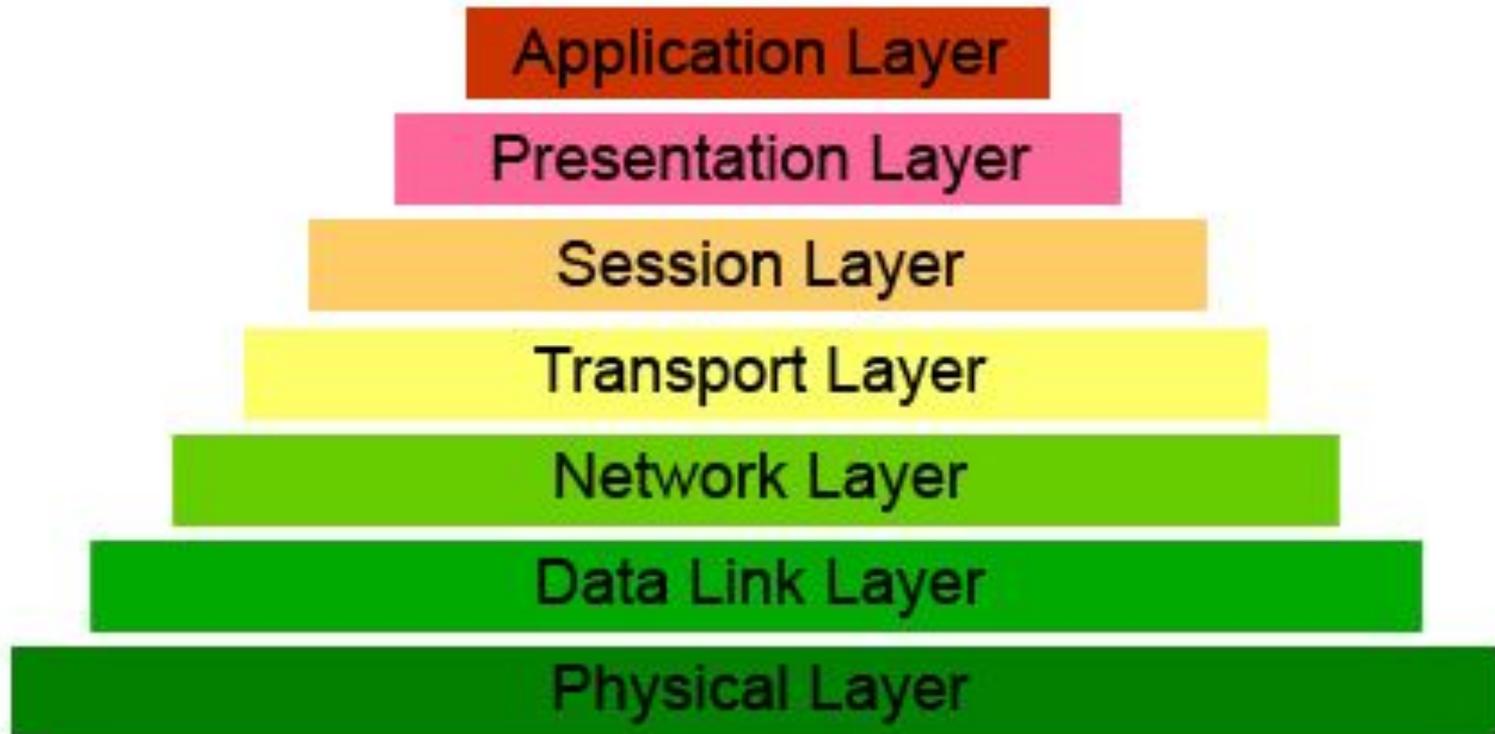
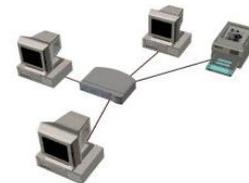


Сетевой уровень

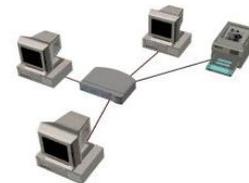


Основные составляющие



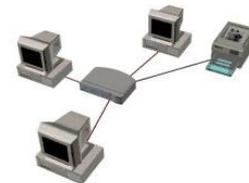
- **Протокол IP** – работает на всех компьютерах в цепочке передачи. На каждом решает кому отправить дальше (таблицы маршрутизации)
- **Протоколы маршрутизации** – позволяют динамически менять таблицы маршрутизации
- Иерархическая система адресации (**IP-адреса**)

IP-адреса



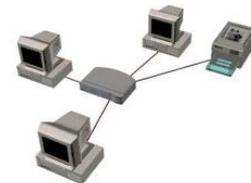
- IP-адрес - 4-байтовое число (32 разряда)
 - Например, 192.168.10.153
- Он присваивается каждому интерфейсу
- Считается, что IP-адрес состоит из двух частей:
 - сетевая часть (номер подсети)
 - интерфейсная часть (номер интерфейса узла)

Устаревшее разделение сетей на классы

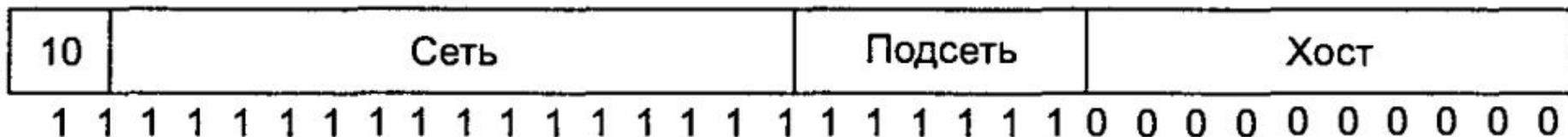


Класс А	0	7-разрядный адрес сети	24-разрядный адрес интерфейса
Класс В	10	14-разрядный адрес сети	16-разрядный адрес интерфейса
Класс С	110	21-разрядный адрес сети	8-разрядный адрес интерфейса
Класс D	1110	Адрес многоадресной рассылки	
Класс E	11110	Зарезервировано	

Бесклассовая адресация



← 32 бита →

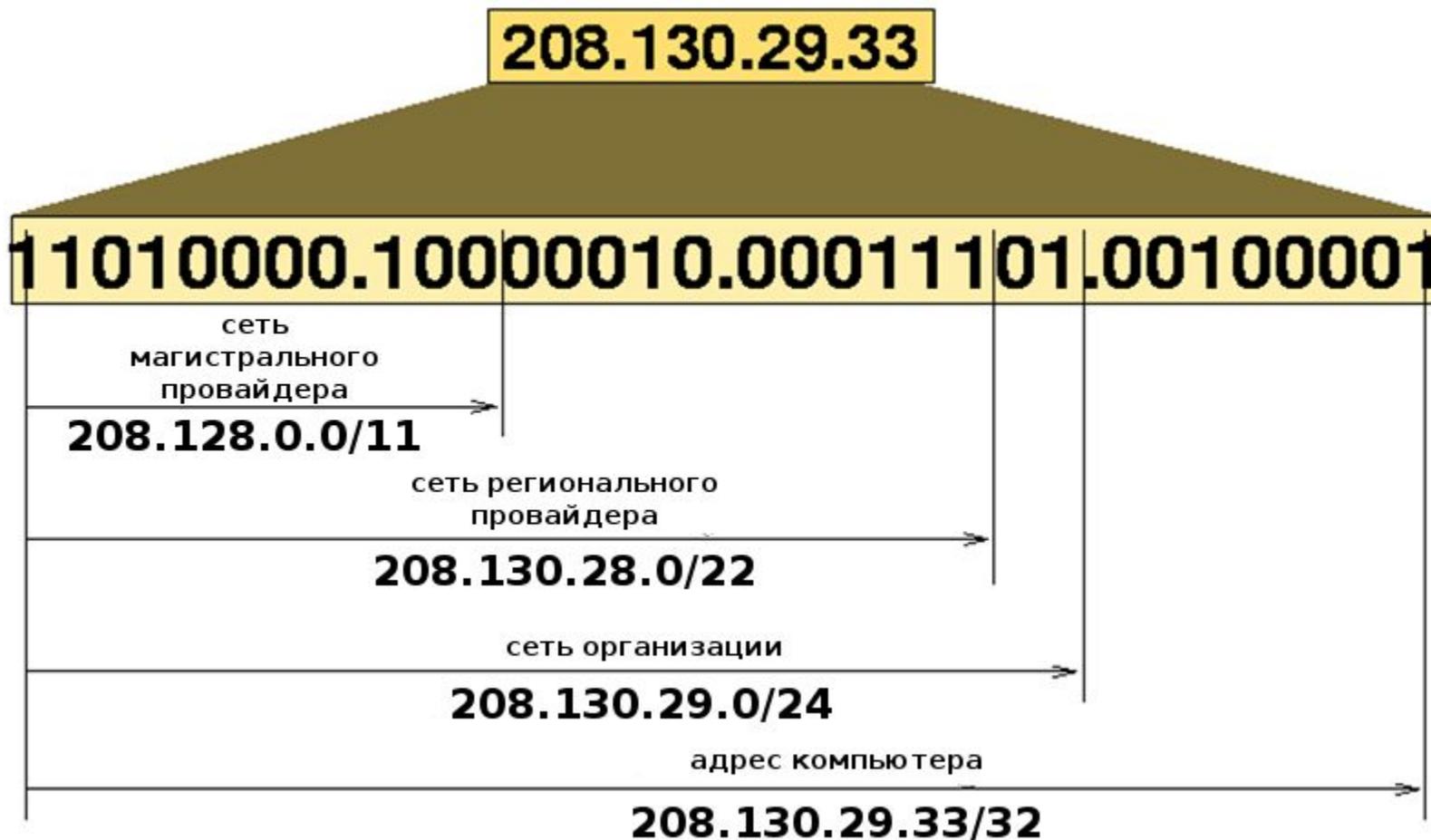
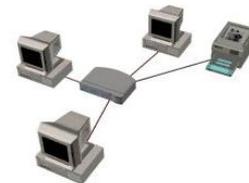


Подсеть 1: 10000010 00110010 000001|00 00000001

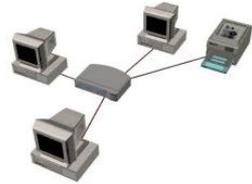
Подсеть 2: 10000010 00110010 000010|00 00000001

Подсеть 3: 10000010 00110010 000011|00 00000001

Иерархия IP-адресов



Зарезервированные адреса



- 255.255.255.255 – широковещательный
- 127.0.0.0 / 8 – петля обратной связи
- 10.0.0.0 / 8 и 192.168.0.0 / 16 – частные сети, подсоединенные к Интернету через NAT

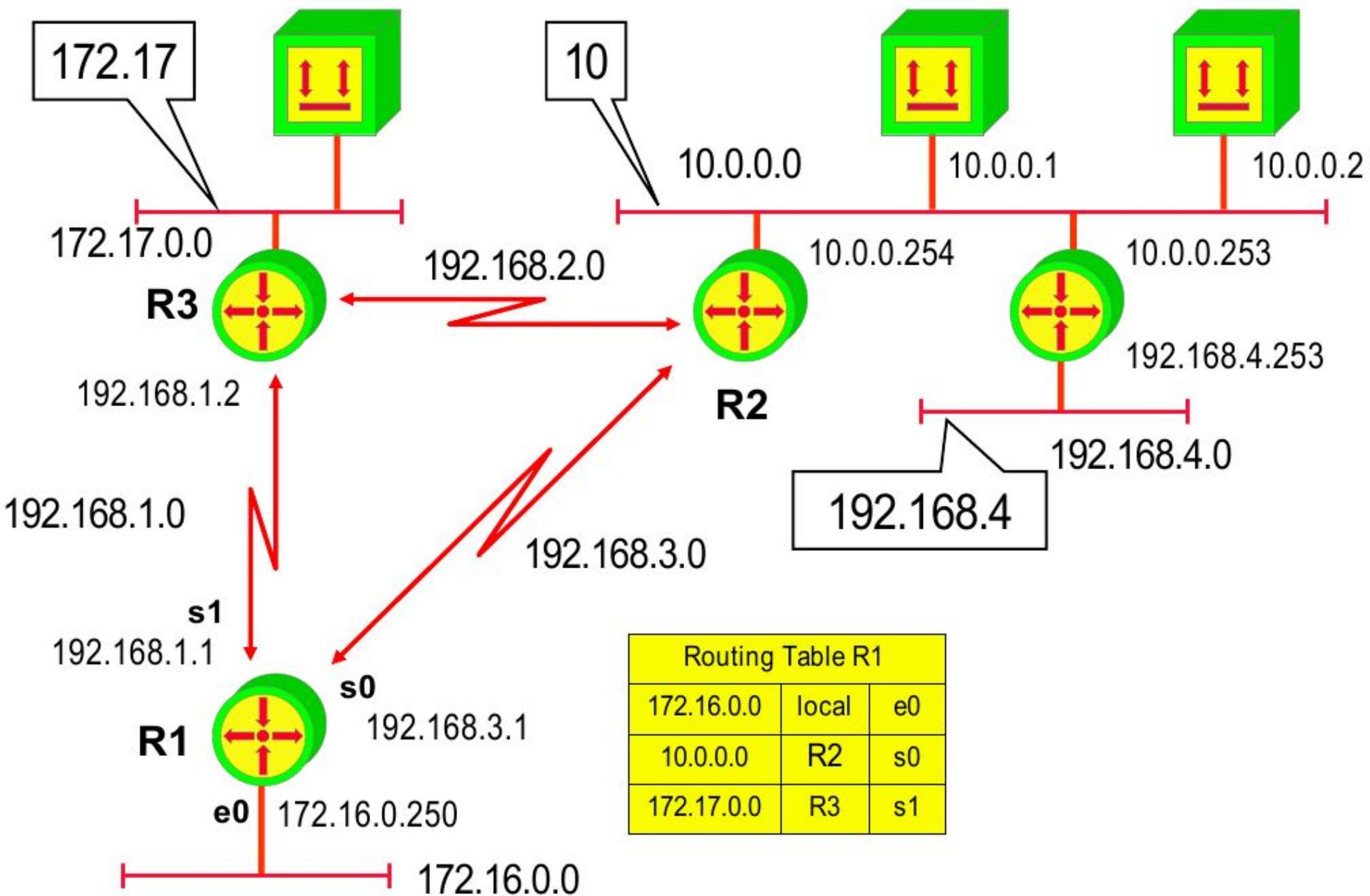
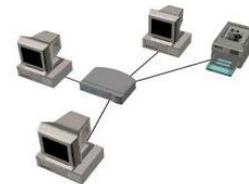
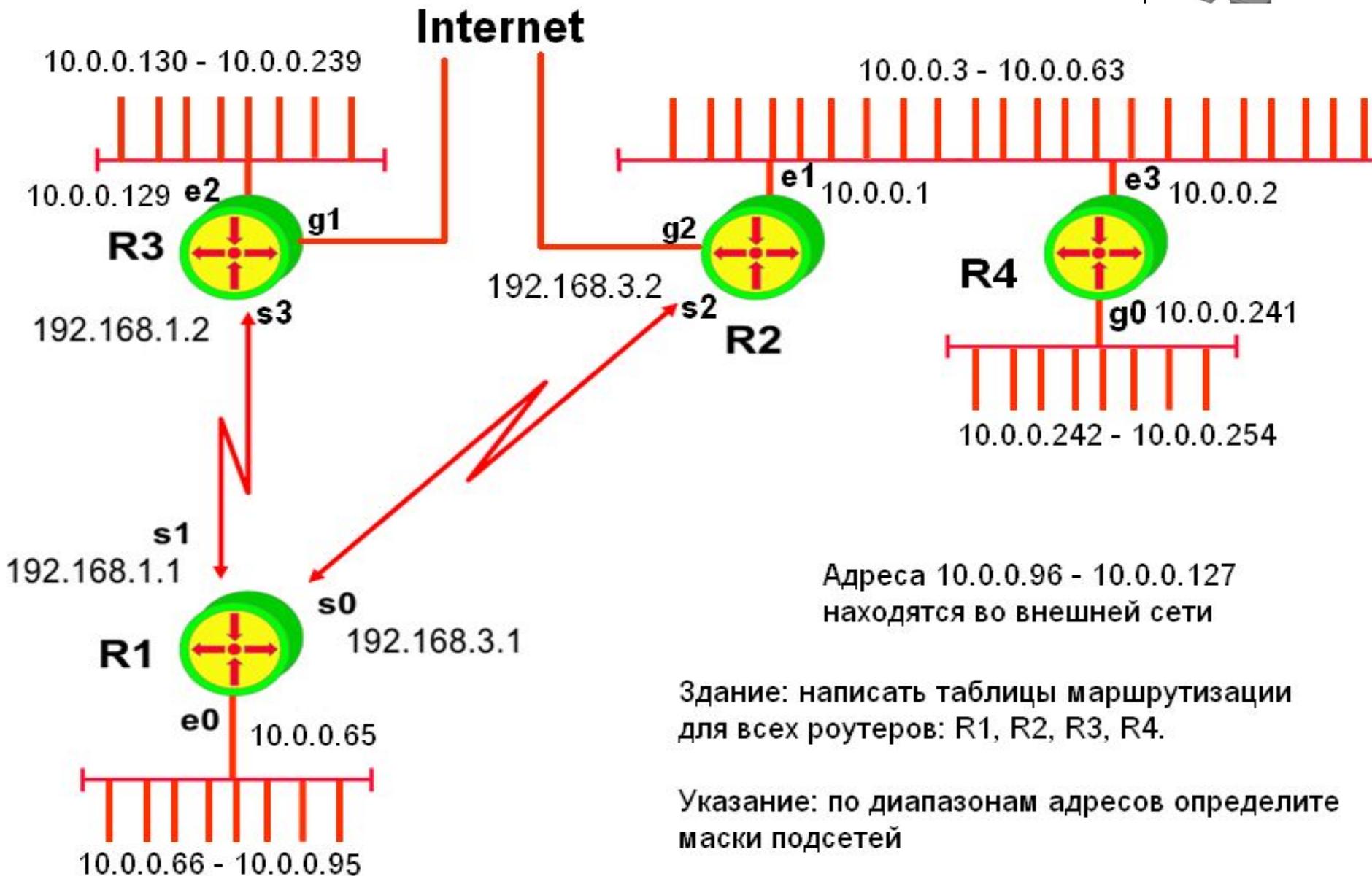


