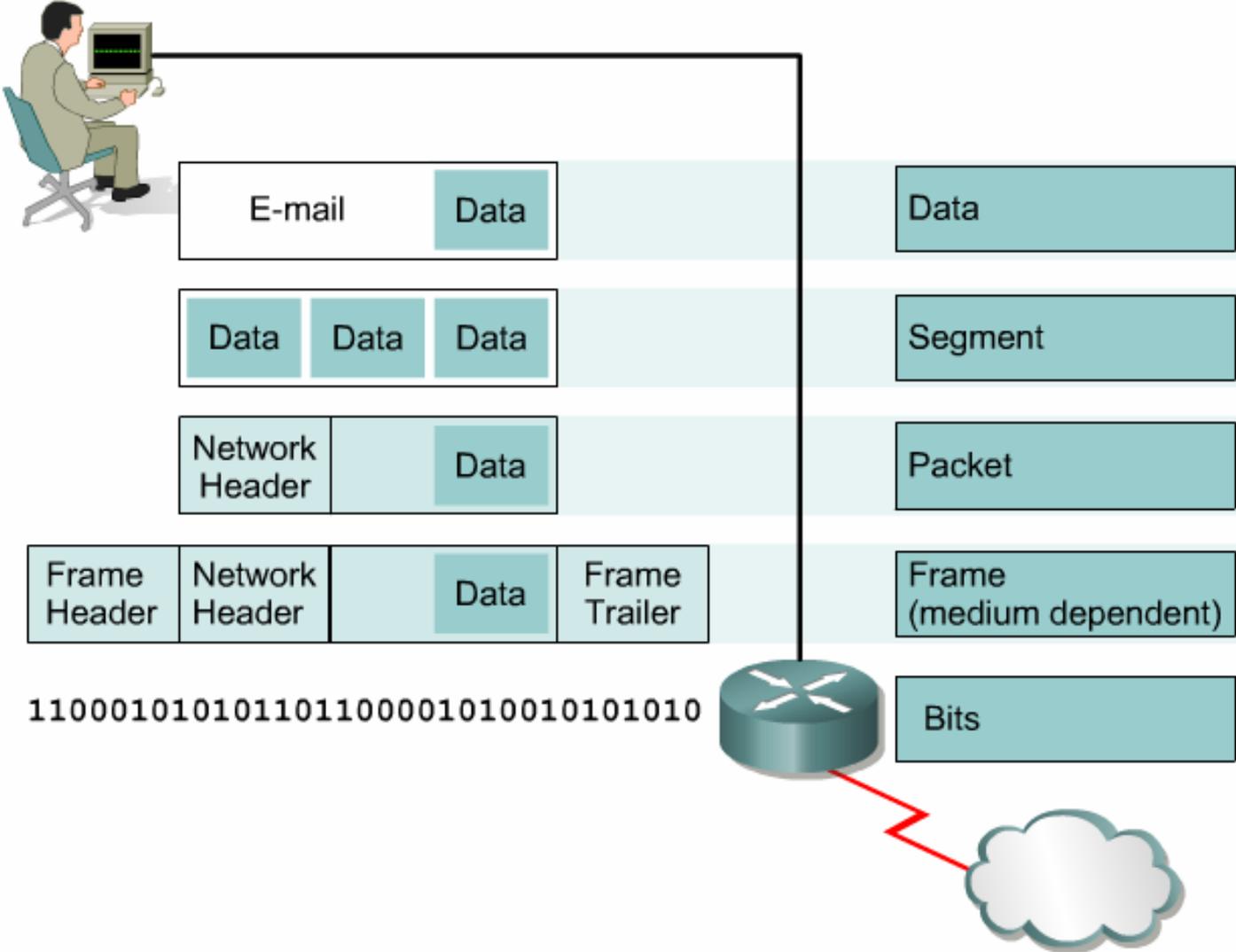
