

Основы компьютерных сетей.

3. Сетевой уровень. Часть 1.

Протокол ARP: связь IP- адреса и MAC-адреса.

Формат IPv4-пакета.

Статическая маршрутизация.

Диагностика сетевого уровня.

План занятия:

IPv4-адреса и классовая адресация.

Связь сетевого и канального уровня.

Статическая маршрутизация.

Проблемы не решаемые на 2 уровне:

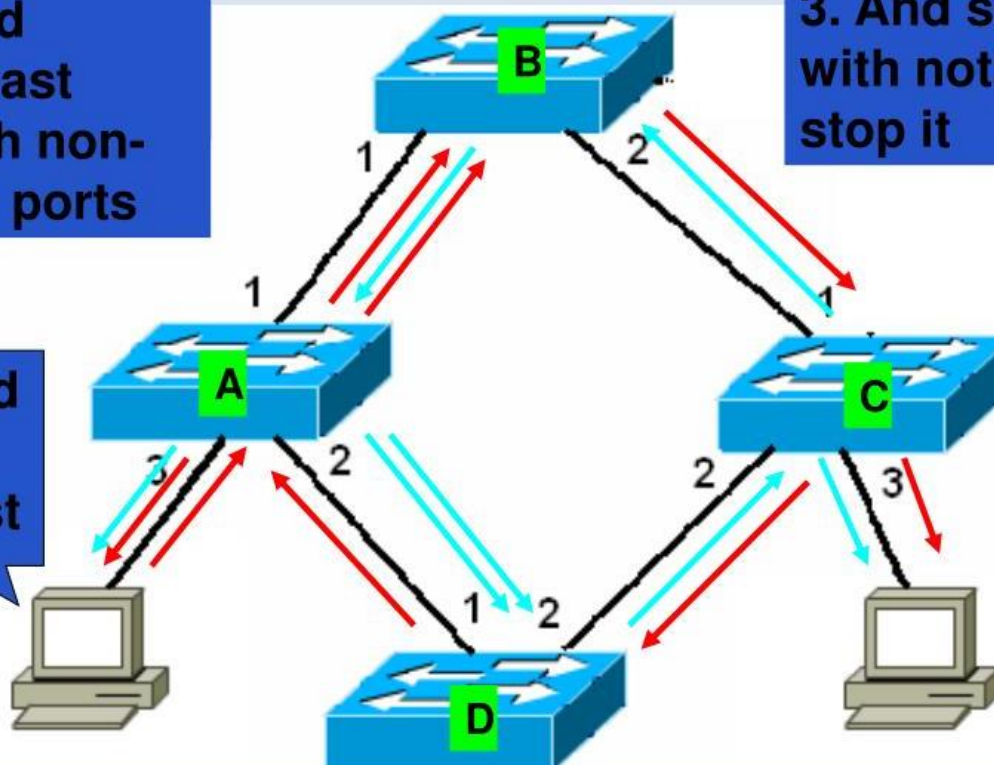
1. Broadcast flood
2. Нет контроля адресации

Broadcast storm

2. Flood broadcast through non-source ports

3. And so on with nothing to stop it

1. Send ARP request



Классовая адресация

Канальный уровень - физическая адресация, обеспечивает доставку пакетов внутри локальной сети.

Задача адресации на сетевом - глобальная адресация.

Задачи решаемые на сетевом уровне:

1. Создать глобальную адресацию, позволяющую связать разные сети в единое адресное пространство.
2. Обеспечить доставку (маршрутизацию) через разнородное оборудование

Классовая адресация

Таким образом, протоколы сетевого уровня выполняют следующее:

1. Инкапсулируют протоколы транспортного уровня и некоторые протоколы сетевого уровня.
2. Осуществляют адресацию отправителя и получателя, позволяющую доставить пакеты между разными сетями (логическая адресация).
3. Преобразуют логические (сетевые) адреса в физические для доставки через локальную сеть.
4. Осуществляют маршрутизацию и пересылку пакетов.
5. Передают данные на канальный уровень.
6. Сообщают об ошибках в случае невозможности доставки.