Таблица маршрутизации route print

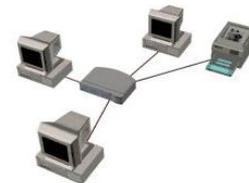


Network	Destination	Netmask	Gateway	Interface	Metric
	0.0.0.0	0.0.0.0	195.208.237.1	195.208.237.244	10
	0.0.0.0	0.0.0.0	25.0.0.1	25.88.172.250	9256
	25.0.0.0	255.0.0.0	On-link	25.88.172.250	9256
	25.88.172.250	255.255.255.255	On-link	25.88.172.250	9256
	25.255.255.255	255.255.255.255	On-link	25.88.172.250	9256
	127.0.0.0	255.0.0.0	On-link	127.0.0.1	306
	127.0.0.1	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
	127.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
	192.168.56.0	255.255.255.0	On-link	192.168.56.1	276
	192.168.56.1	255.255.255.255	On-link	192.168.56.1	276
	192.168.56.255	255.255.255.255	On-link	192.168.56.1	276
	195.208.237.0	255.255.255.0	On-link	195.208.237.244	266
	195.208.237.244	255.255.255.255	On-link	195.208.237.244	266
	195.208.237.255	255.255.255.255	On-link	195.208.237.244	266
	224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	127.0.0.1	306
	224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	192.168.56.1	276
	224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	195.208.237.244	266
	224.0.0.0	240.0.0.0	On-link	25.88.172.250	9256
	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	127.0.0.1	306
	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	192.168.56.1	276
	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	195.208.237.244	266
	255.255.255.255	255.255.255.255	On-link	25.88.172.250	9256

Домашнее задание



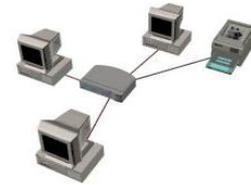
Формат IP-дейтаграммы



0								1								2								3							
0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7	0	1	2	3	4	5	6	7
Версия				IHL				Тип обслуживания								Длина пакета															
Идентификатор								Флаги								Смещение фрагмента															
Число переходов (TTL)								Протокол								Контрольная сумма заголовка															
IP-адрес отправителя (32 бита)																															
IP-адрес получателя (32 бита)																															
Параметры (до 320 бит)																Данные (до 65535 байт минус заголовков)															

Служебные протоколы.

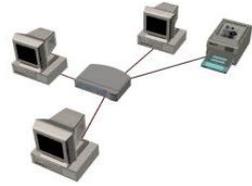
ICMP



- Internet Control Message Protocol — межсетевой протокол управляющих сообщений
- Передача информации об ошибках в дейтаграммах (основная задача)
- Используется в программе **PING**, которая проверяет работает ли удаленный компьютер
- Используется в программе **TRACEROUTE**, определяющей маршрут до заданного компьютера

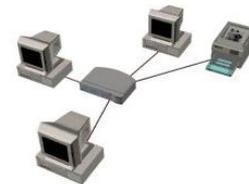
Служебные протоколы.

DHCP



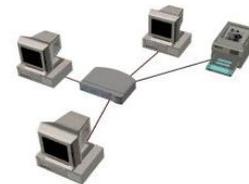
- DHCP - протокол динамического конфигурирования узлов
- позволяет компьютерам автоматически получать IP-адрес и другие параметры
- три способа распределения IP-адресов:
 - ручное
 - автоматическое
 - динамическое

Принципы работы DHCP

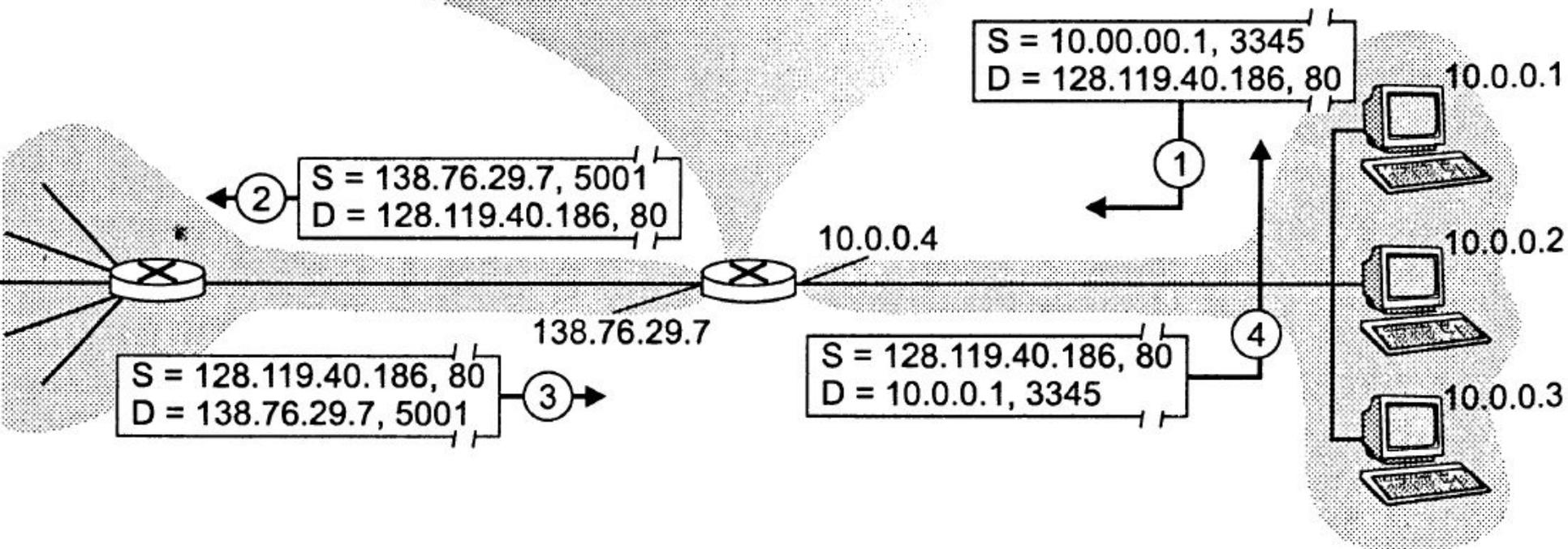


- Компьютер отправляет широковещательный UDP – пакет:
«Кто может назначить мне IP – адрес?»
- DHCP – серверы сети отправляют в ответ DHCP – предложения
- Клиент получает список предложений, выбирает нужное и отправляет DHCP – запрос на конкретный сервер
- От сервера приходит DHCP – подтверждение (в нем указывается IP – адрес, присвоенный клиенту).

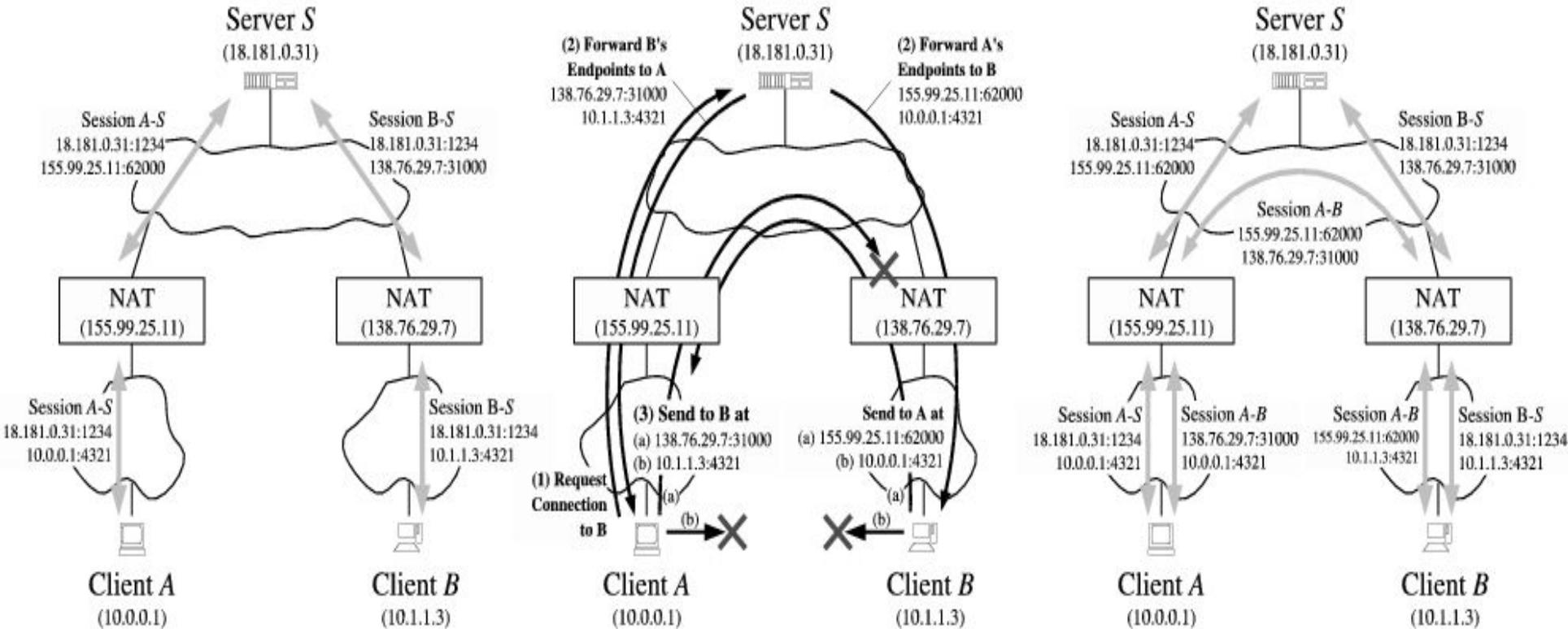
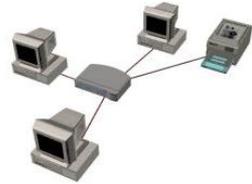
Решение проблемы нехватки IP-адресов (NAT)



Сторона глобальной сети	Сторона локальной сети
138.76.29.7, 5001	10.00.00.1, 3345
...	...



Hole punching

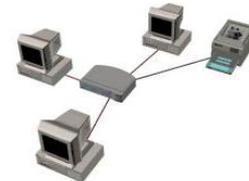


Before Hole Punching

The Hole Punching Process

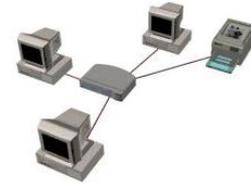
After Hole Punching

Маршрутизация



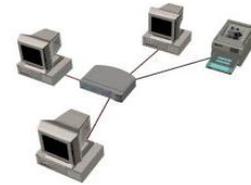
- Маршрутизация (англ. routing) — процесс определения маршрута следования информации в сетях связи (реализуется алгоритмом составления таблиц маршрутизации)
- Типы маршрутизации:
 - статическая
 - динамическая
- Алгоритмы маршрутизации:
 - дистанционно-векторный алгоритм
 - алгоритм состояния связей

Иерархическая маршрутизация

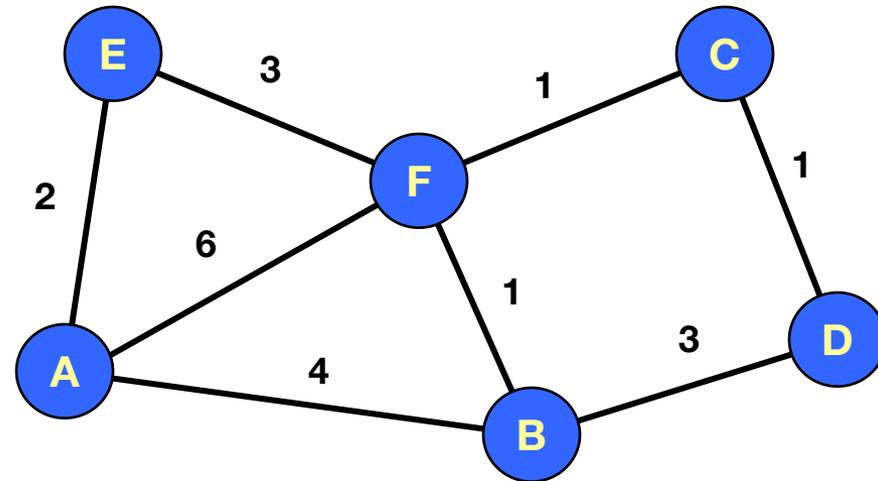


- Вся сеть разбивается на вложенные подсети
- Внутри каждой автономной подсети используются протоколы внутренней маршрутизации
- Автономные системы соединяются друг с другом с помощью шлюзов (gateway)
- Маршрутизация между этими шлюзами - внешняя маршрутизация
- Все вместе это может быть также автономной подсетью
- Протоколы:
 - внутренняя: **RIP** (Routing Internet Protocol) и **OSPF** (Open Shortest Path First)
 - внешняя: **BGP** (Border Gateway Protocol)

RIP: дистанционно-векторный протокол маршрутизации

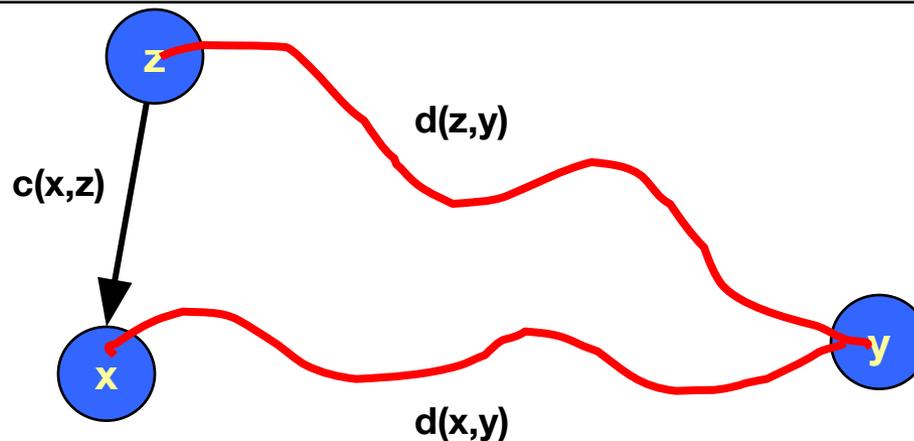
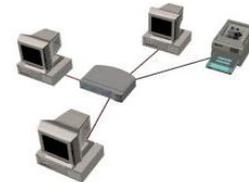


Начальная таблица A		
Dest	Cost	Next Hop
A	0	A
B	4	B
C	∞	–
D	∞	–
E	2	E
F	6	F



- Идея
 - Каждый узел хранит вектор расстояний, содержащий расстояния до подсетей и направления
 - Если сеть недоступна – присваиваем расстоянию ∞
- Вначале узлы знают только своих соседей

Обновление вектора расстояний



• Update(x,y,z)

$d := c(x,z) + d(z,y)$ # Расстояние от x до y через z

if $d < d(x,y)$

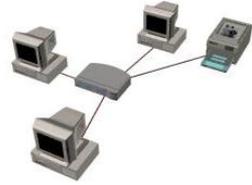
находим наилучшее

return d, z # Наилучшее расстояние и направление

else

return $d(x,y)$, next_hop(x,y) # Лучшее - старое

Алгоритм Беллмана-Форда



- Цикл
 - Для каждого узла x
 - Для каждого узла z
 - Для каждого направления y
 - $d(x,y) := \text{Update}(x,y,z)$
- Пока расстояния не перестанут меняться

