Режим работы запрос-ответ:
 - Запрос отправляется на широковещательный адрес
 - Ответ посылает только компьютер с запрошенным IP-адресом
- Результаты работы протокола ARP записываются в ARP-таблицу на компьютере

Протокол DHCP

Протокол DHCP

DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) – протокол динамической конфигурации хостов

Для работы в сети компьютеру нужен IP-адрес

Методы назначения IP-адресов

- Вручную
- Автоматически

Протокол DHCP

- Позволяет назначать IP-адреса компьютерам в сети автоматически
- Требуется создание инфраструктуры (DHCP сервер)
- IP-адреса хостов могут меняться

Протокол DHCP

Клиент DHCP

- Компьютер, который получает IP-адрес автоматически

Сервер DHCP

- Компьютер, который обеспечивает назначение IP-адресов
- Ведет таблицу выделенных IP-адресов, чтобы избежать дублирования

Клиент и сервер обмениваются **сообщениями DHCP** в режиме запрос-ответ

Получение IP-адреса

Клиент



Сервер



Получение IP-адреса

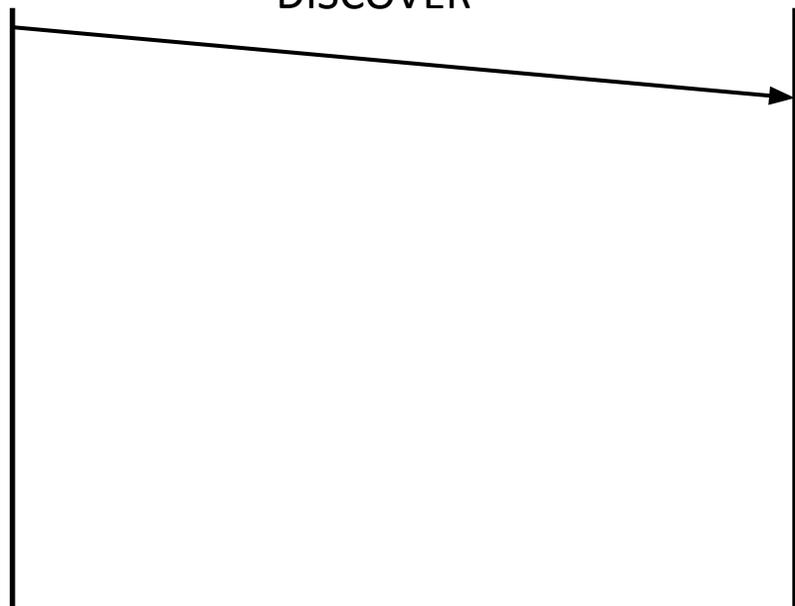
Клиент



Сервер



DISCOVER



Получение IP-адреса

Клиент



Сервер



DISCOVER

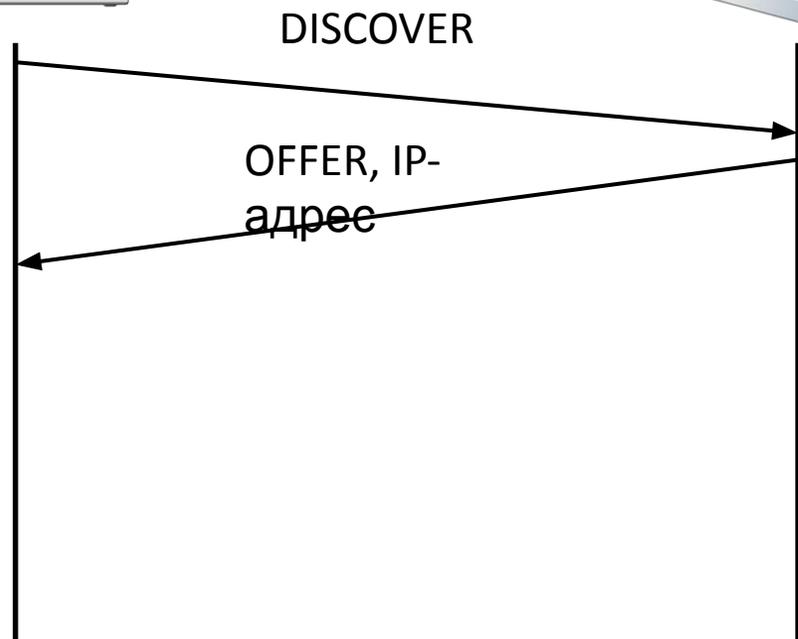
Широковещательный адрес
FF:FF:FF:FF:FF:FF