Классовая адресация

Таким образом, протоколы сетевого уровня выполняют следующее:

1. Инкапсулируют протоколы транспортного уровня и некоторые протоколы сетевого уровня.
2. Осуществляют адресацию отправителя и получателя, позволяющую доставить пакеты между разными сетями (логическая адресация).
3. Преобразуют логические (сетевые) адреса в физические для доставки через локальную сеть.
4. Осуществляют маршрутизацию и пересылку пакетов.
5. Передают данные на канальный уровень.
6. Сообщают об ошибках в случае невозможности доставки.

На этом уровне не гарантируется доставка- это задача транспортного уровня.

Классовая адресация

IP-адрес (v4) - четыре октета (каждое число — байт, оно может находиться в диапазоне от 0 до 255), записываемые в десятичном виде и разделенные точками:

192.168.0.1

8.8.8.8

IP-адрес может быть назначен статически, либо получен по протоколу DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol)

Классовая адресация

специальные адреса:

0.0.0.0 используется в качестве адреса отправителя, пока IP-адрес не присвоен.

255.255.255.255 — широковещательная рассылка, ограничена текущим широковещательным доменом (broadcast). Используется при поиске сервера, когда IP-адрес сервера неизвестен.

127.0.0.1 — текущий адрес машины.

Классовая адресация

При создании IPv4-адресов было решено использовать часть адреса для идентификации сети и часть — для хоста.

При этом части оказались разной длины. Так была разработана классовая адресация.

От 1 до 4 первых бит служили для обозначения типа сети, далее в зависимости от них следовал адрес сети нужной длины

Класс А	0	адрес сети (7 бит)	адрес хоста (24 бита)
Класс В	10	адрес сети (14 бит)	адрес хоста (16 бит)
Класс С	110	адрес сети (21 бит)	адрес хоста (8 бит)
Класс D	1110	Адрес многоадресной рассылки	
Класс E	1111	Зарезервировано	

Классовая адресация

Класс	Число возможных адресов сетей	Число возможных адресов хостов	Маска подсети	Начальный адрес	Конечный адрес
A	128	16 777 214	255.0.0.0	0.0.0.0	127.255.255.255
B	16 384	65 534	255.255.0.0	128.0.0.0	191.255.255.255
C	2 097 152	254	255.255.255.0	192.0.0.0	223.255.255.255
D	Групповой адрес			224.0.0.0	239.255.255.255
E	Зарезервировано			240.0.0.0	255.255.255.255

Классовая адресация

В классовой адресации традиционно в качестве адреса сети использовался такой, в котором адрес хоста состоял из двоичных 0.

Для широковещательного адреса — адрес хоста, состоящий из двоичных единиц (т.е., в октетах было 255).

Например, для сети 10.0.0.0 класса A:

10.0.0.0 — адрес сети.

10.255.255.255 — широковещательный адрес (Broadcast).

Классовая адресация

Некоторые из этих адресов были зарезервированы для специальных целей и не маршрутизируются в интернете.

127.0.0.0 - локальный адрес. Пакеты, направляемые на этот адрес, не уйдут за пределы локальной машины.

Локальные сети:

Сеть класса А **10.0.0.0**

16 сетей класса В — от **172.16.0.0** до **172.31.0.0**

сети класса С, от **192.168.0.0** до **192.168.255.0**

Эти адреса не маршрутизируются в интернете!

Классовая адресация

Серые или частные адреса

Диапазон	Маска	Кол-во узлов
10.0.0.0.-10.255.255.255.	255.0.0.0	≈16,5 млн
172.16.0.0.-172.31.255.255	255.240.0.0	≈ 65,5 тыс
192.168.0.0.-192.168.255.255.	255.255.0.0	254

Классовая адресация

IP адрес включает 2 части - адрес сети и адрес узла в сети.

Чтобы выделить адрес сети из хоста, используется маска сети.

Маска сети как и IP-адрес состоит из 4-х октетов, но имеет особенность, сначала идет последовательность «1», затем «0».