Исходные векторы

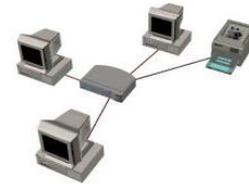


Table for A			Table for B		
Dst	Cst	Hop	Dst	Cst	Hop
A	0	A	A	4	A
B	4	B	B	0	B
C	∞	-	C	∞	-
D	∞	-	D	3	D
E	2	E	E	∞	-
F	6	F	F	1	F

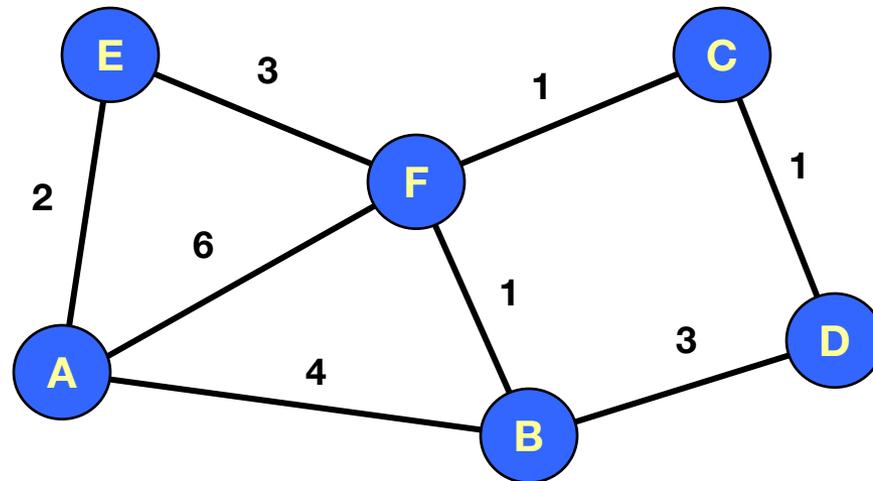


Table for C			Table for D			Table for E			Table for F		
Dst	Cst	Hop									
A	∞	-	A	∞	-	A	2	A	A	6	A
B	∞	-	B	3	B	B	∞	-	B	1	B
C	0	C	C	1	C	C	∞	-	C	1	C
D	1	D	D	0	D	D	∞	-	D	∞	-
E	∞	-	E	∞	-	E	0	E	E	3	E
F	1	F	F	∞	-	F	3	F	F	0	F

Итерация №1

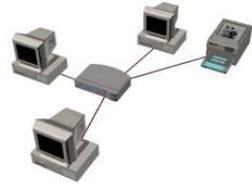


Table for A			Table for B		
Dst	Cst	Hop	Dst	Cst	Hop
A	0	A	A	4	A
B	4	B	B	0	B
C	7	F	C	2	F
D	7	B	D	3	D
E	2	E	E	4	F
F	5	E	F	1	F

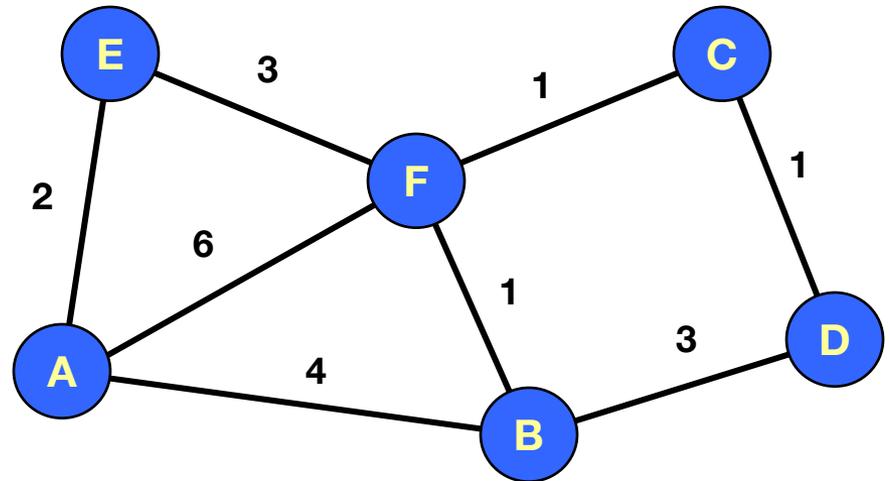


Table for C			Table for D			Table for E			Table for F		
Dst	Cst	Hop	Dst	Cst	Hop	Dst	Cst	Hop	Dst	Cst	Hop
A	7	F	A	7	B	A	2	A	A	5	B
B	2	F	B	3	B	B	4	F	B	1	B
C	0	C	C	1	C	C	4	F	C	1	C
D	1	D	D	0	D	D	∞	-	D	2	C
E	4	F	E	∞	-	E	0	E	E	3	E
F	1	F	F	2	C	F	3	F	F	0	F

Итерация №2

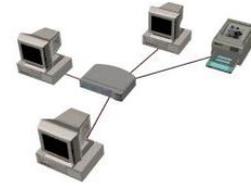


Table for A			Table for B		
Dst	Cst	Hop	Dst	Cst	Hop
A	0	A	A	4	A
B	4	B	B	0	B
C	6	E	C	2	F
D	7	B	D	3	D
E	2	E	E	4	F
F	5	E	F	1	F

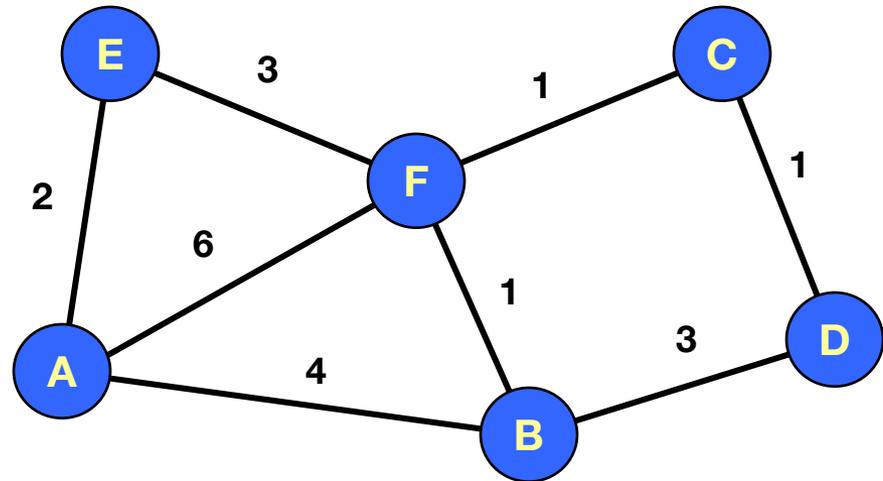
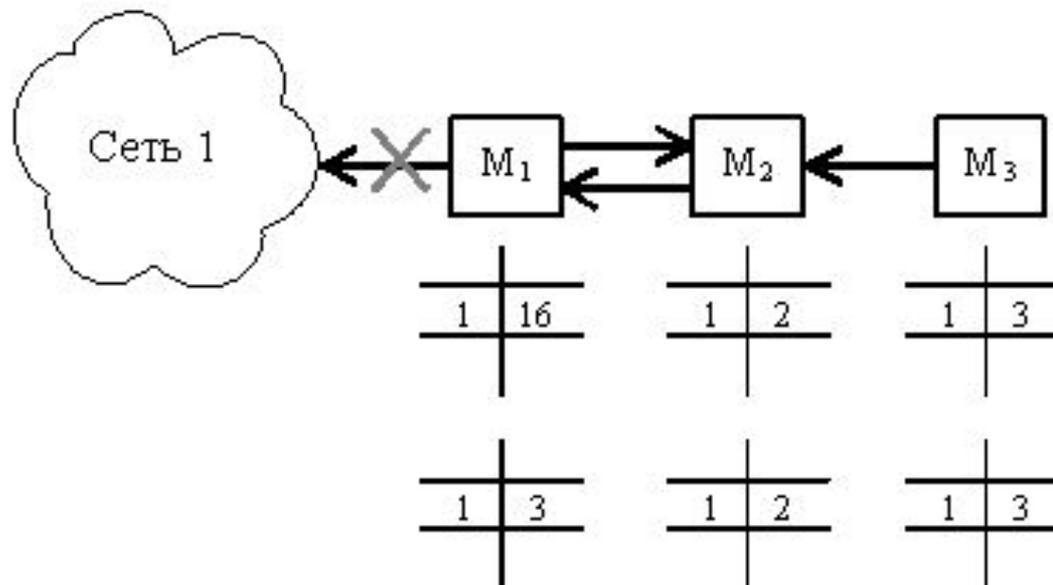
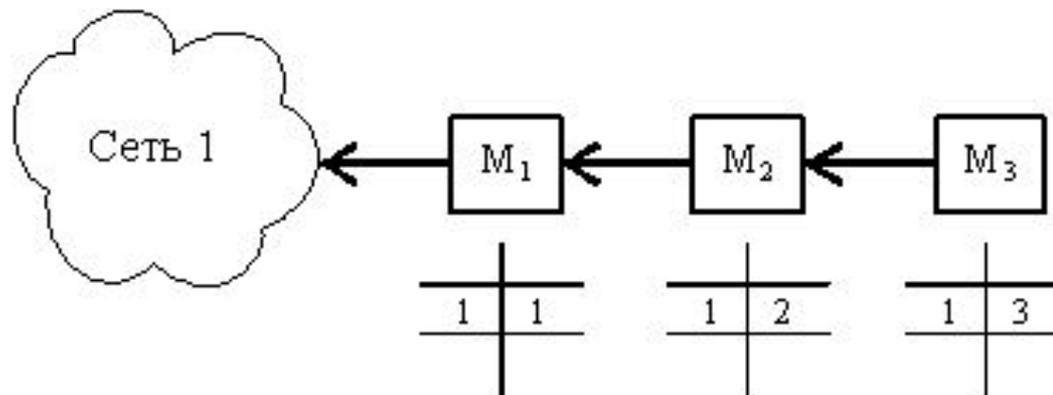
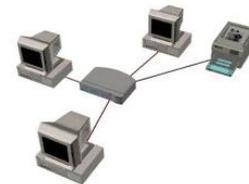
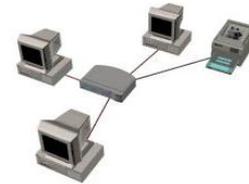


Table for C			Table for D			Table for E			Table for F		
Dst	Cst	Hop									
A	6	F	A	7	B	A	2	A	A	5	B
B	2	F	B	3	B	B	4	F	B	1	B
C	0	C	C	1	C	C	4	F	C	1	C
D	1	D	D	0	D	D	5	F	D	2	C
E	4	F	E	5	C	E	0	E	E	3	E
F	1	F	F	2	C	F	3	F	F	0	F

Неустойчивая работа при изменении конфигурации

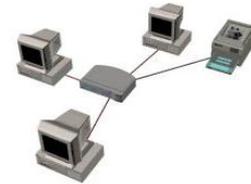


OSPF: Алгоритм состояния связей



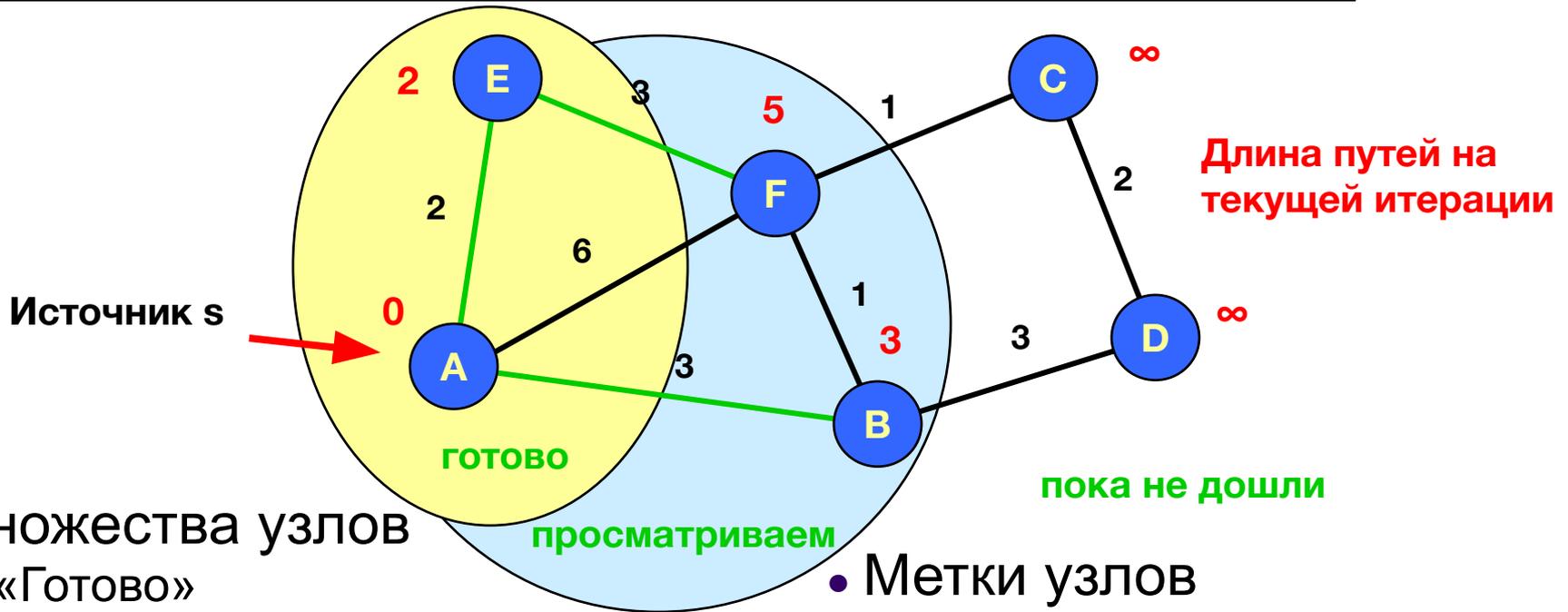
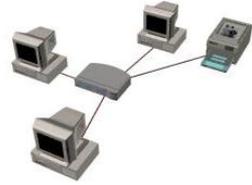
- Каждый узел хранит копию графа сети
 - Узлы обмениваются информацией о связях
- Каждый узел вычисляет дерево кратчайших путей на графе
 - используется алгоритм Дейкстры
- Пути пересчитываются в случае изменения топологии сети

Алгоритм Дейкстры



- Дано:
 - Граф с источником s и весами дуг $c(u,v)$
- Требуется:
 - вычислить кратчайший путь от s до каждого узла v

Алгоритм Дейкстры



Длина путей на текущей итерации

ГОТОВО

пока не дошли

просматриваем

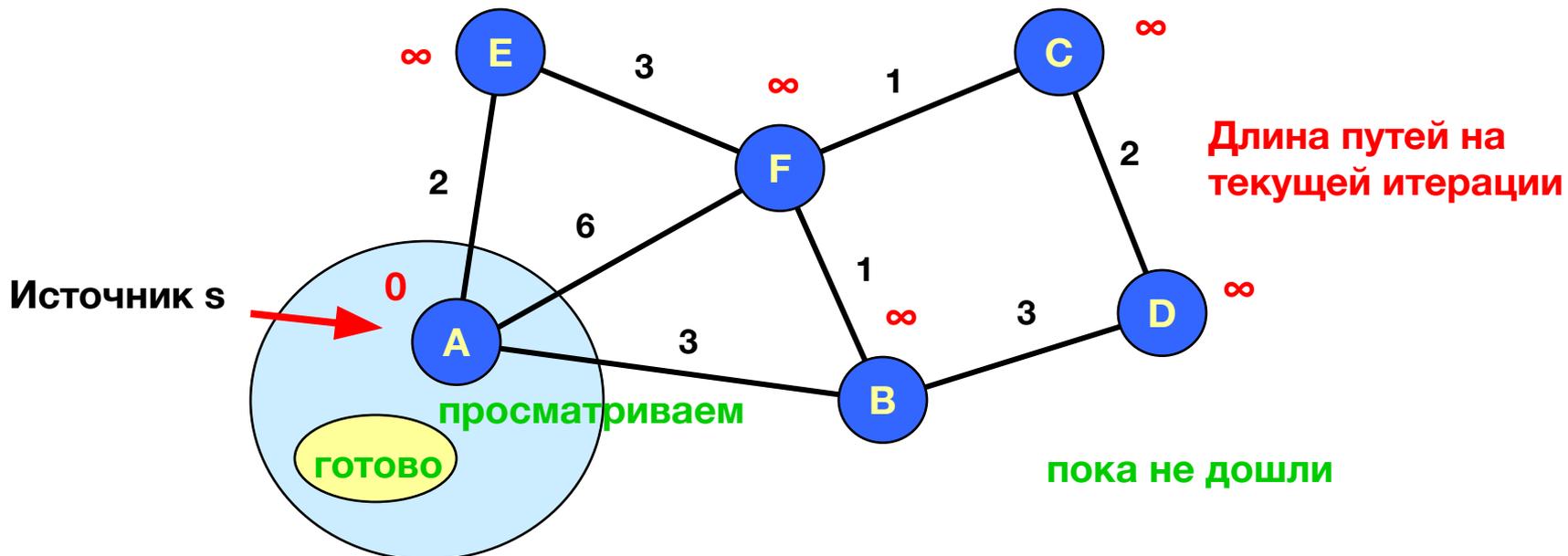
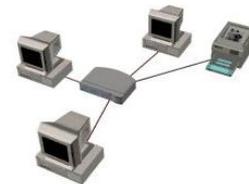
• Множества узлов