Получение IP-адреса

Клиент



Сервер

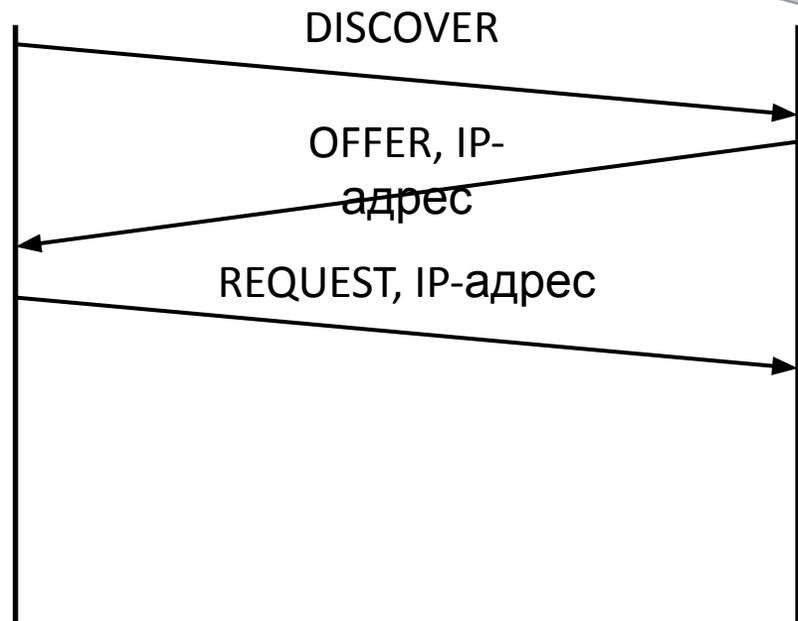


Получение IP-адреса

Клиент



Сервер

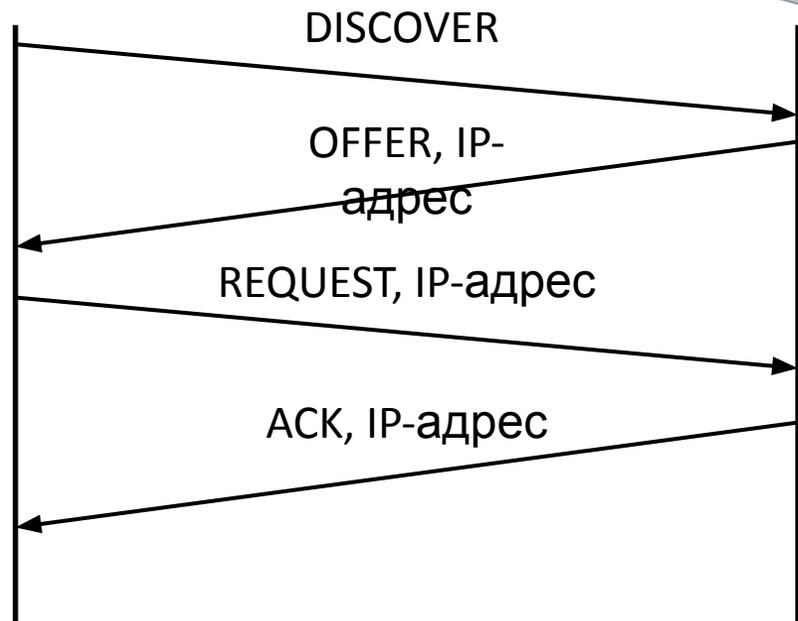


Получение IP-адреса

Клиент



Сервер

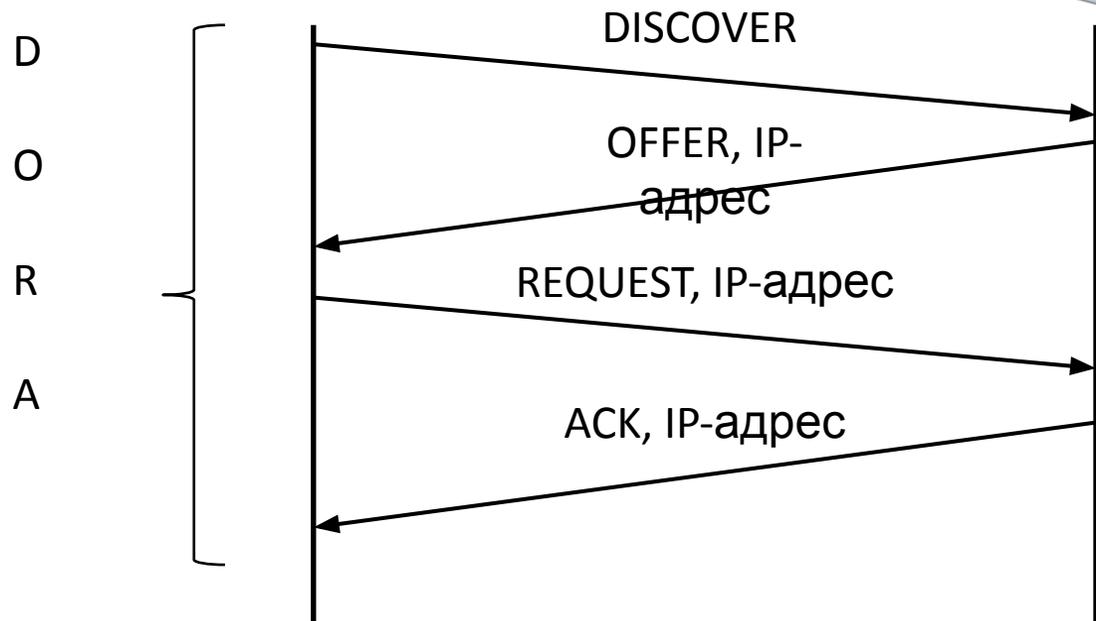


Получение IP-адреса

Клиент



Сервер



Протокол DHCP

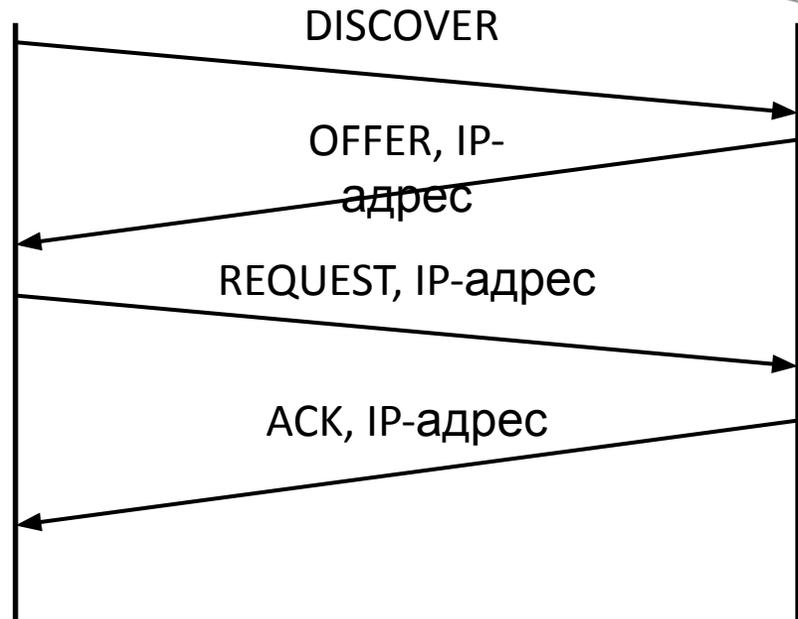
Сообщение DHCP	Назначение
DISCOVER	Поиск DHCP сервера
OFFER	Предложение IP-адреса DHCP сервером клиенту
REQUEST	Запрос IP-адреса DHCP клиентом
ACK	Подтверждение назначения IP-адреса DHCP клиенту
NACK	Запрет использования запрошенного DHCP клиентом IP-адреса
RELEASE	Освобождение IP-адреса
INFORM	Запрос и передача дополнительной конфигурационной информации

Зачем нужно четыре шага?