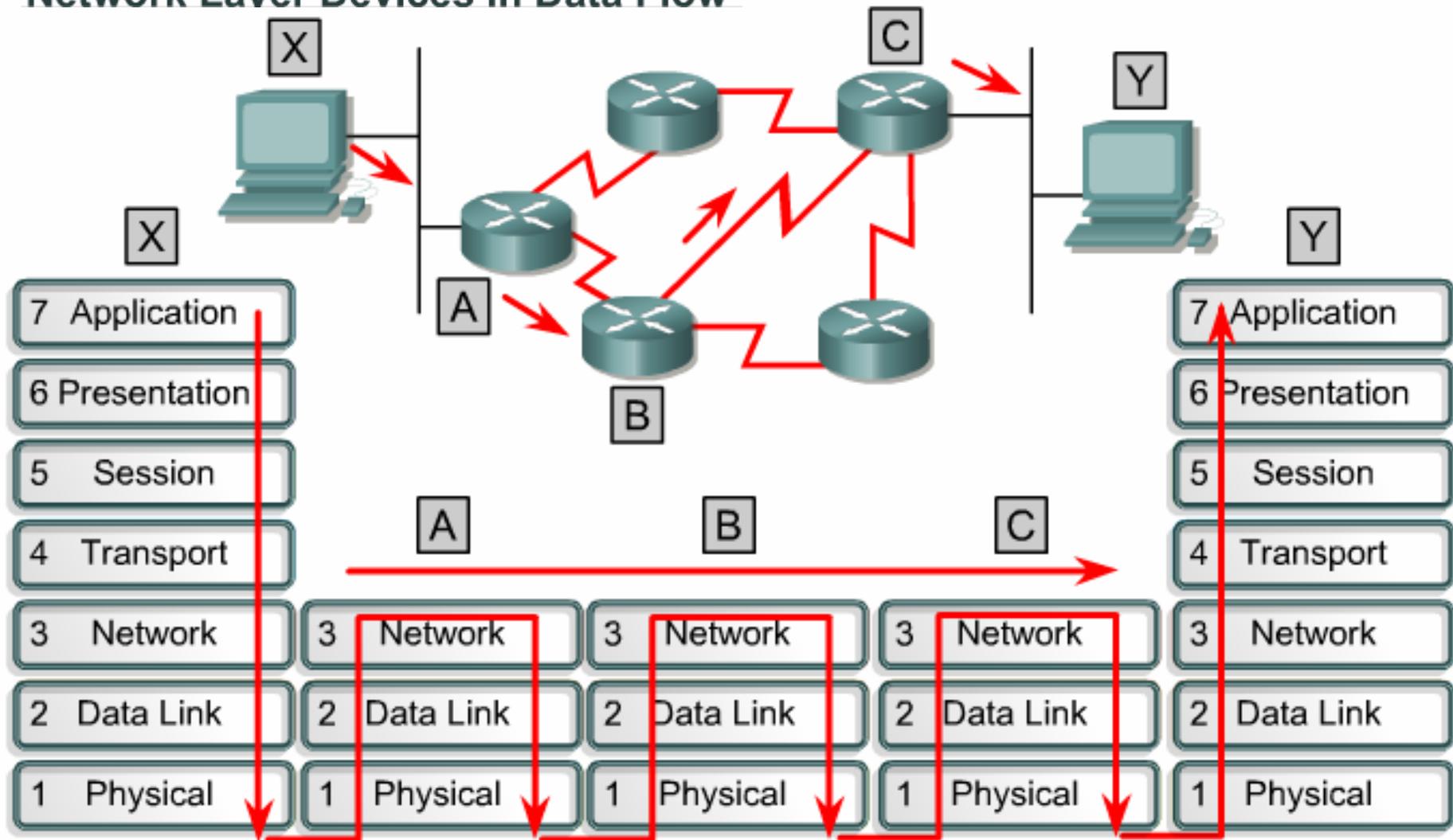