- «Готово»
 - До них уже найдены кратчайшие пути
- «просматриваем»
 - соседи узлов из «готово»
- «пока не дошли»:
 - остальные

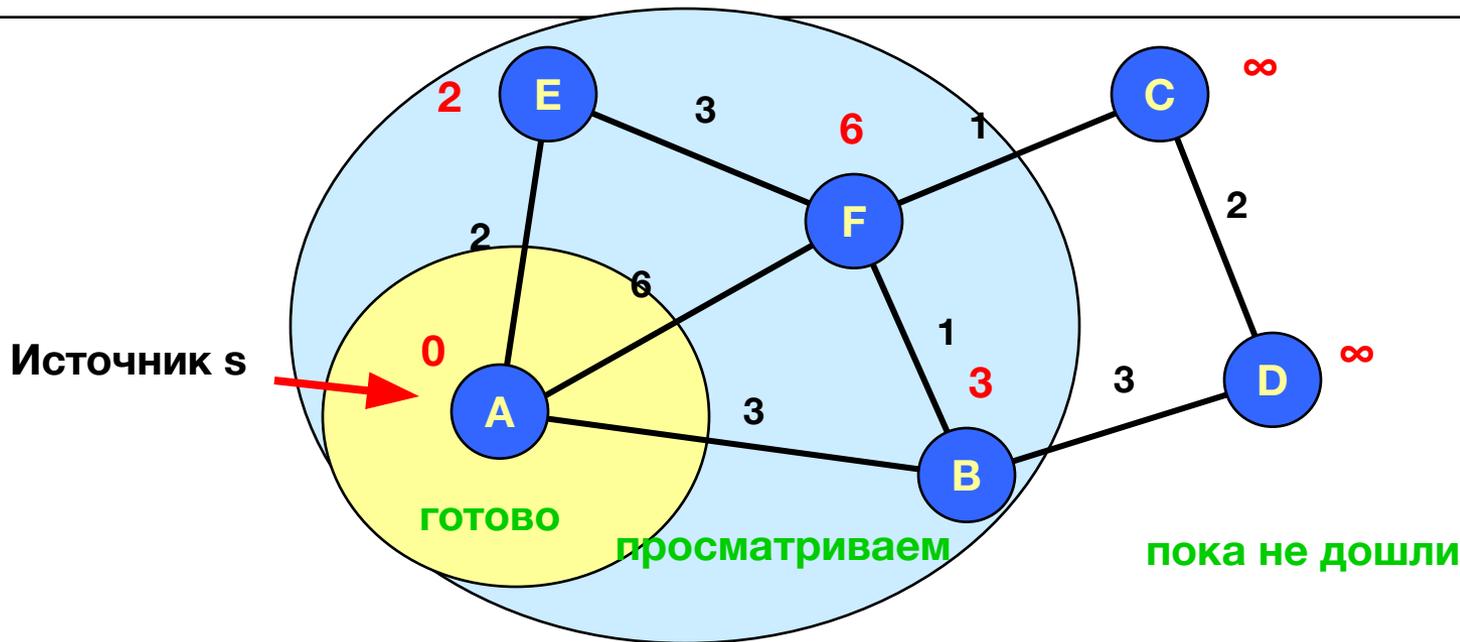
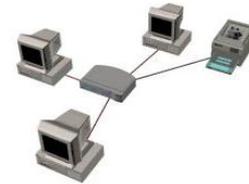
• Метки узлов

- для уже просмотренных узлов $d(v)$ = длина кратчайшего пути от источника s до v
- для просматриваемых $d(v) = \min(d(\text{соседа}) + \text{вес дуги от соседа})$, где соседи берутся из «готово»

Алгоритм Дейкстры: начало

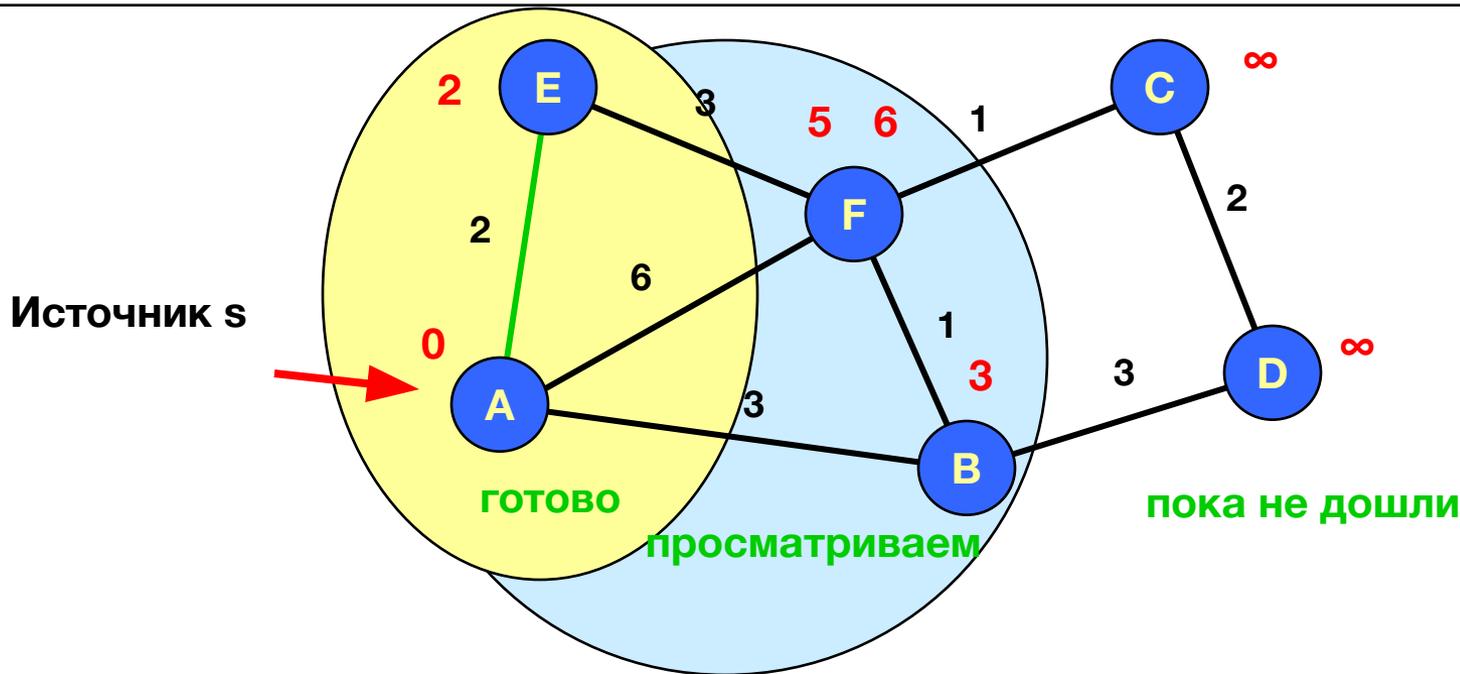
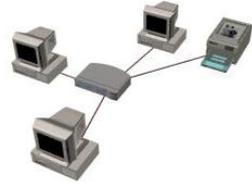


Алгоритм Дейкстры: начало



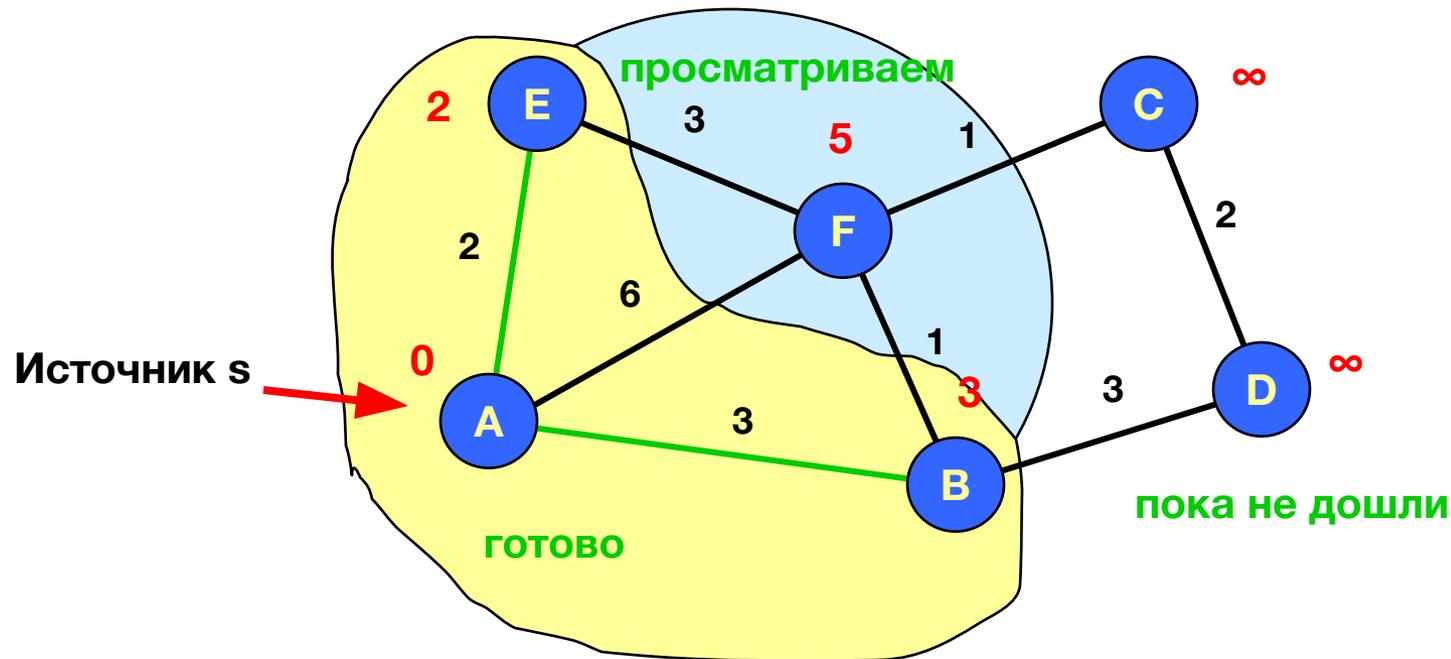
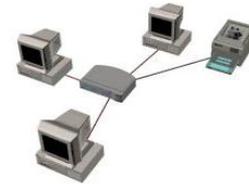
- Рассчитываем $d(v)$ для v из просматриваемого множества, остальным приписываем бесконечность

Алгоритм Дейкстры: один шаг

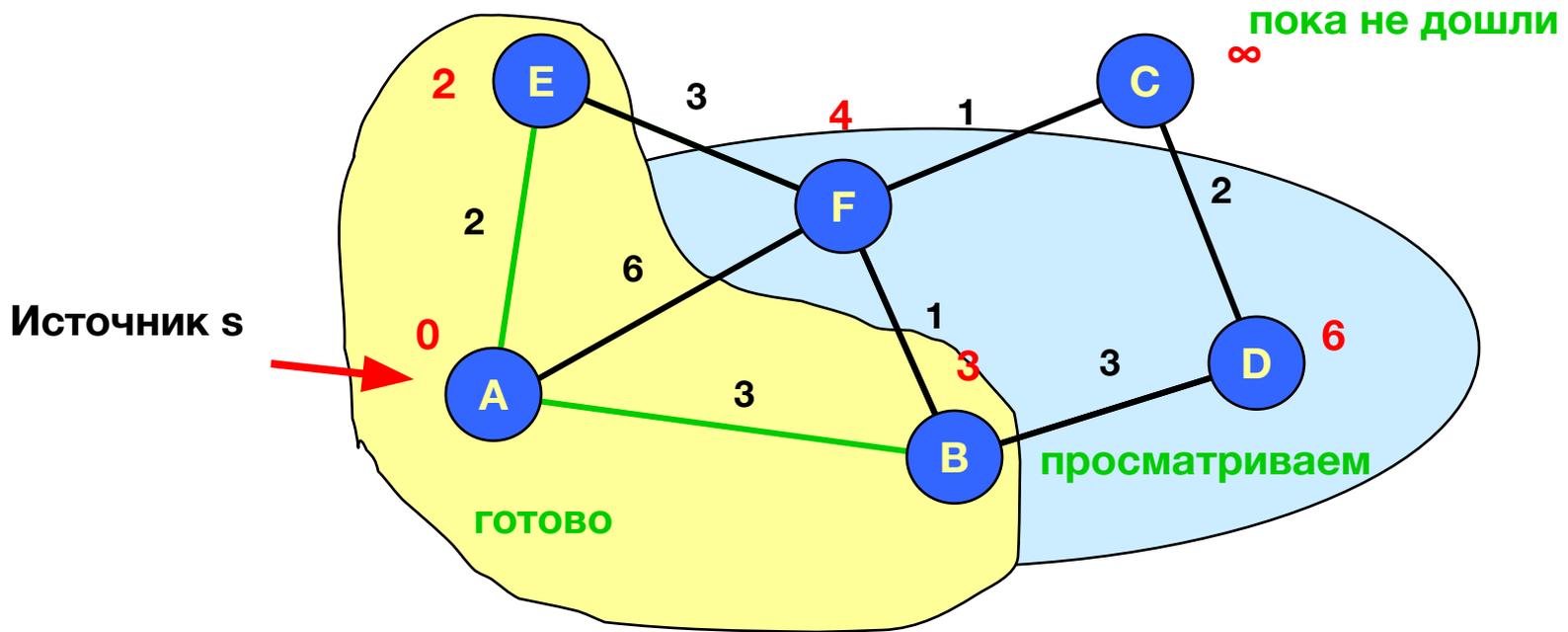
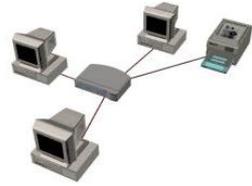


- Находим узел с минимальным $d(v)$ во множестве просматриваемых
- Добавляем этот узел во множество просмотренных («готово»). Добавляем минимальную дугу до этого узла в дерево кратчайших путей
- Обновляем множество «просматриваемых» и пересчитываем $d(v)$

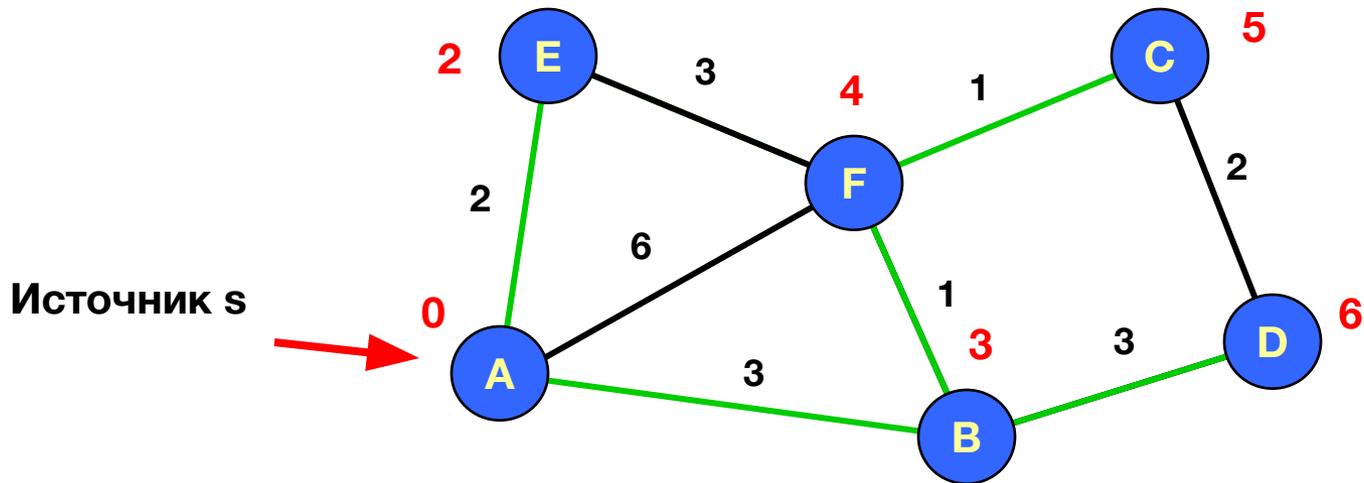
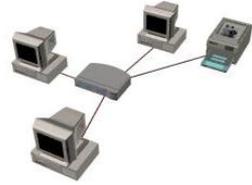
Алгоритм Дейкстры: повторяем