Клиент



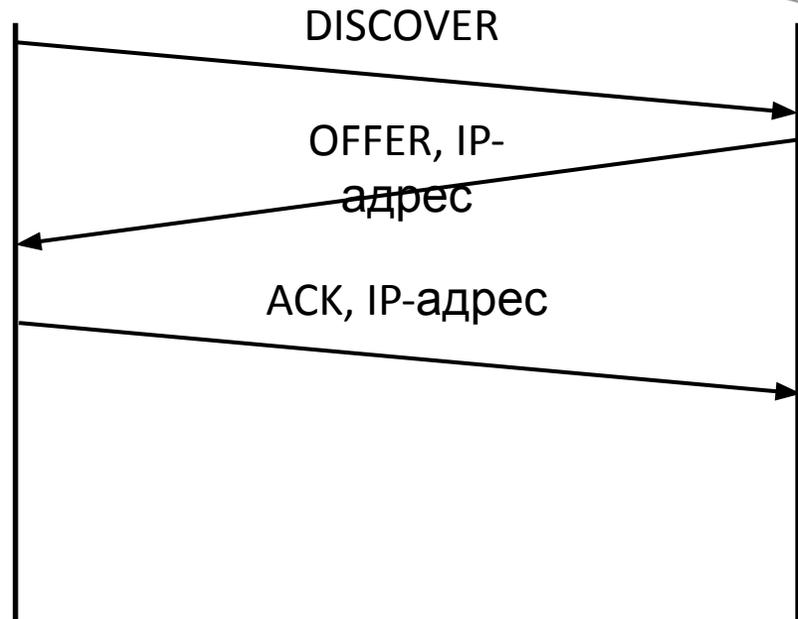
Сервер



Зачем нужно четыре шага?

Клиент

Сервер



Два DHCP сервера в сети

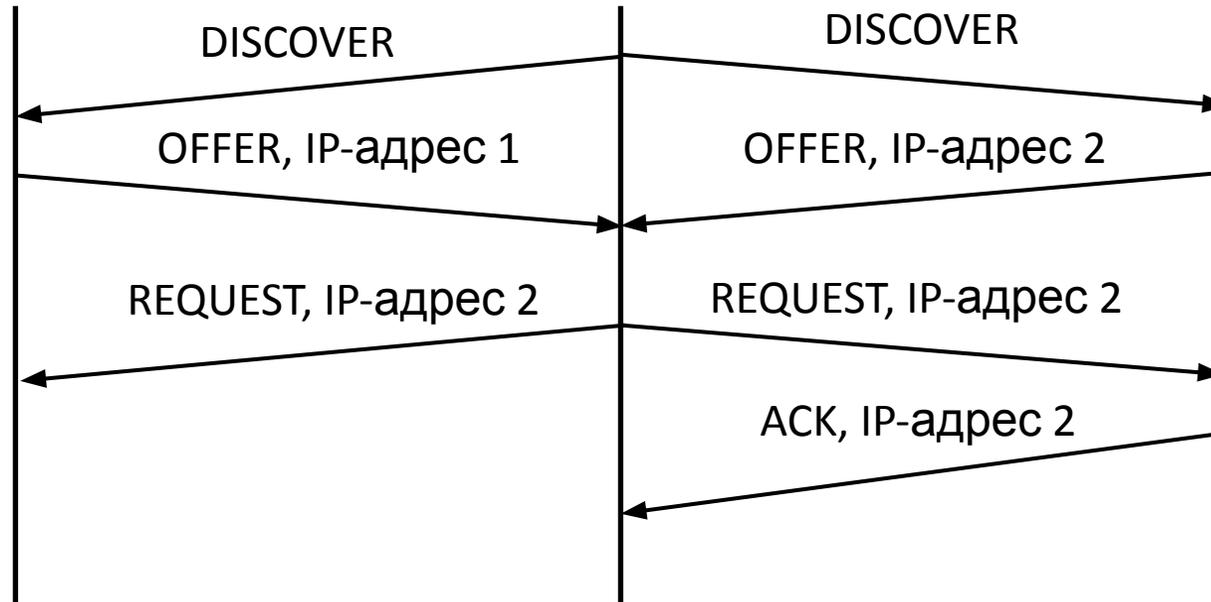
Сервер 1



Клиент



Сервер 2

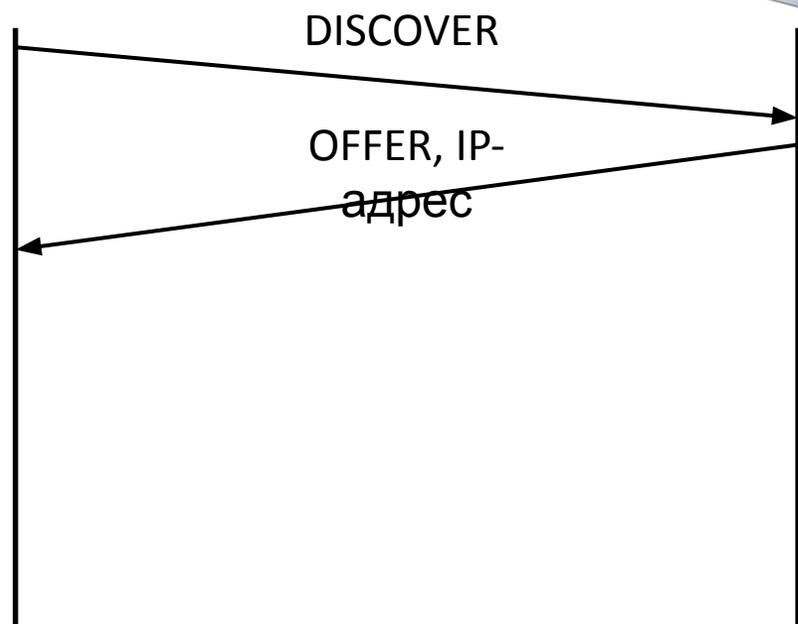


Ошибки при передаче

Клиент



Сервер



Ошибки при передаче

Клиент



Сервер



Назначение адресов в DHCP

Фиксированный

- Выделенный IP-адрес для каждого MAC-адреса

Динамический

- Выделение компьютеру любого IP-адреса из пула адресов

Пул адресов

- Список (диапазон) IP-адресов, которые назначает DHCP сервер
- DHCP сервер следит за уникальностью распределения адресов