192.168.10.2	11000000	10101000	00001010	00000010
AND			AND	
255.255.255.0	<u>11111111</u>	<u>11111111</u>	<u>11111111</u>	<u>00000000</u>
	11000000	10101000	00001010	00000000

# Data Encapsulation

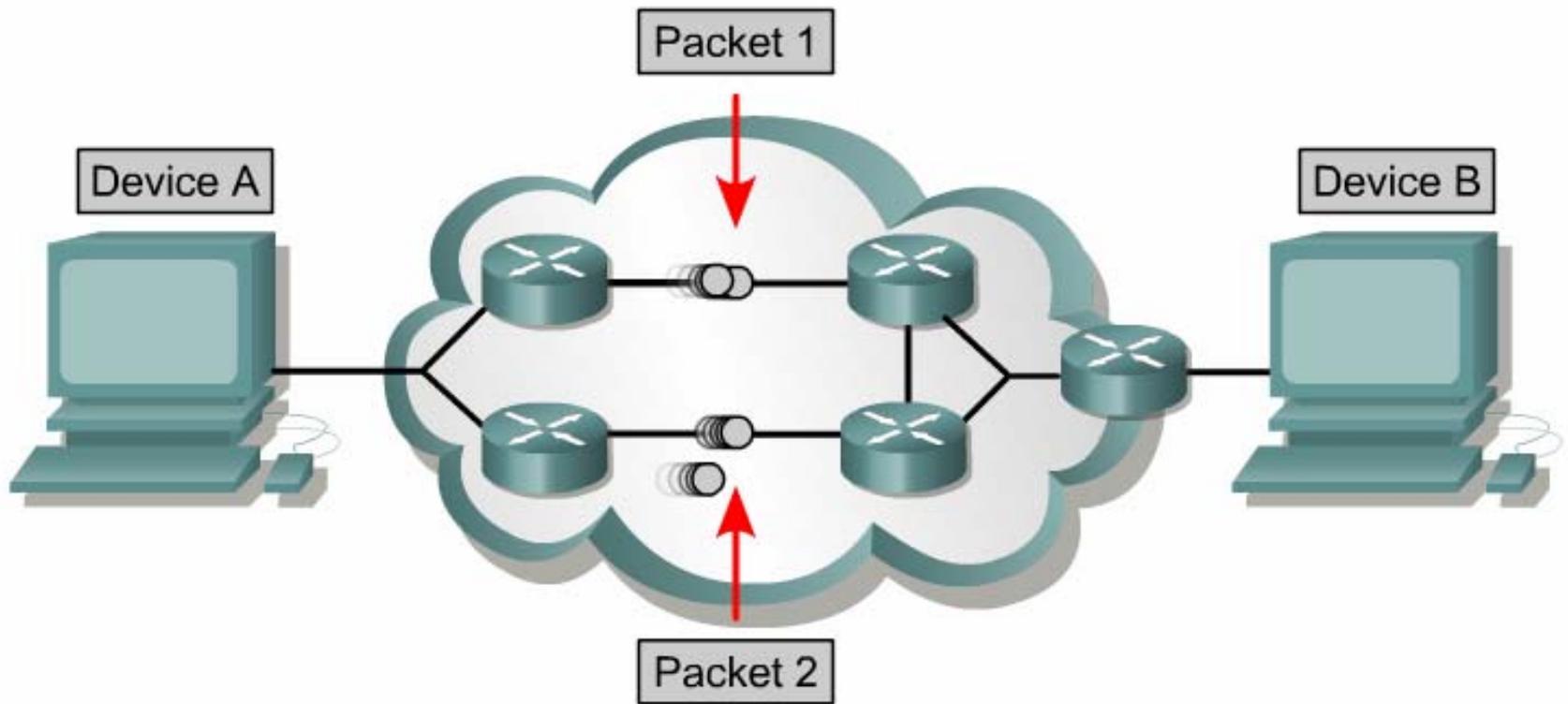