Алгоритм Дейкстры

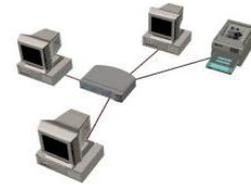


Алгоритм Дейкстры



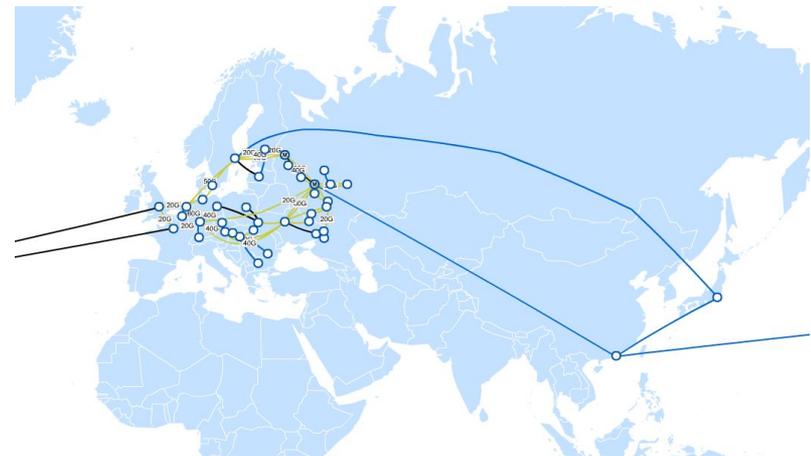
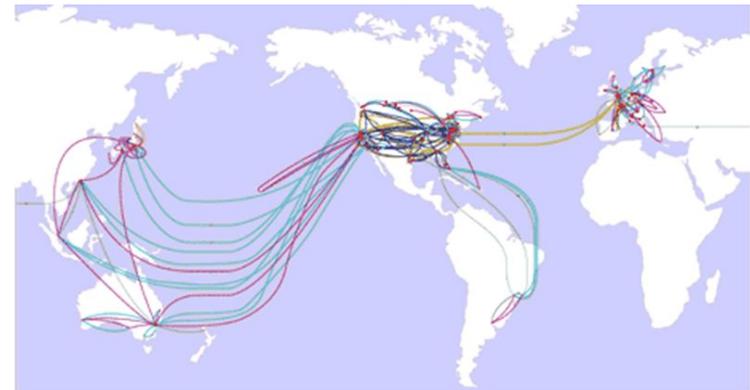
- Зеленым отмечено дерево кратчайших путей

BGP: внешняя маршрутизация

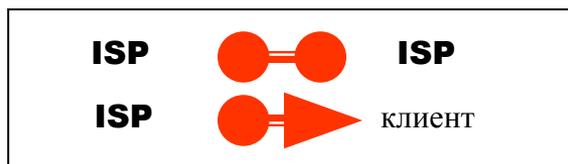
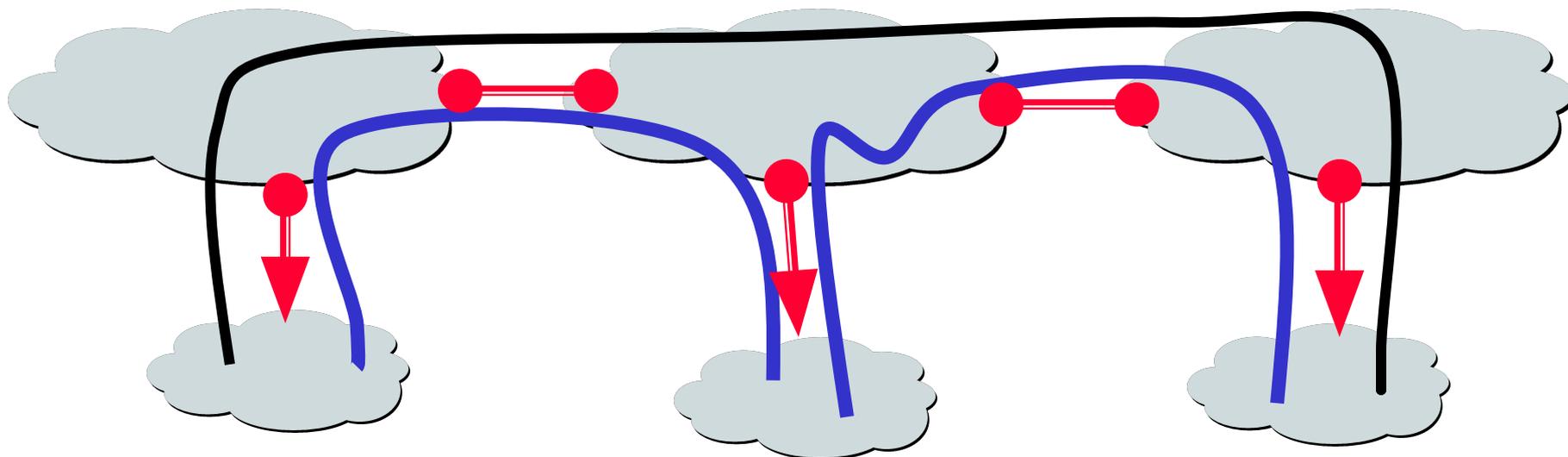
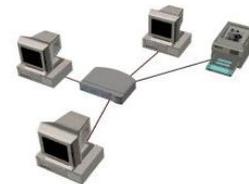


- Магистральные провайдеры

- Verison
- Retn.net
- ТрансТелеКом
- Golden telecom
-



BGP: внешняя маршрутизация



разрешено



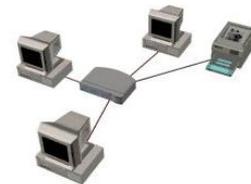
не
разрешено

ISP предоставляют услуги связи
только своим клиентам

ISP обычно запрещают транзитный
трафик через свои сети

Магистральные **ISP** редко платят
друг другу за транзитный трафик

BGP: внешняя маршрутизация



ISP

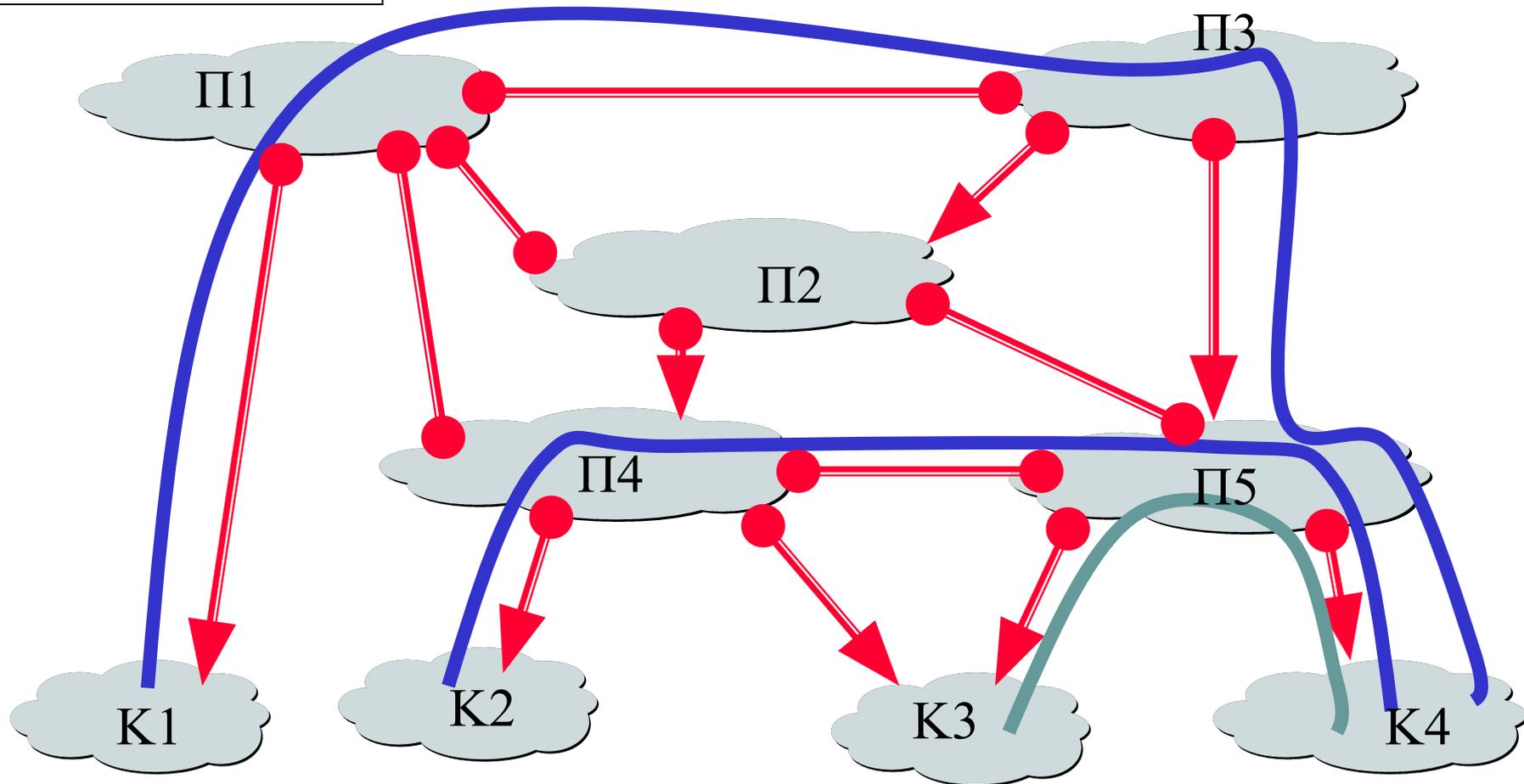


ISP

ISP

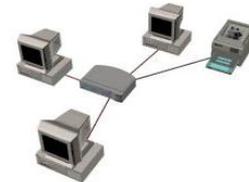


клиент



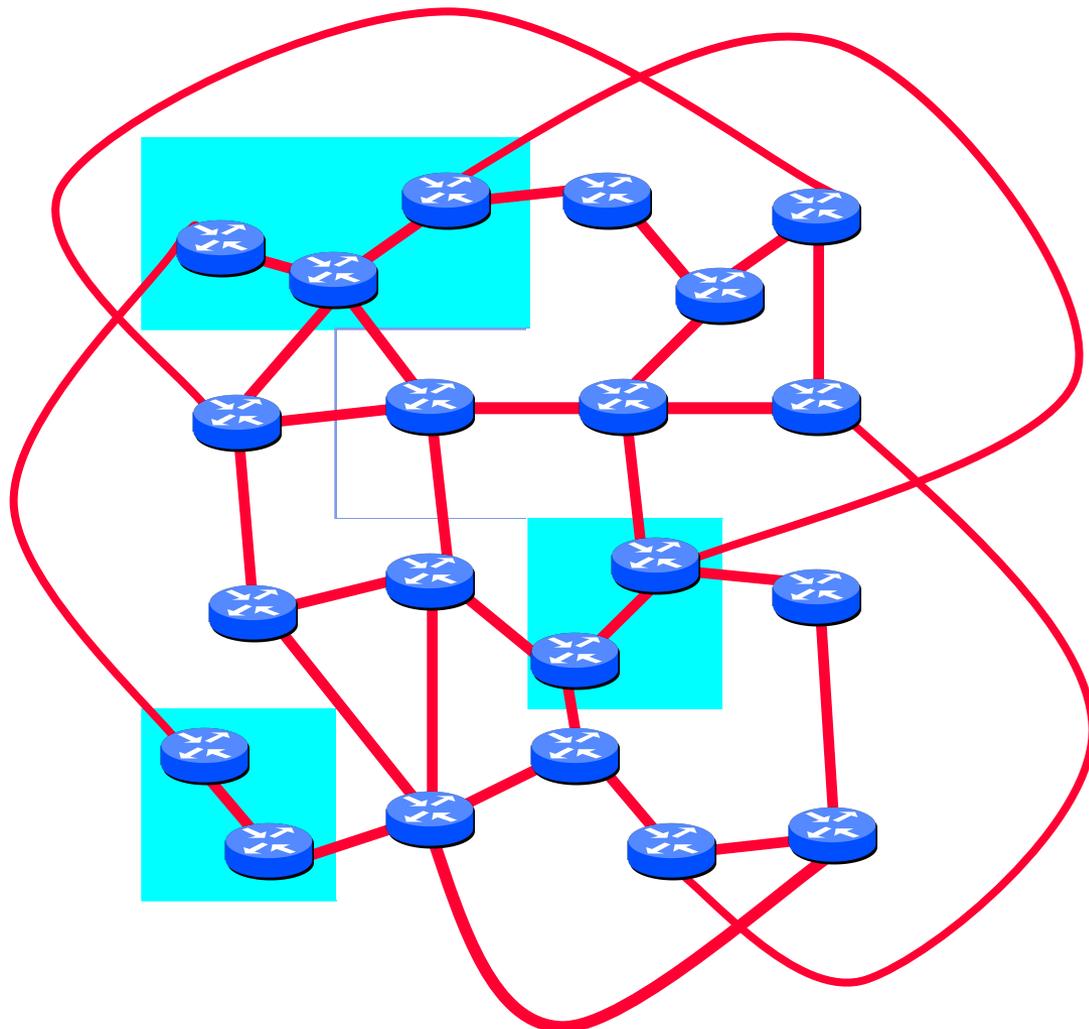
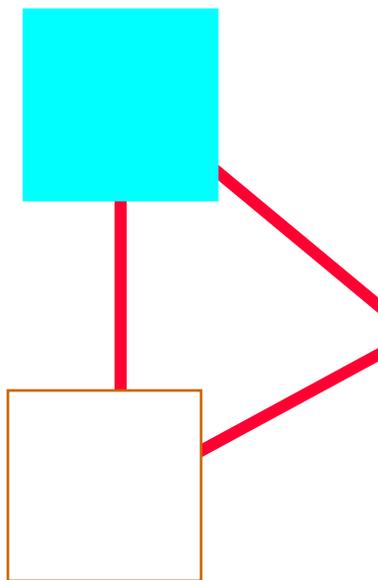
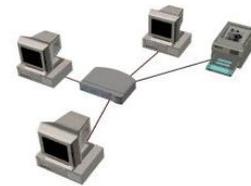
BGP:

автономные системы (AS)

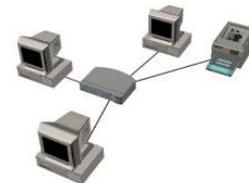


- Автономная система – набор связанных сетей, использующих единую систему маршрутизации
- Номера присваиваются автономным системам локальными интернет-регистраторами (LIR) обычно одновременно с выдачей блока IP-адресов
- Пример:
 - ASN Яндекса = 13238
 - ASN ОАО «Вымпел-Коммуникации» = 8402 (Corbina)

Граф АС – это фактор-граф интернета



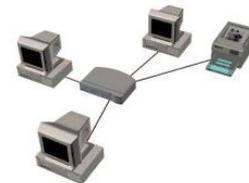
BGP: внешняя маршрутизация



- Таблица маршрутизации BGP

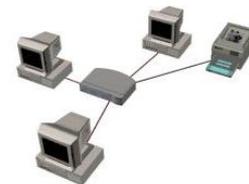
Сеть	Следующий маршрутизатор	Путь
N01	R01	AS14,AS23, AS67
N02	R05	AS22,AS67, AS05, AS89
N03	R06	AS67,AS89, AS09, AS34
N04	R12	AS62,AS02, AS09

Домашнее задание

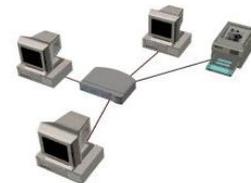


- Скачайте и просмотрите BGP-маршрутную таблицу для MSK-IX
[http://www.msk-ix.ru/download/lq/msk_ipv4.txt.g
z](http://www.msk-ix.ru/download/lq/msk_ipv4.txt.gz)
- Информацию об автономных системах российских и европейских провайдеров можно получить здесь
<http://www.db.ripe.net/whois>
- Список номеров AS, подключенных к MSK-IX можно найти здесь:
<http://www.msk-ix.ru/members/>