Произведя двоичное умножение побитово маски сети на IP-адрес, мы получим адрес сети.

На пример:

192.168.0.0 – адрес сети

11 – адрес хоста

IP	11000000	10101000	00000000	00001011
Mask	11111111	11111111	11111111	00000000
	номер локальной сети			номера ПК

Классовая адресация

Маска подсети часто записывается как количество единичных битов:

192.168.1.1 255.255.255.0 = 192.168.1.1 / 24

Дополняя сетевой адрес устройства маской, можно отказаться от классовой адресации, что позволит более гибко пользоваться существующей адресной системой.

Internet Protocol (IPv4)

Internet Protocol (IP, Интернет-протокол или межсетевой протокол) является маршрутизируемым протоколом сетевого уровня. На основе протокола IP работает большинство современных сетей. Основная задача протокола — передача данных из одной сети в другую, поэтому одна из ключевых особенностей — адресация.

Internet Protocol (IP, Интернет протокол или межсетевой протокол) — является маршрутизируемым протоколом сетевого уровня. На основе протокола IP работает большинство современных сетей.

Октет	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
0	Версия			IHL			Тип обслуживания				Длина пакета																					
4	Идентификатор												Флаги		Смещение фрагмента																	
8	Время жизни (TTL)						Протокол				Контрольная сумма заголовка																					
12	IP-адрес отправителя																															
16	IP-адрес получателя																															
20	Параметры (от 0 до 10-и 32-х битных слов)																															
	Данные																															

Internet Protocol (IPv4)



L2 (mac) vs L3(IPv4)

	Switch	Router
	L2 mac	L3 IP
Unknown Dst	Flood	Drop
	изучает mac-адреса	Нужно заполнить таблицу маршрутизации
Broadcast	Flood	Drop
адрес интерфейса	нет	да

ARP

- ❑ **ARP** (*Address Resolution Protocol* — *протокол определения адреса*) — для определения **MAC-адреса** другого компьютера по известному IP-адресу.
- ❑ Спроектирован для передачи IP-пакетов через пакеты (кадры) Ethernet.
- ❑ Принцип выяснения аппаратного адреса целевого хоста, использован в сетях других типов (канальный уровень).
- ❑ **Варианты протокола ARP: InARP и ATM ARP.**

ARP

Запрос ARP рассылается бродкастно на MAC-адрес
FF:FF:FF:FF:FF:FF

Как понять, какой MAC-адрес у IP-адреса 192.168.0.30?

Если в сети присутствует такая машина, она отвечает,
MAC-адрес записывается в таблицу MAC-адресов, и
сообщение вкладывается в кадр, где указываются MAC-
адреса получателя и отправителя.

ARP

Если нужно отправить пакет за пределы локальной сети, ARP-запрос будет выяснять MAC-адрес шлюза по умолчанию. Поэтому в IP-заголовках будет IP-адрес получателя, а в заголовках кадра – MAC-адрес шлюза.

ARP

Если нужно отправить пакет за пределы локальной сети, ARP-запрос будет выяснять MAC-адрес шлюза по умолчанию. Поэтому в IP-заголовках будет IP-адрес получателя, а в заголовках кадра – MAC-адрес шлюза.

ARP



A screenshot of a Windows command prompt window. The title bar is red and contains the text 'C:\WINNT\system32\cmd.exe'. The window has standard Windows window controls (minimize, maximize, close) on the right. The command prompt shows the command 'arp -a' being executed. The output displays the ARP table for the interface 192.168.1.101. It lists seven entries, each with an Internet Address, a Physical Address (MAC address), and a Type (all are 'dynamic').

```
D:\>arp -a

Interface: 192.168.1.101 on Interface 0x10000003
 Internet Address      Physical Address      Type
 192.168.1.1           00-04-5a-22-ec-c7     dynamic
 192.168.1.40          00-02-4b-cc-d6-d9     dynamic
 192.168.1.42          00-02-fd-65-9f-82     dynamic
 192.168.1.43          00-03-6b-09-59-29     dynamic
 192.168.1.100         00-02-4b-cc-d6-d0     dynamic
 192.168.1.135         00-03-6d-1e-6a-a5     dynamic
 192.168.1.149         00-50-8b-f7-cf-59     dynamic

D:\>_
```

ICMP

ICMP (Internet Control Message Protocol) - это протокол, который используется для передачи управляющих сообщений между компьютерами в сети Интернет. Он позволяет компьютерам информировать друг друга о различных событиях, таких как недоставка пакетов или изменение маршрута.