Время аренды в DHCP

IP-адрес выделяется DHCP клиенту на ограниченное время

- Время **аренды** (lease time)
- Типичное время: 1 час, 1 сутки, 3 суток и т.п.

После окончания времени аренды IP-адрес освобождается

DHCP клиент может продлить использование IP-адреса после окончания аренды

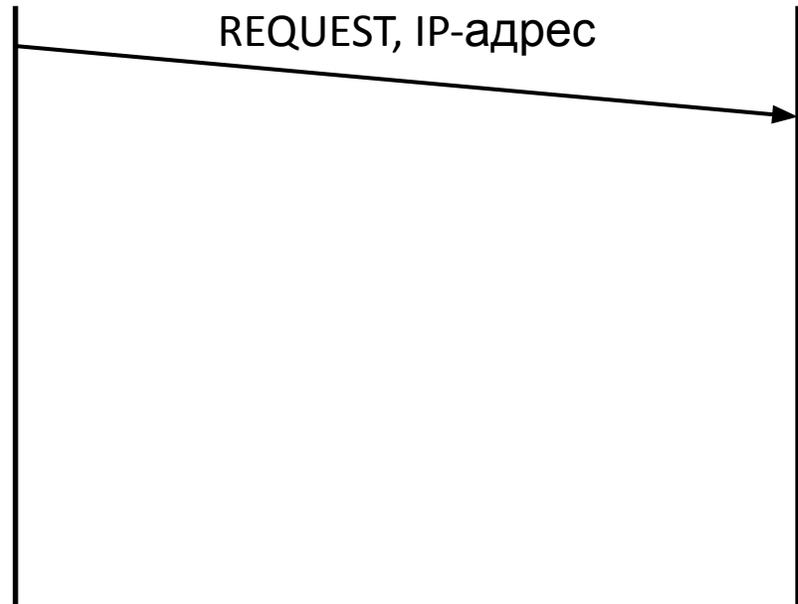
- Сокращенная процедура получения IP-адреса

Обновление аренды IP-адреса

Клиент



Сервер

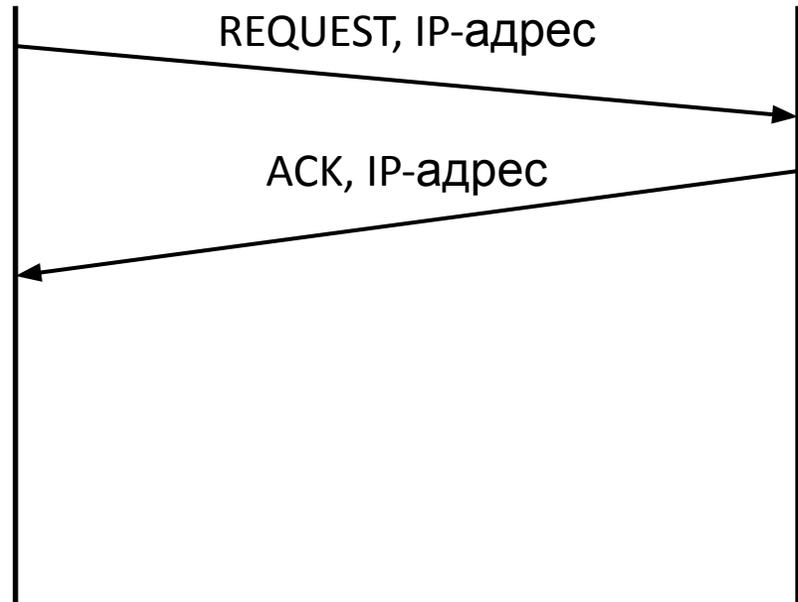


Обновление аренды IP-адреса

Клиент



Сервер



Прекращение использования адреса

Окончание использования IP-адреса

- Сообщение DHCP Release
- Сервер может назначить освободившийся адрес другому клиенту

Сообщение DHCP Release автоматически отправляется современными ОС при корректном выключении

Отсутствие сообщения DHCP Release

- До окончания срока аренды DHCP сервер считает IP-адрес занятым
- После окончания аренды адрес освобождается