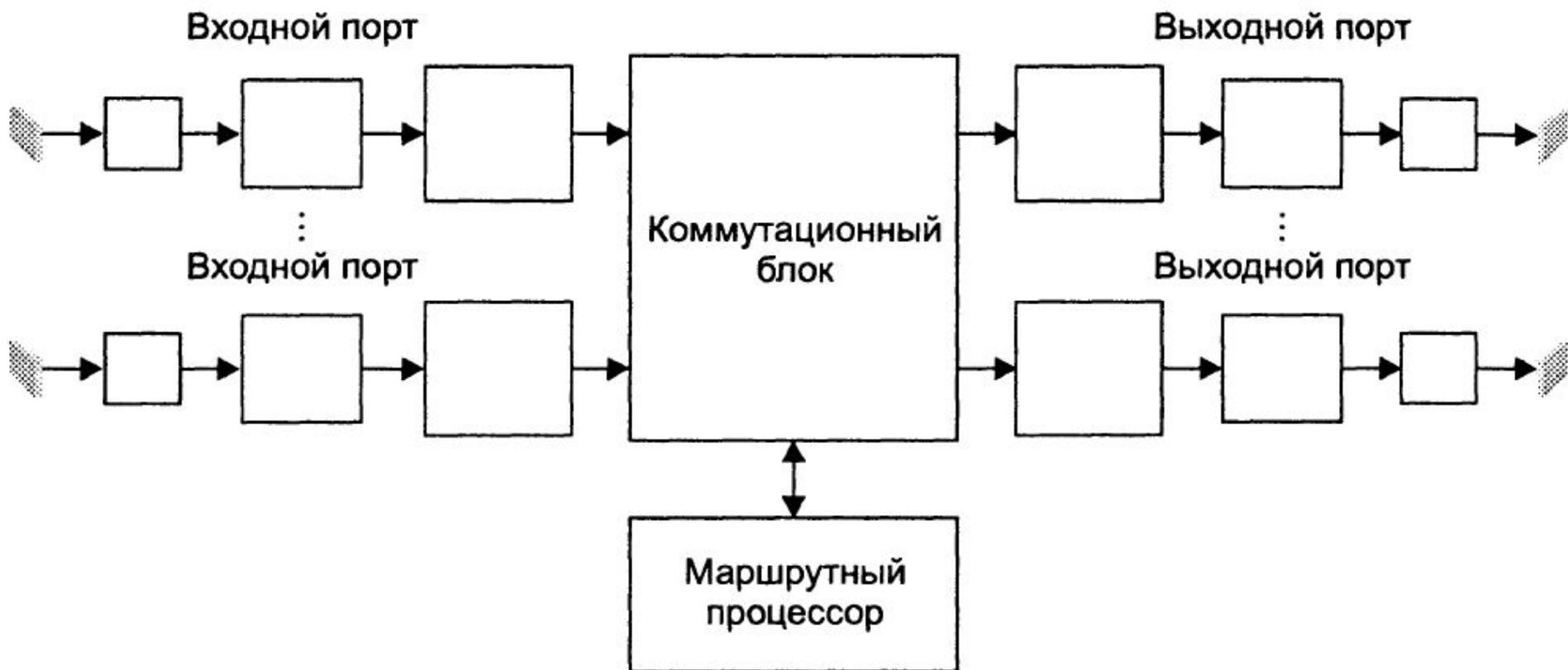
Маршрутизаторы



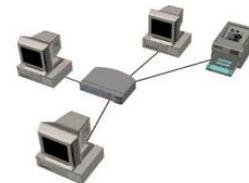
Устройство маршрутизатора



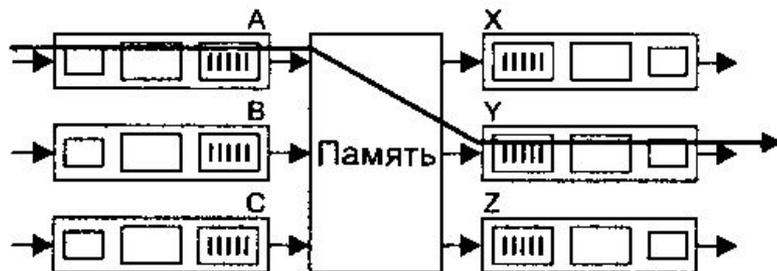
- Основная задача маршрутизатора - получение дейтаграммы и отправка ее по одному из своих интерфейсов



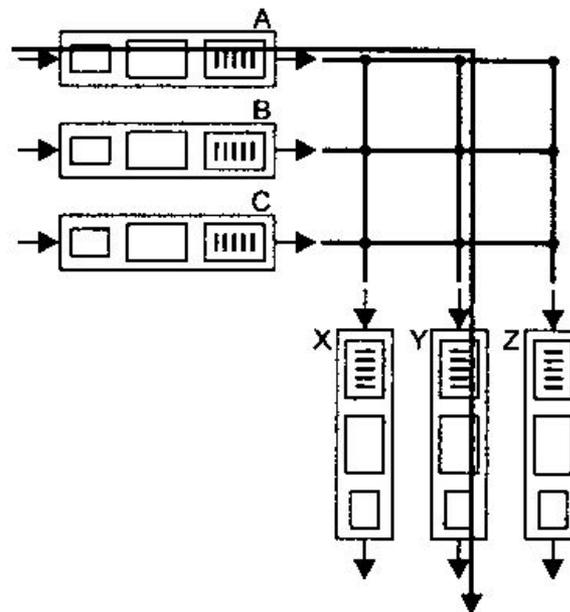
Методы коммутации



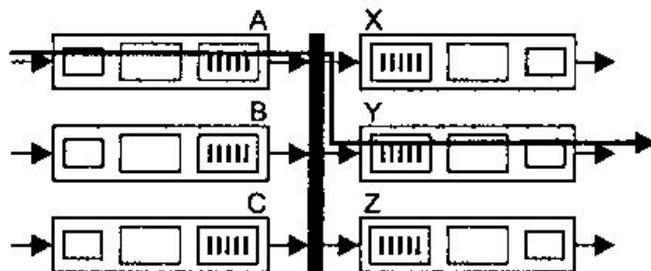
Память



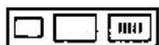
Матричный коммутатор



Шина



Условные
обозначения:

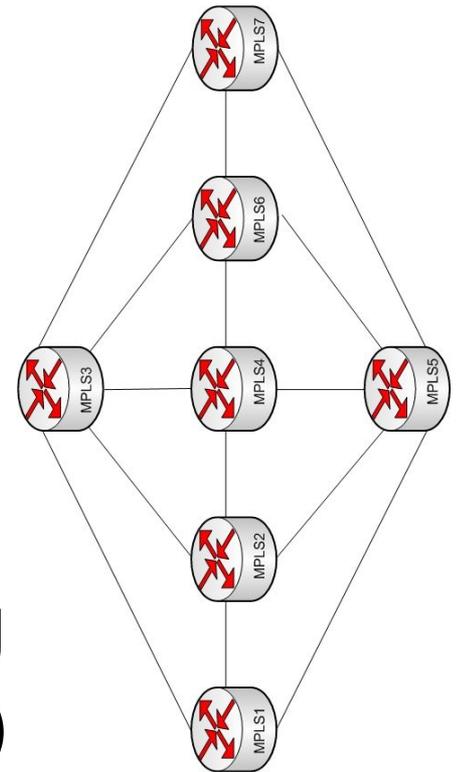
 Входной порт

 Выходной порт

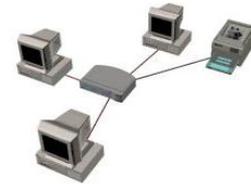
Рис. 4.35. Три метода коммутации

Мультипротокольная коммутация по меткам

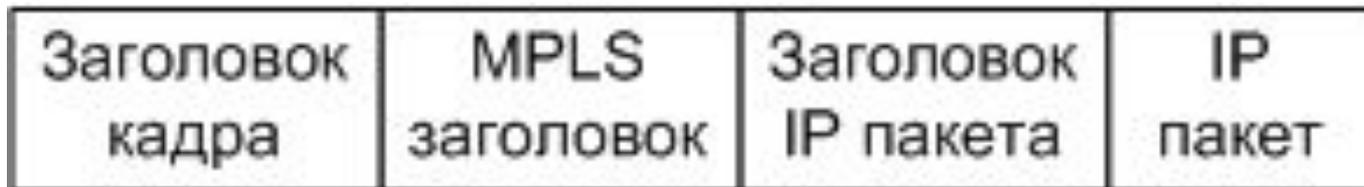
Multi-Protocol Label Switching
(MPLS)



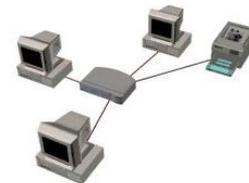
Обзор MPLS



- Используется для ускорения маршрутизации пакетов (RFC 3031)
- Идея: вместо номера сети переменной длины использовать 20-битную метку
 - Метка размещается в заголовке MPLS между заголовками канального и сетевого уровня
- Поддерживает все протоколы сетевого и канального уровней



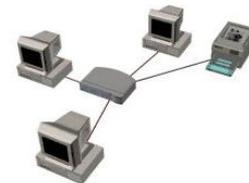
Формат MPLS-заголовка



- 20-битная метка
- CoS – поле, описывающее класс обслуживания пакета
- S: индикатор конца стека MPLS-заголовков
- TTL: время жизни

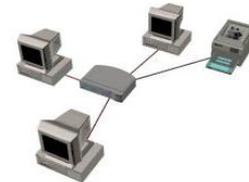


MPLS-маршрутизация



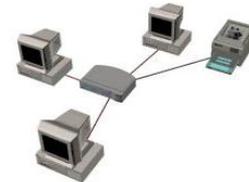
- Входной LSR(Label switching router) MPLS-домена присваивает пакетам метки, определяющие их дальнейший путь в сети
- Внутренние LSR:
 - используют метку для определения следующего маршрутизатора
 - отправляют пакет следующему (могут изменить метку)
- Выходной LSR убирает MPLS-заголовок с меткой и маршрутизирует пакет на основе IP-адреса

MPLS-маршрутизация



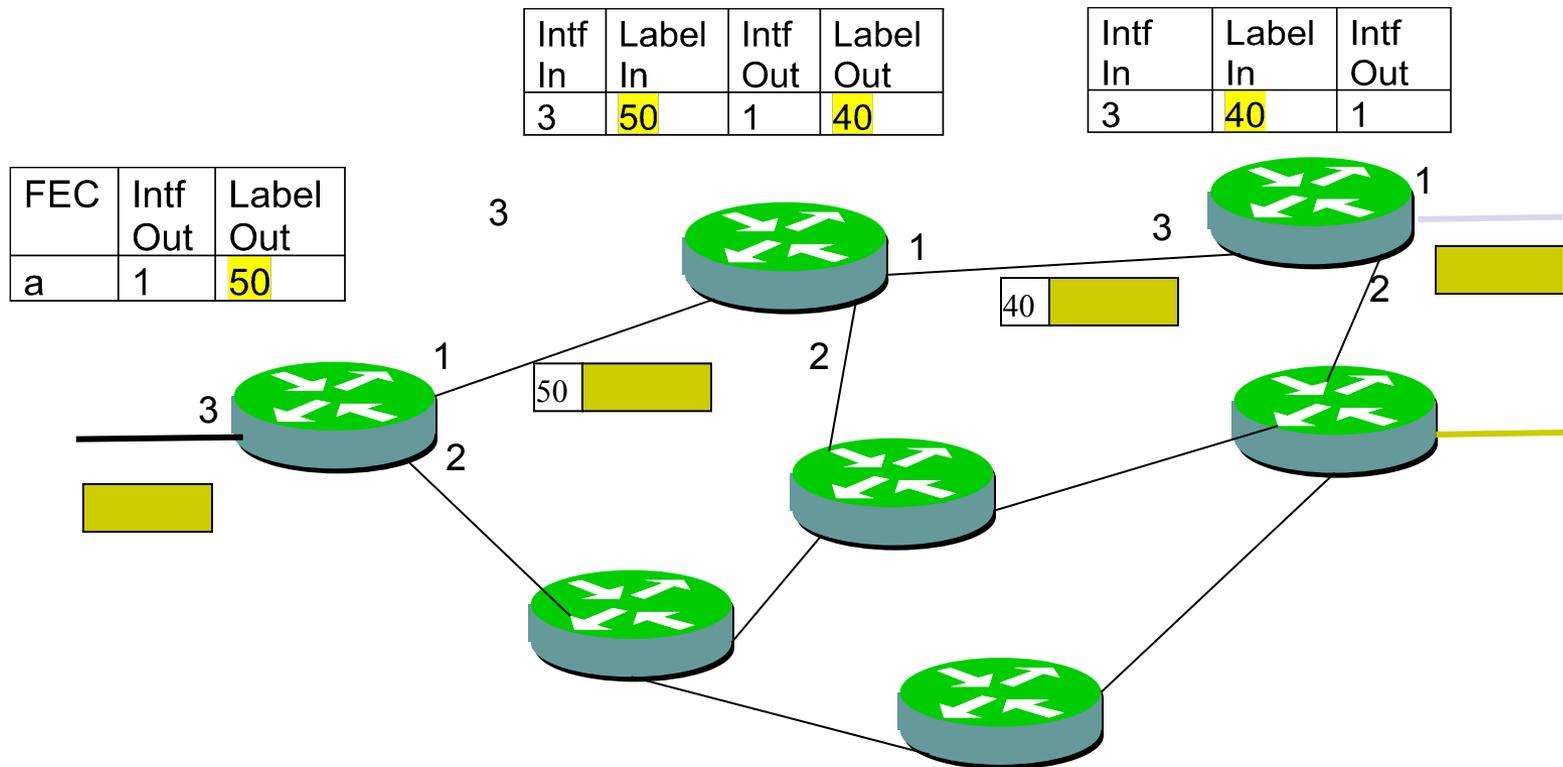
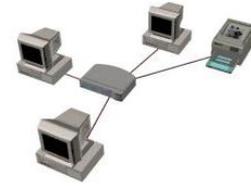
- Маршрут коммутации по меткам (Label Switched Path) - это последовательность устройств в MPLS домене, через которые проследовал пакет с меткой при фиксированном размере стека меток
 - все маршруты LSP – однонаправленные
 - метка, устанавливаемая входным LSR однозначно определяет весь маршрут следования пакета через MPLS домен
- Протокол обмена метками Label Distribution Protocol (LDP) согласует конкретные значения меток для создания целостных маршрутов коммутации по меткам

Forwarding Equivalence Class



- Входной маршрутизатор присваивает метки на основе Forwarding Equivalence Classes (FEC)
- Класс пакета может определяться:
 - IP-адресами источника/назначения
 - портами источника/назначения
 - протоколом
 - DSCP - Differentiated services code point
 - входным интерфейсом
- Каждому FEC можно установить определенное PNB (Per-hop behavior)

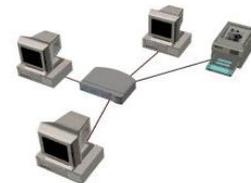
Пример



Протокол IPv6

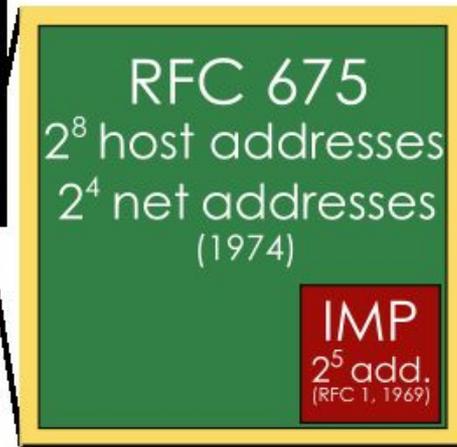
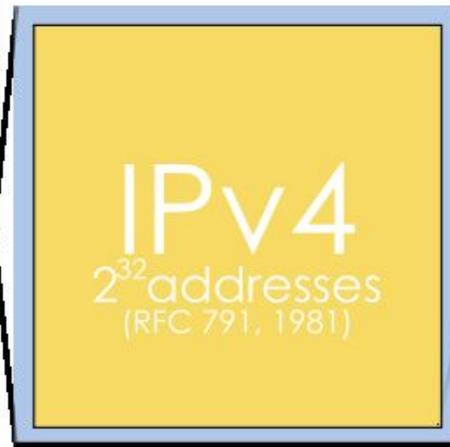
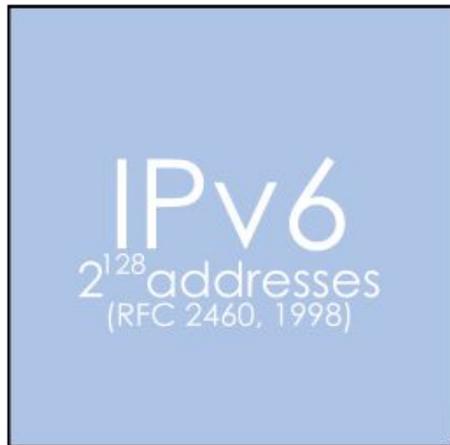
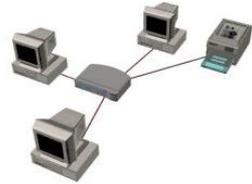


Протокол IPv6



- IPv4 → IPv6
- адрес – 16 байт
- причины перехода на IPv6
 - недостаточность объёма 32-битного адресного пространства
 - разрастание таблиц маршрутизации
 - сложность массового изменения IP-адресов
 - относительная сложность обработки заголовков пакетов IPv4

Рост адресного пространства

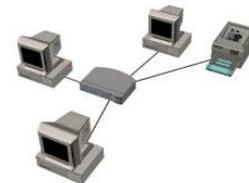


A diagram demonstrating the massive growth in address space under each protocol.

Each cascading block is a magnification of a tiny area in the preceding block, represented by a black square.