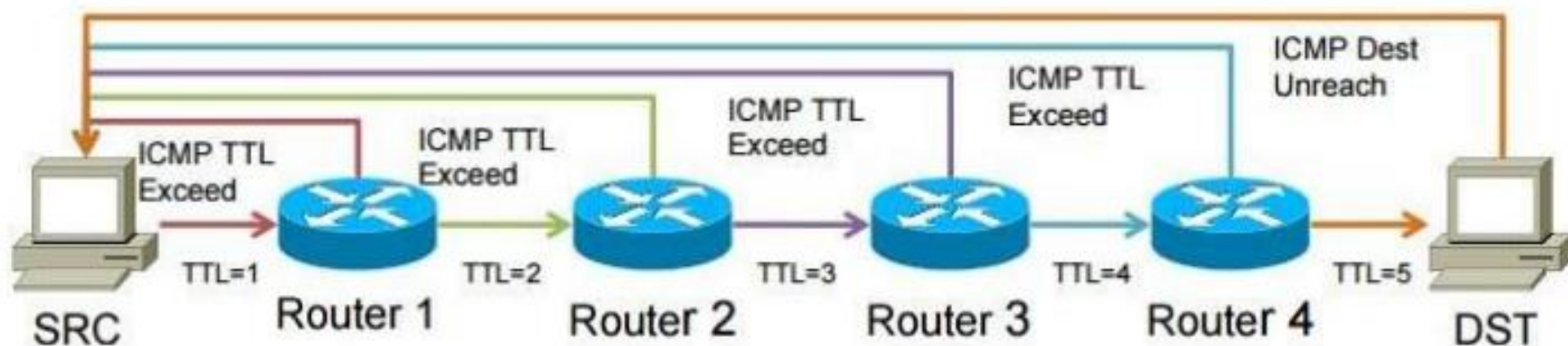
ICMP

Одно из самых популярных применений ICMP это утилиты **ping** и **tracert**.

Термин “пинговать” как - раз связан с протоколом ICMP и “пинговать” хост - означает отправлять ICMP пакеты с целью понять, отвечает ли на них целевое устройство.

Трассировка покажет каждый из маршрутизаторов на пути до цели и время обработки и прохождения каждого из участков маршрута.

Утилита tracert



Маршрутизация

Маршрутизация (routing) – поиск маршрута передачи пакетов из одной сети в другую с целью их доставки к адресу назначения. При маршрутизации необходимо учитывать изменения в топологии сети и загрузку каналов связи и маршрутизаторов.

Продвижение (forwarding) – передача пакета внутри маршрутизатора в соответствии с правилами маршрутизации.

Маршрутизация

Маршрутизатор может использовать следующую информацию.

- IP-адрес узла назначения.
- IP-адрес соседнего маршрутизатора, который он может использовать как путь по умолчанию.
- Маршруты к удаленным сетям (через доступные интерфейсы).
- Метрики маршрутов (определяющие, какой путь лучше использовать для передачи).
- Способы обслуживания и обновления таблицы маршрутизации.

Маршрутизация

Статическая маршрутизация используется в небольших сетях, где топология простая и фиксированная.

Маршрутную информацию в таблицу маршрутизатора вносит сетевой администратор.