Конфигурационная информация

Для работы в сети нужен не только IP-адрес

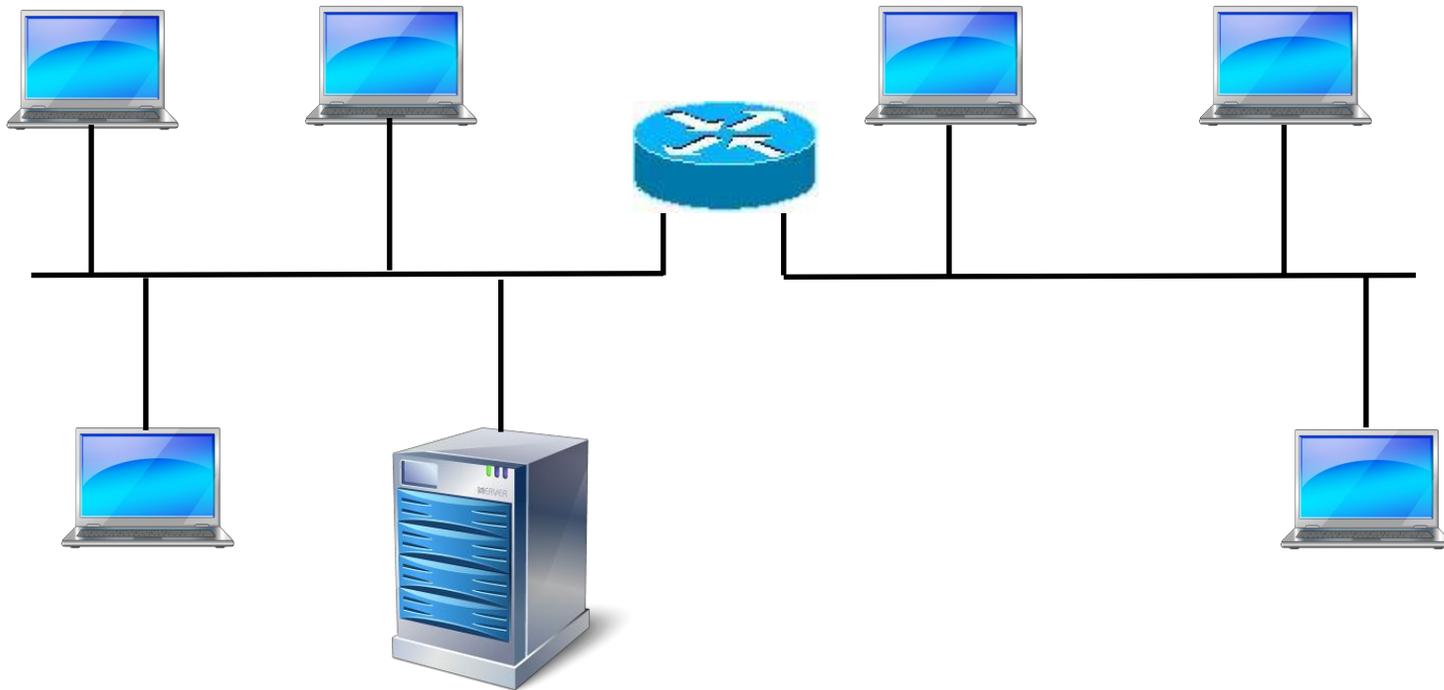
Конфигурационные параметры передаются DHCP в качестве **опций**

DHCP предоставляет дополнительно:

- Маску подсети
- Маршрутизатор по умолчанию (шлюз)
- Адреса DNS-серверов
- Адреса серверов времени
- Маршруты
- и другую информацию