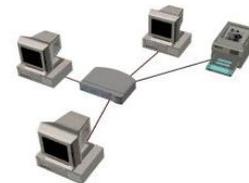
Image is to scale, except the black area is enlarged for ease of viewing

IPv6: адреса



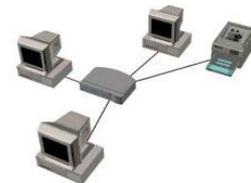
- записываются в виде 8 двухбайтных чисел:
 - 2001:0db8:0049:0000:ab00:0000:0000:0102
- сокращения записи:
 - 2001:0db8:0000:0000:0000:0000:1428:57ab
 - 2001:0db8:0000:0000:0000::1428:57ab
 - 2001:0db8:0:0:0:0:1428:57ab
 - 2001:0db8:0:0::1428:57ab
 - 2001:0db8::1428:57ab
 - 2001:db8::1428:57ab

IPv6: типы адресов



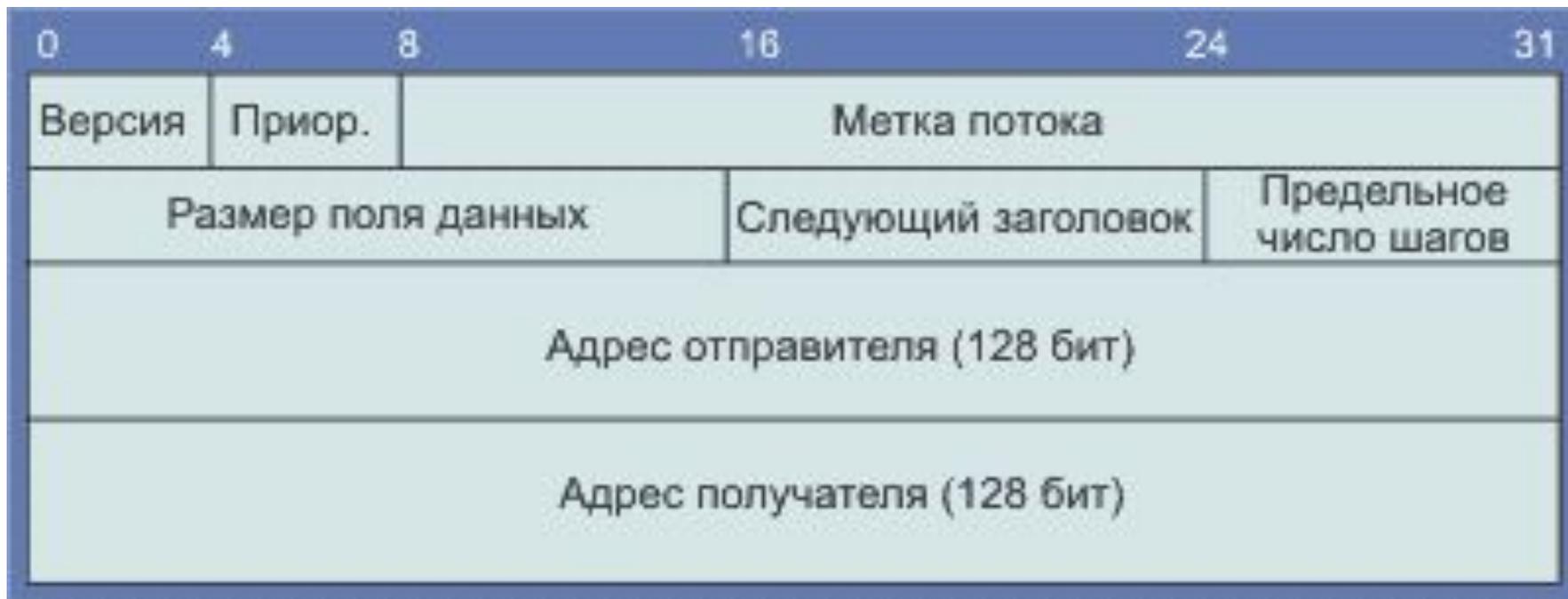
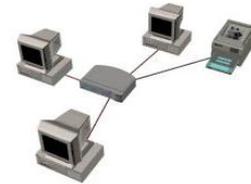
- Типы:
 - unicast
 - anycast
 - multicast
- Резервированные адреса
 - $:: \leftrightarrow 0.0.0.0$
 - $::1 \leftrightarrow 127.0.0.1$
 - $2002:ab:cd::/16 \leftrightarrow a.b.c.d$ (6to4 адреса)
 - $FF^{**}::$ - широковещательные

IPv6: метки потоков

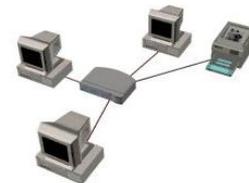


- Поток - это последовательность пакетов, посылаемых отправителем определённому адресату
- Метки потоков – случайные 24-битные числа
- Направление передачи вычисляется только для первого пакета и помещается в кэш
- Все остальные пакеты с такой же меткой от того же отправителя направляются туда же

Формат заголовка IPv6

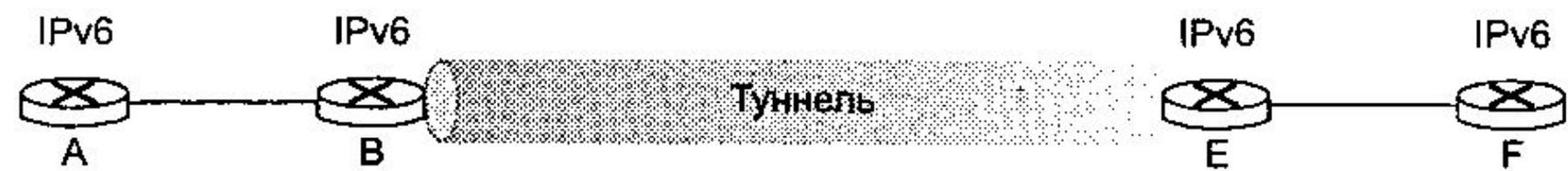


Переход с IPv4 на IPv6

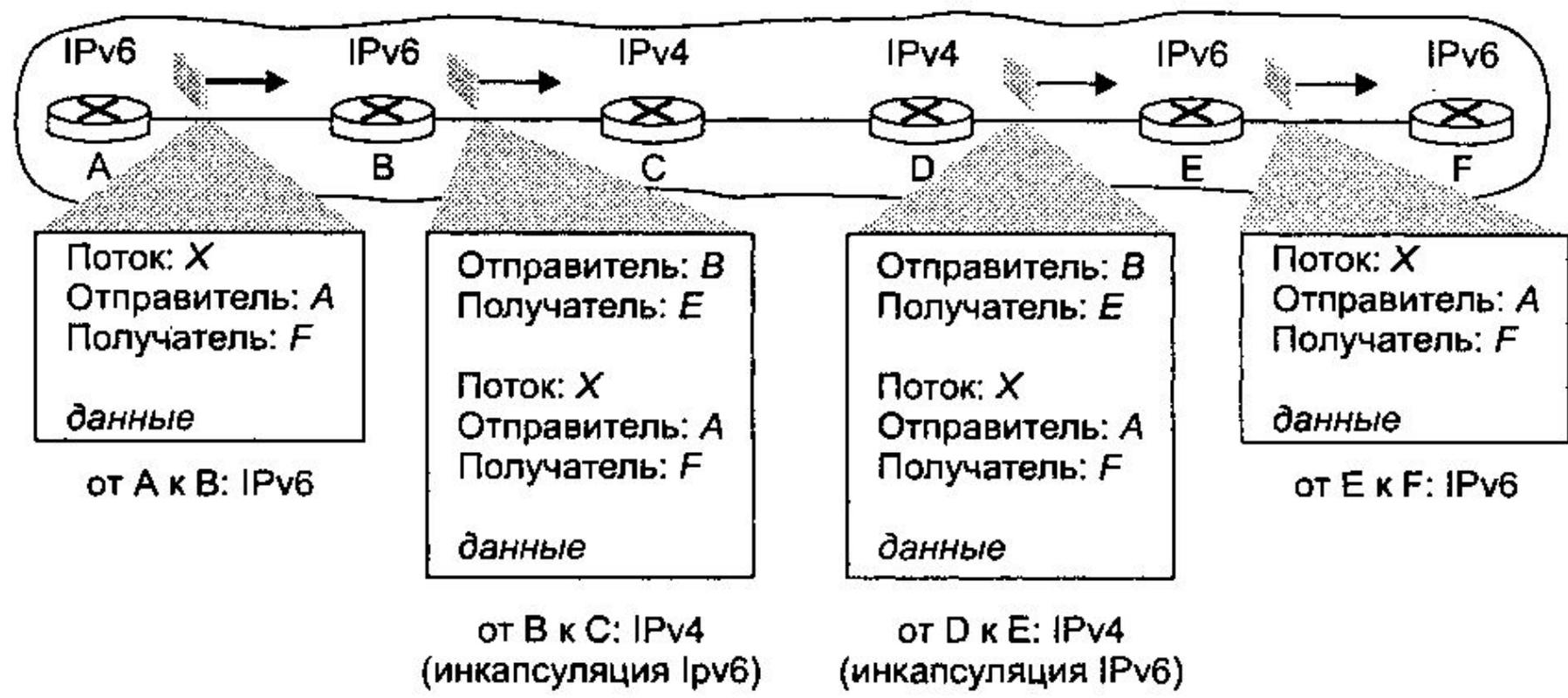


- Взаимодействие IPv6 и IPv4
 - решения:
 - туннелирование (6to4, Teredo)
 - двойной стек
 - трансляция протоколов
- несовместимость с DNS
 - решение:
 - ввод типа записи AAAA
 - ввод домена ip6.arpa

Логическая схема

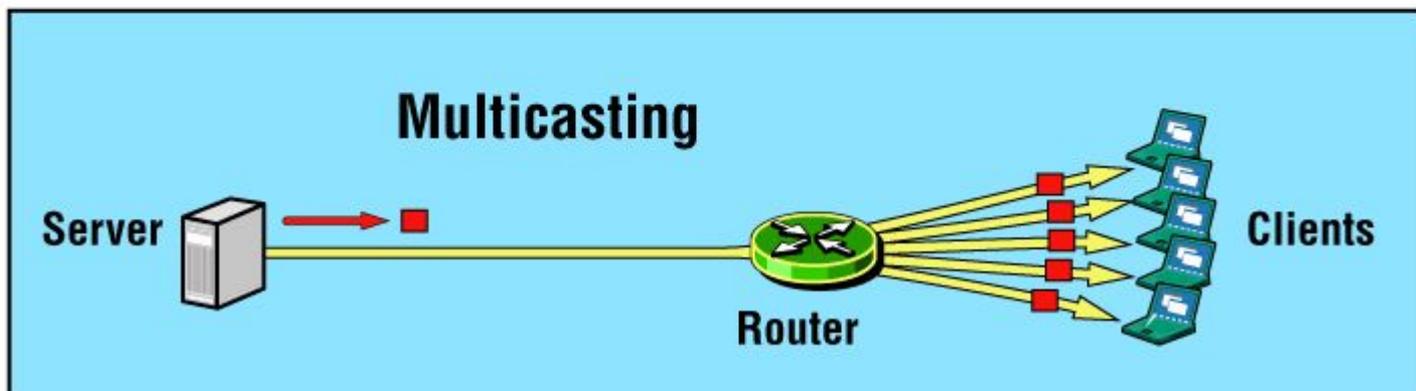
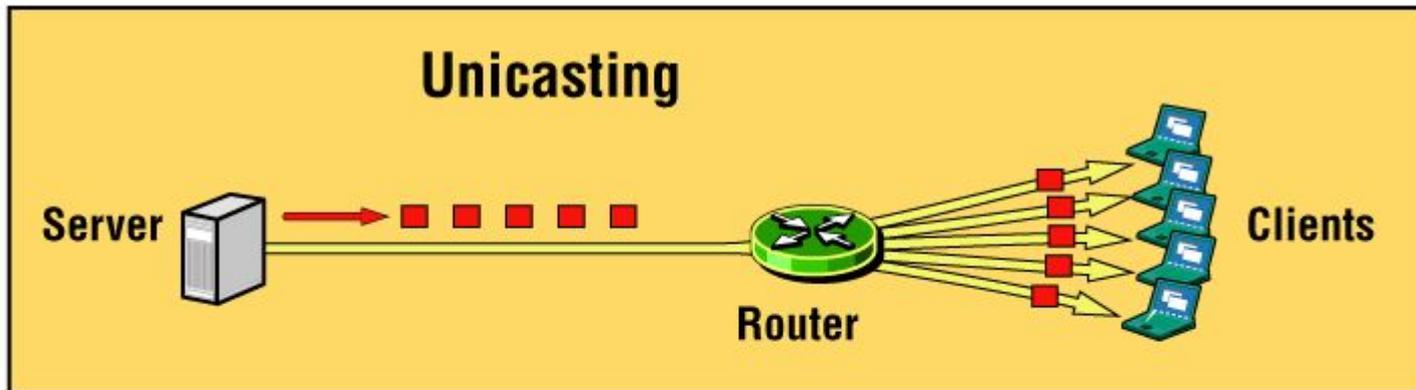


Физическая схема

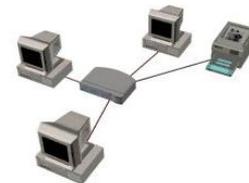


Групповая рассылка

Multicasting

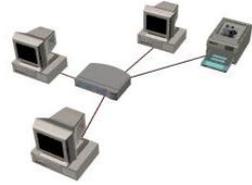


Приложения



- Телерадиовещание
- Распространение ПО
- Видеоконференции со многими участниками
- Многопользовательские игры

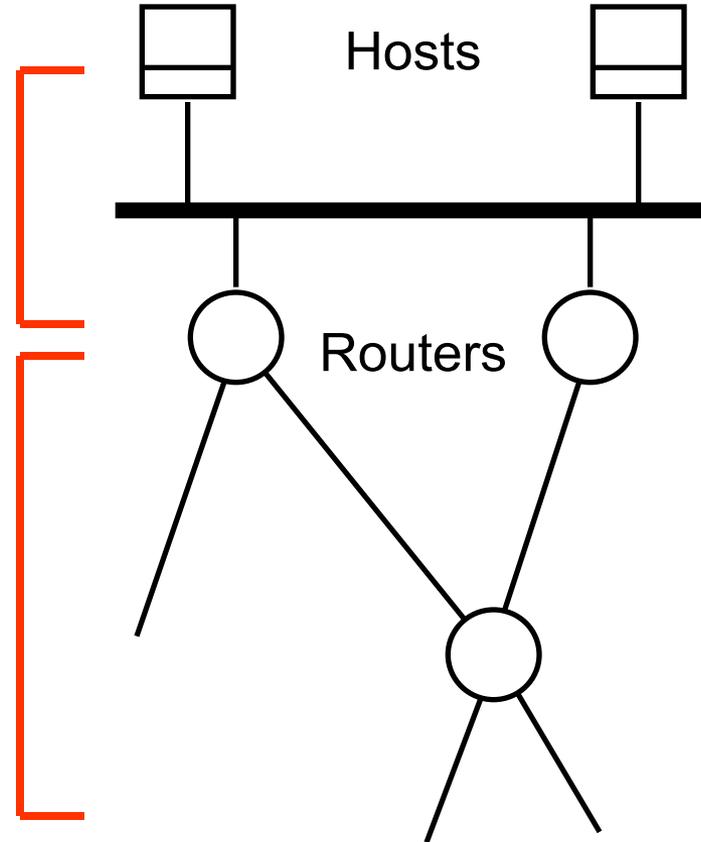
Архитектура группового вещания



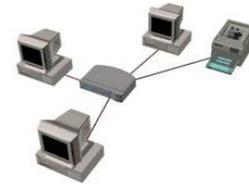
Групповые адреса

Протокол взаимодействия хостов и роутеров (IGMP)

протоколы групповой маршрутизации

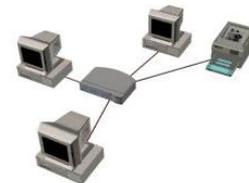


Архитектура группового вещания (RFC1112)



- Каждая группа имеет один IP-адрес
- Количество компьютеров в группе не ограничено
- Члены группы могут располагаться где угодно
- Хосты могут присоединяться или покидать группу, когда захотят
- Источники потока данных могут не быть участниками группы
- Только хост и маршрутизаторы знают о том, что хост входит в группу
- Аналогия:
 - Каждый групповой адрес – как радиочастота, которую любой может прослушивать.