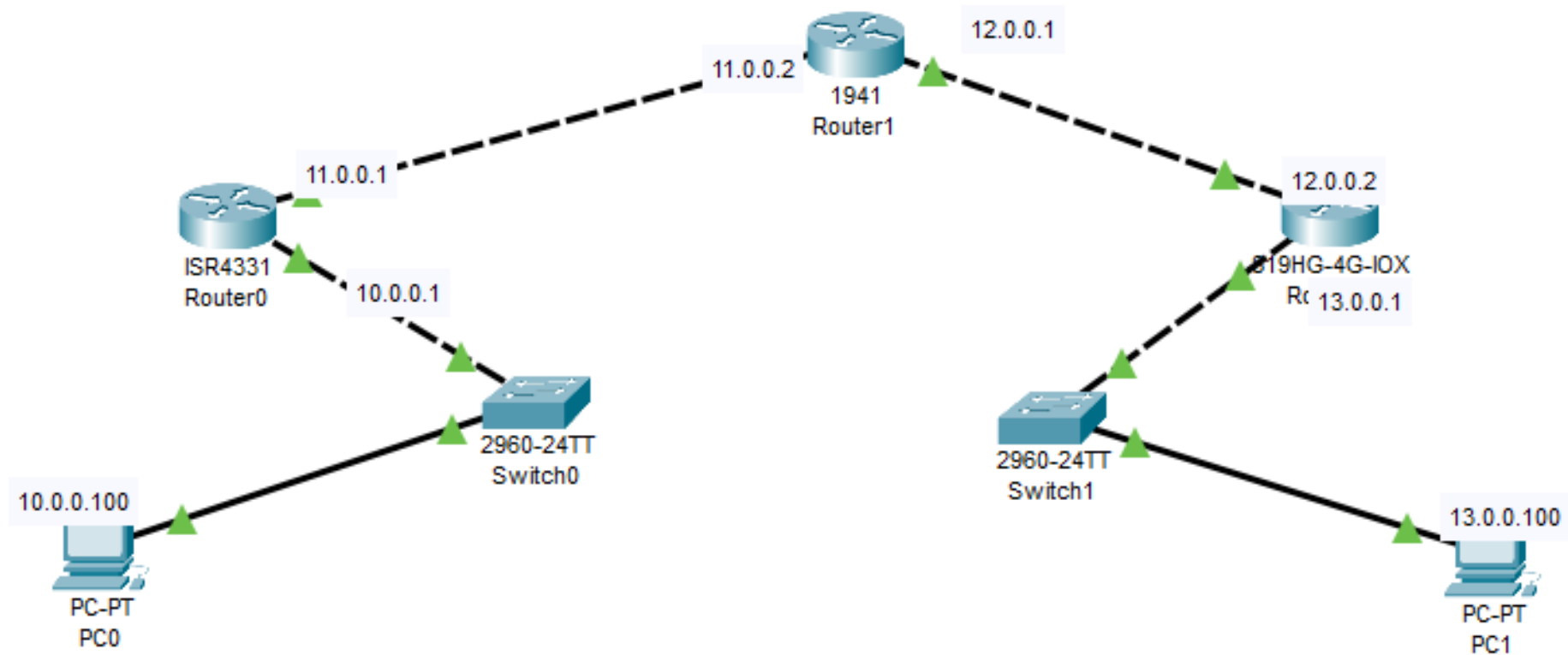
- Преимущества: снижена нагрузка на процессор и сеть в связи с отсутствием передачи служебной информации. Защищено от некорректного обновления таблицы извне.
- Недостатки: администратор должен хорошо знать структуру сети. Необходимо обновление настроек всех маршрутизаторов при изменении топологии или добавление новой сети. Не используется в крупных сетях.

Маршрутизация

Динамическая маршрутизация используется в средних и крупных сетях. Маршрутная информация вычисляется на основе данных, поступавших от соседних маршрутизаторов. Для обмена данными используется протокол динамической маршрутизации.

- Преимущества: быстрее настройка и проще в администрировании.
- Недостатки: использование процессора и передача служебной информации между маршрутизаторами для вычисления оптимальных маршрутов, что также нагружает сеть

Routing



Домашнее задание

Объедините предложенные в файле сети с помощью статической маршрутизации