Поиск DHCP сервера в сети

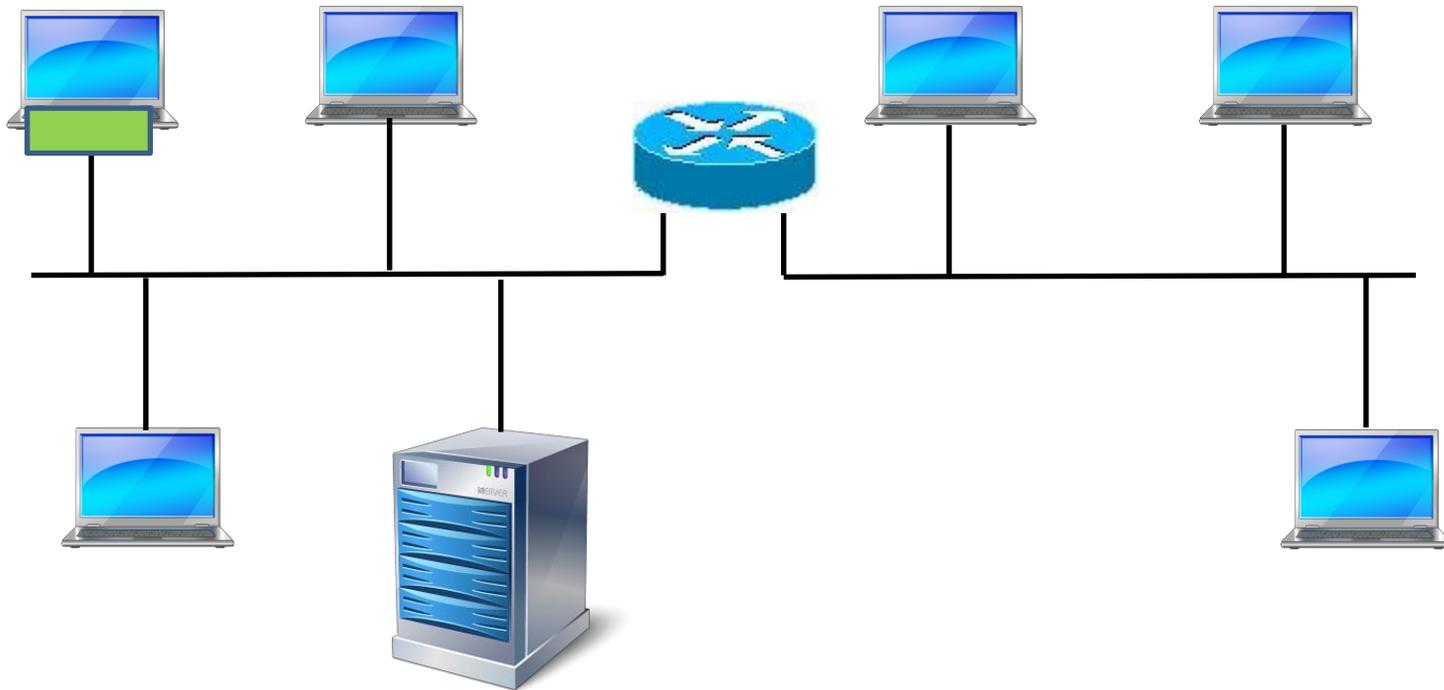
Клиент
DHCP



Сервер
DHCP

Поиск DHCP сервера в сети

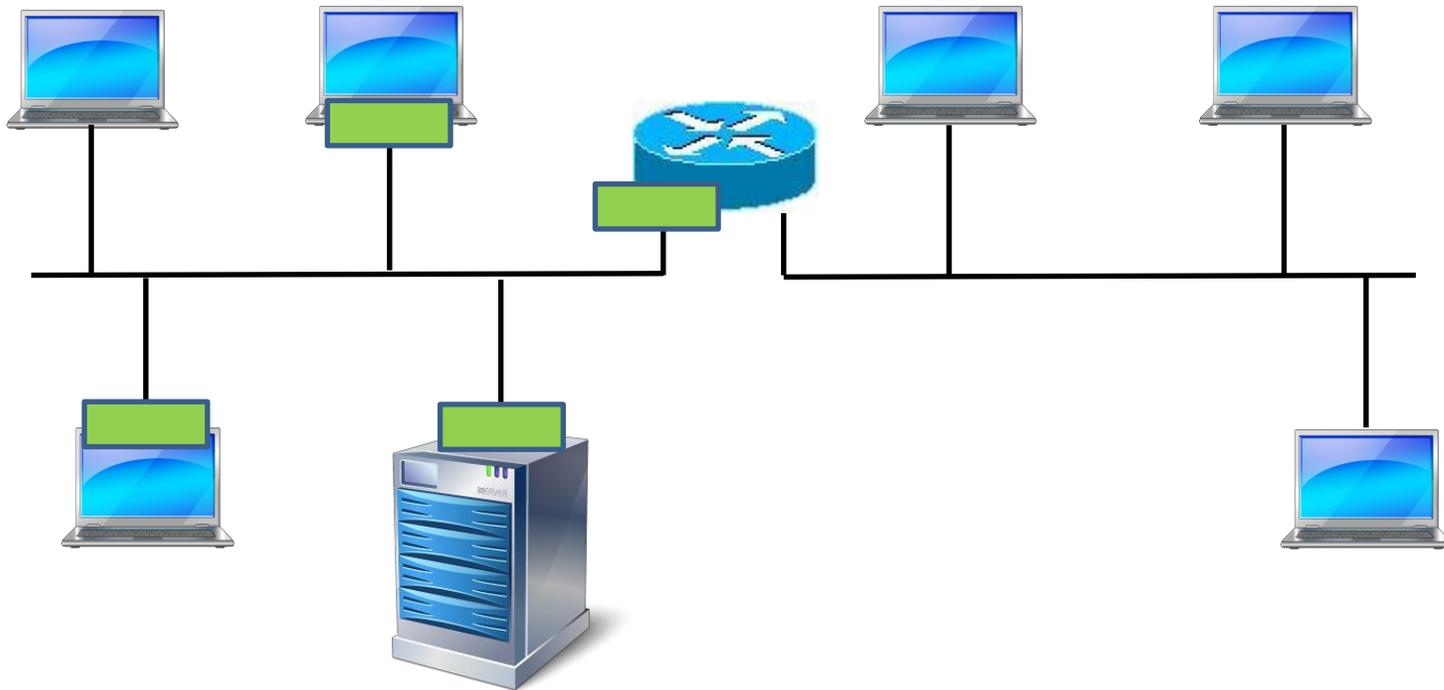
Клиент
DHCP



Сервер
DHCP

Поиск DHCP сервера в сети

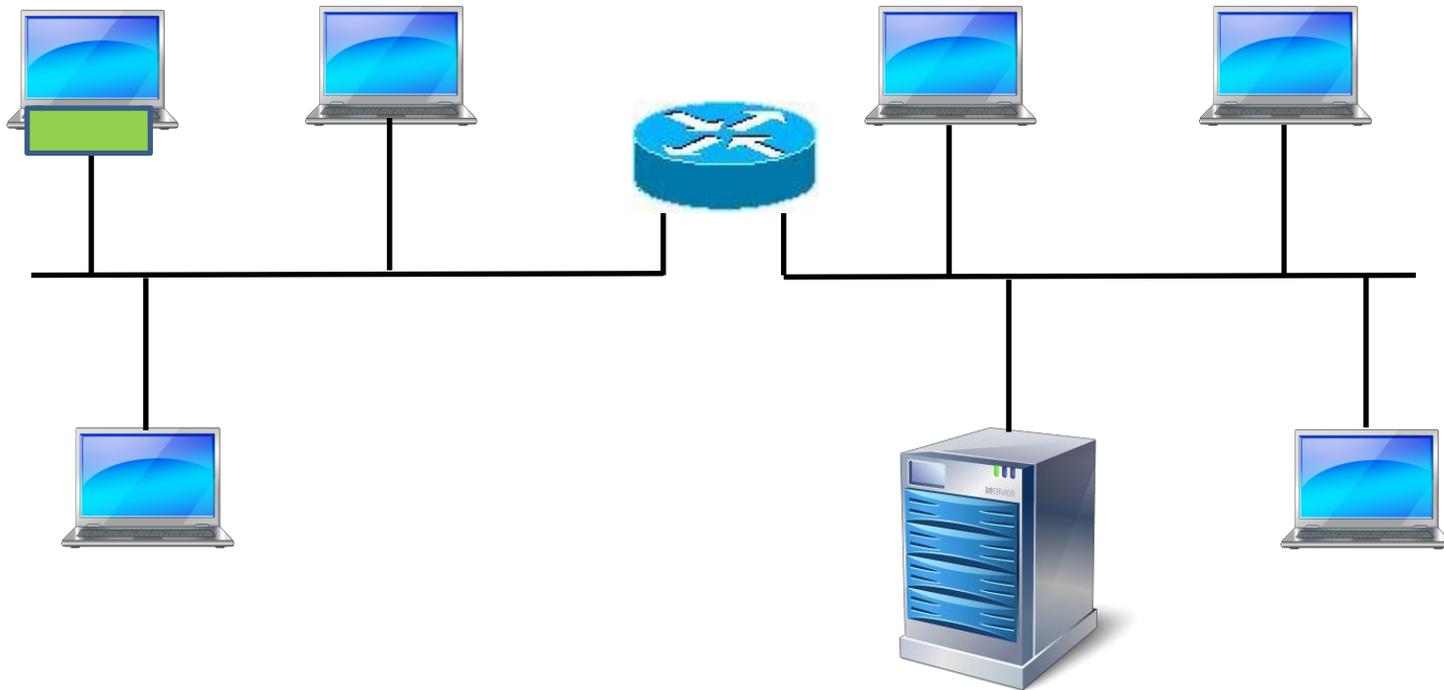
Клиент
DHCP



Сервер
DHCP

Поиск DHCP сервера в сети