Групповые адреса

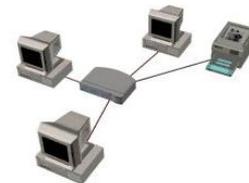


- IP-адреса класса D
 - 224.0.0.0 – 239.255.255.255



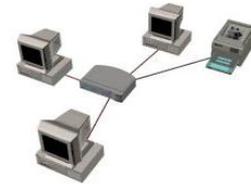
- Как происходит присвоение таких адресов?
 - Общеизвестные - организацией IANA
 - Остальные – присваиваются динамические

IP Multicast API



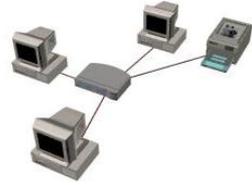
- Отправка – обычная (порт, sendto)
- Получение – две новых функции
 - Join Group – присоединение к группе
 - Leave Group – выход из группы
- Получение – обычной операцией recvfrom
- Программирование: у сокета нужно установить опцию
`setsockopt(... IP_ADD_MEMBERSHIP ...)`

IGMP - Internet Group Management Protocol

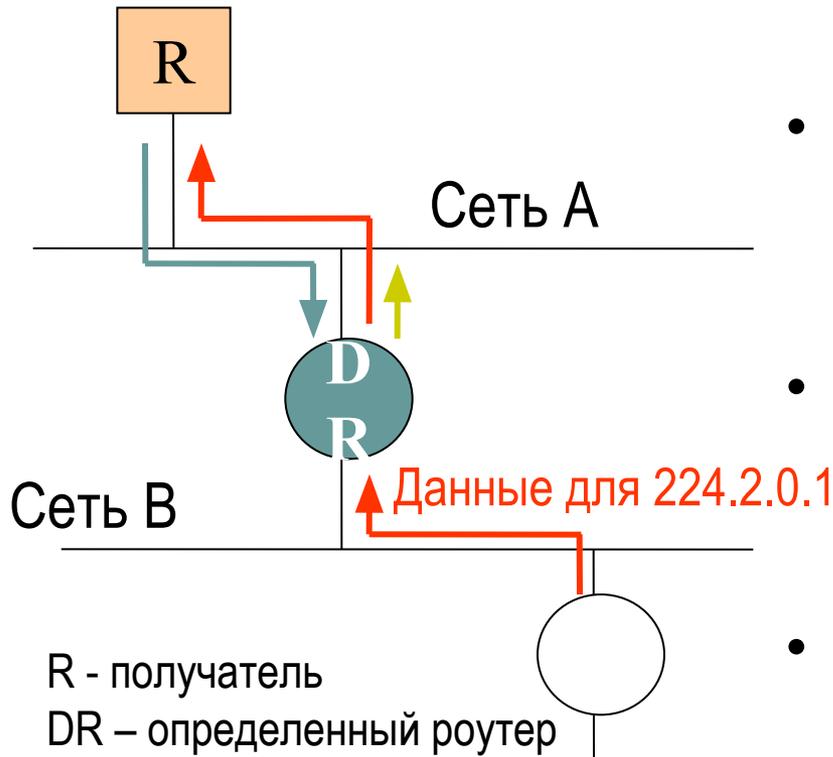


- Протокол взаимодействия хостов и роутеров
- Каждый хост помнит все группы, в которые он входит – функции Socket API оповещают о них службу IGMP
- Цель: поддерживать информацию маршрутизаторов о группах в актуальном состоянии

IGMP: присоединение к группе



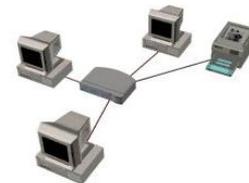
IGMP Membership-Report



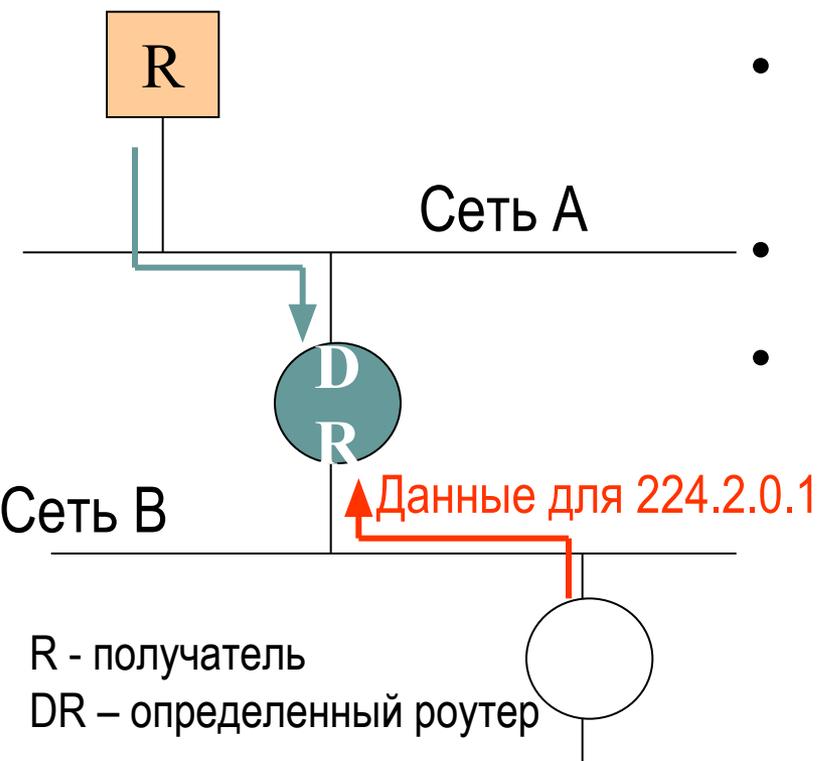
Пример : R присоединяется к группе 224.2.0.1

- R посылает **IGMP Membership-Report** по адресу **224.2.0.1**
- DR получает и впоследствии будет направлять пакеты группы **224.2.0.1** в сеть А
- DR периодически рассылает **IGMP Membership-Query** по адресу **224.0.0.1**
- R сообщает, что он подписан на **224.2.0.1**

IGMP: выход из группы



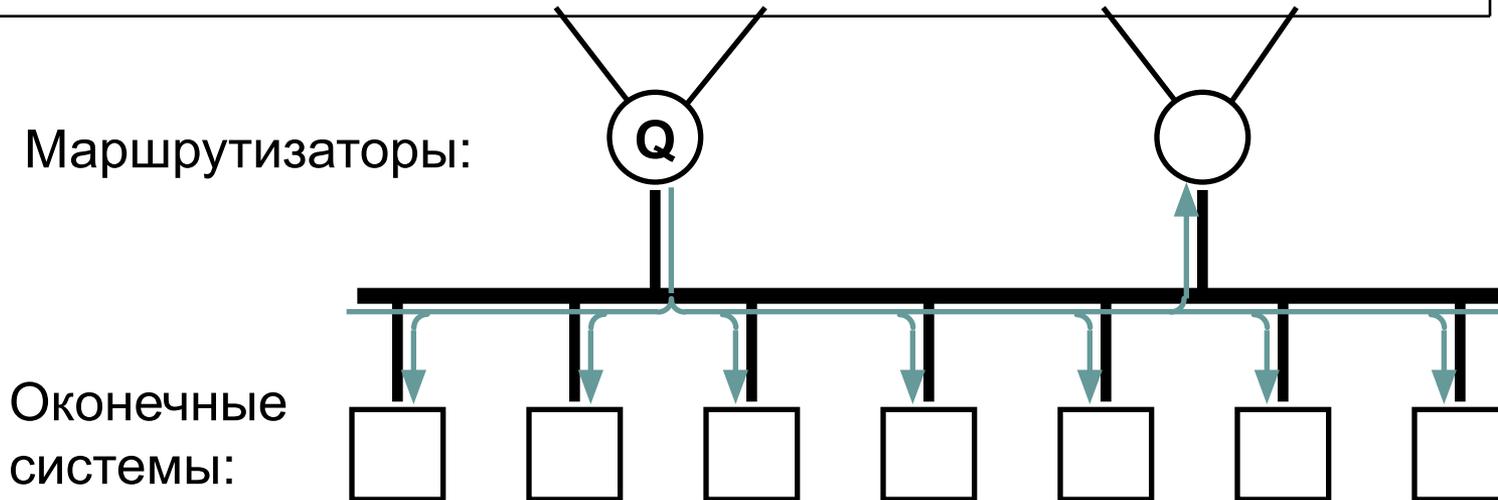
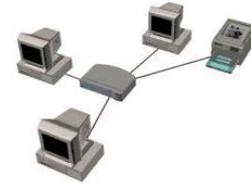
IGMP Leave-Group



Пример : R покидает группу 224.2.0.1

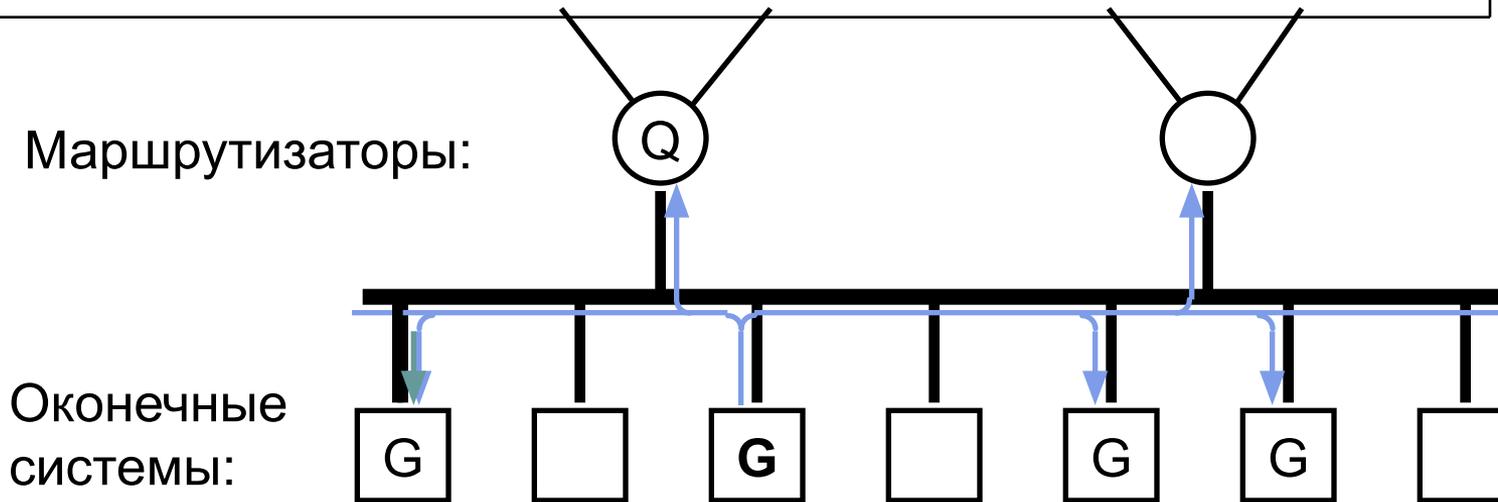
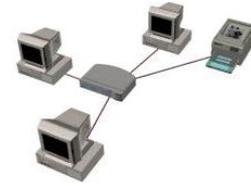
- R отправляет **IGMP Leave-Group to 224.2.0.1**
- DR получает его
- Если в сети А больше нет участников группы **224.2.0.1** то DR перестает направлять туда пакеты.

Как работает IGMP



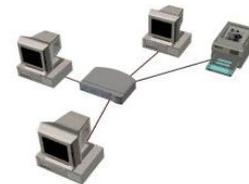
- Среди маршрутизаторов, подсоединенных к одним и тем же хостам выбирается один, который будет опрашивать
- Выбранный маршрутизатор периодически рассылает пакет Membership Query для всех групп (224.0.0.1), с TTL = 1
- При получении хосты для каждой группы G, на которую они подписаны, выжидают случайное время (от 0 до 10 с)

Как работает IGMP



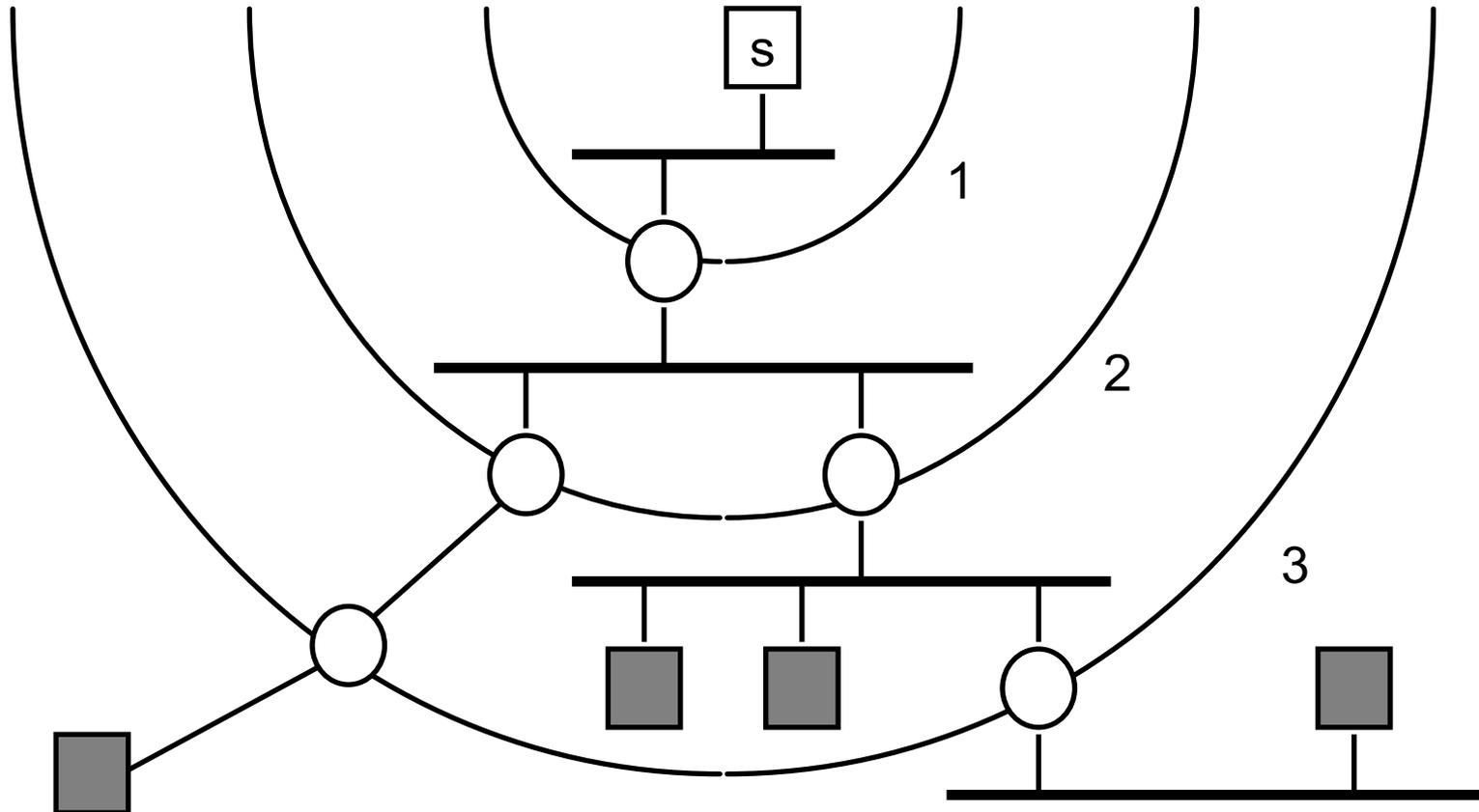
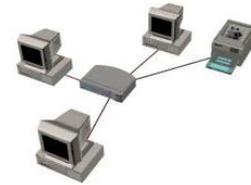
- Когда время ожидания закончилось, хост отправляет пакет Membership Report по адресу G, с TTL = 1
- Другие члены G услышав ответ, останавливают свои таймеры
- Маршрутизаторы получают ответы от всех групп и останавливают транспортировку пакетов для групп без участников

Как работает IGMP

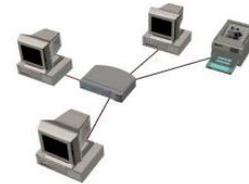


- Заметим, что лавины широковещательных ответов не возникает, так как обычно отправляется всего один ответ на всю группу из-за случайности и блокировки
- Период опросов – 1 - 1,5 мин
- Когда хост впервые подключается к группе, он отправляет один или два ответа об участии, не дожидаясь запроса маршрутизатора

Контроль зоны группового вещания – маленькие TTL

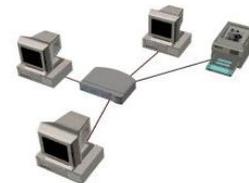


Маршрутизация группового трафика



- Цель – построить дерево распространения данных от источника ко всем получателям
- Лавинное распространение и блокировка
 - Начинаем направлять трафик всем компьютерам в сети
 - Блокируем рассылку тем подсетям, где нет получателей
 - Протоколы: DVMRP, PIM-DM
- Протоколы маршрутизации по состоянию канала
 - Маршрутизаторы сообщают всем группы, у которых есть получатели
 - Если нужно, вычисляют дерево кратчайших путей до получателей
 - Данные передаются в сеть, если только кто-то из этой сети оповестил их о своем участии в группе рассылки
 - Пример: MOSPF, PIM-SM

Трудности реализации



- Используется в основном в локальных/региональных сетях
- Трудности
 - Масштабируемость протоколов маршрутизации
 - Сложное администрирование
 - Трудно реализовать широковещательный TSP
 - Мало приложений, поддерживающих широковещательную рассылку
 - Маршрутизаторы могут не поддерживать широковещательную рассылку
 - Провайдеры блокируют широковещательный трафик