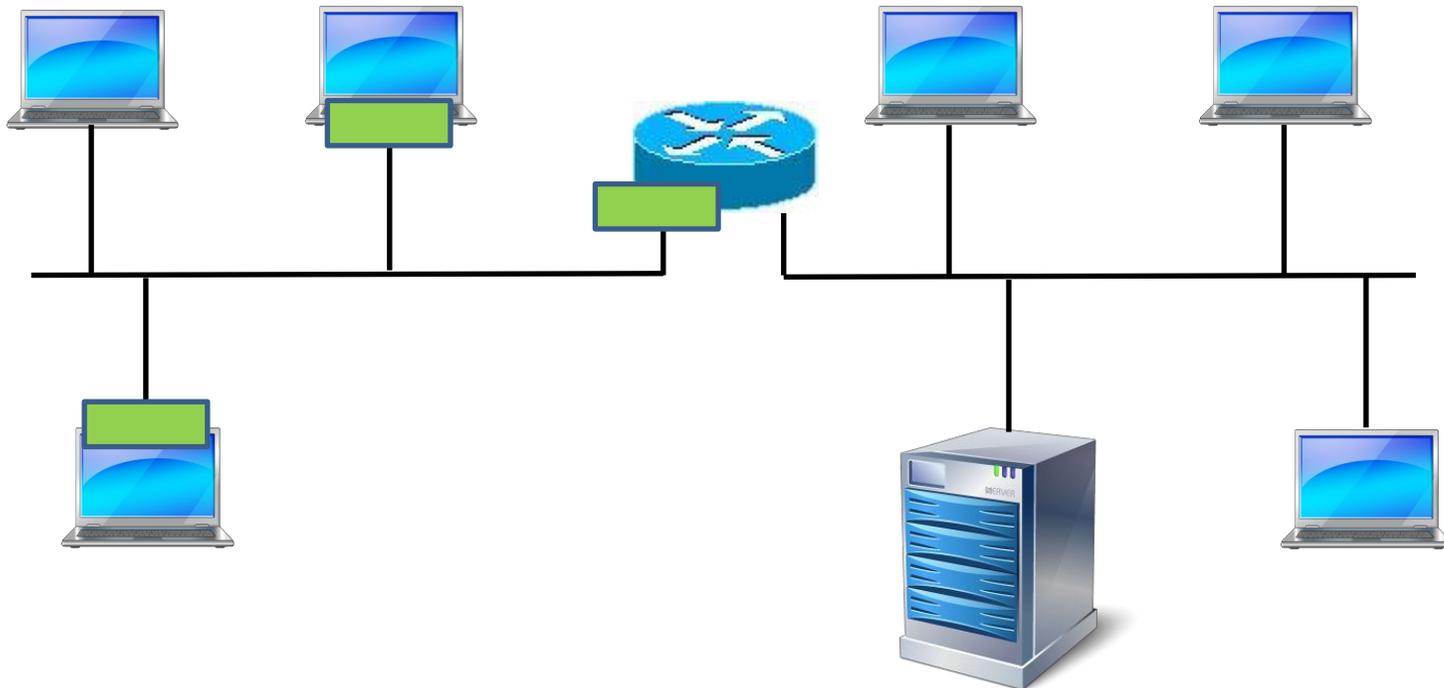
Клиент
DHCP



Сервер
DHCP

Поиск DHCP сервера в сети

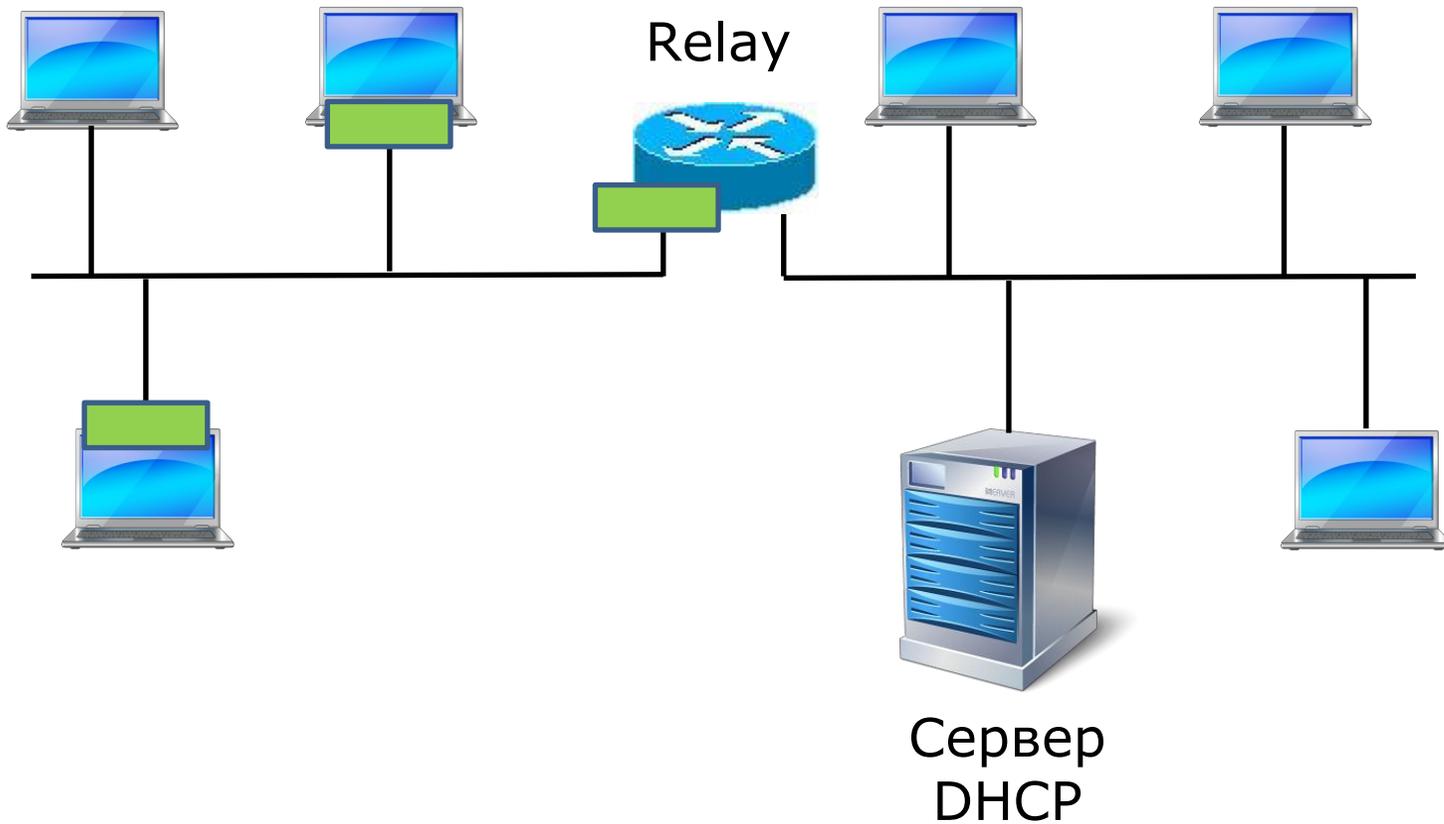
Клиент
DHCP



Сервер
DHCP

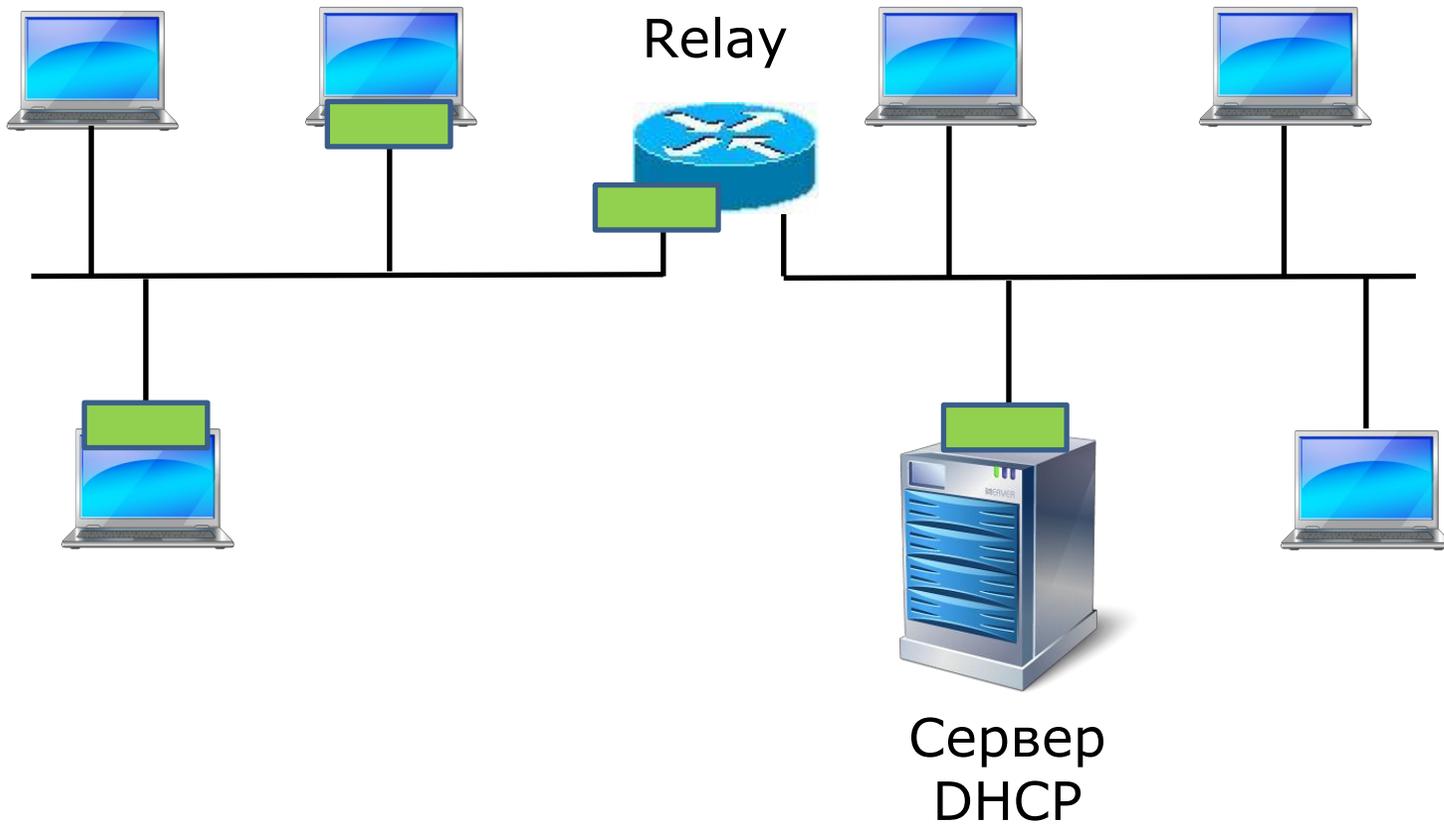
Поиск DHCP сервера в сети

Клиент
DHCP



Поиск DHCP сервера в сети

Клиент
DHCP



Итоги

Протокол DHCP

Автоматическое назначение IP-адресов и другой конфигурационной информации

Архитектура клиент-сервер

- Режим работы запрос-ответ

Процесс получения IP-адреса

- DORA

Адрес выдается на ограниченный срок (аренда)

DHCP сервер должен находиться в той же подсети, что и клиент DHCP