## Network Layer Devices in Data Flow



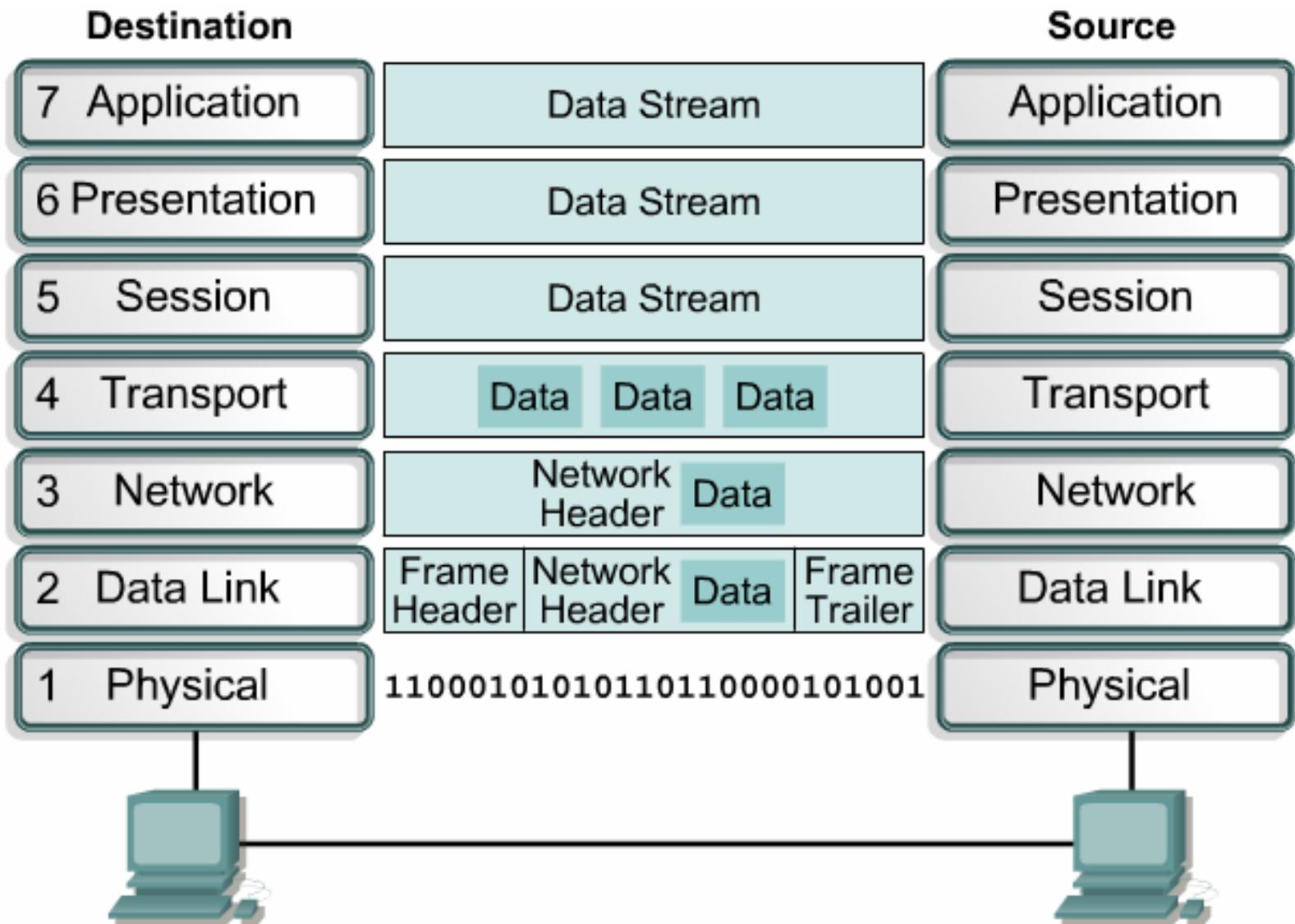
Each router provides its services to support upper-layer functions.

## Connectionless Network Services



## Connection Oriented Services







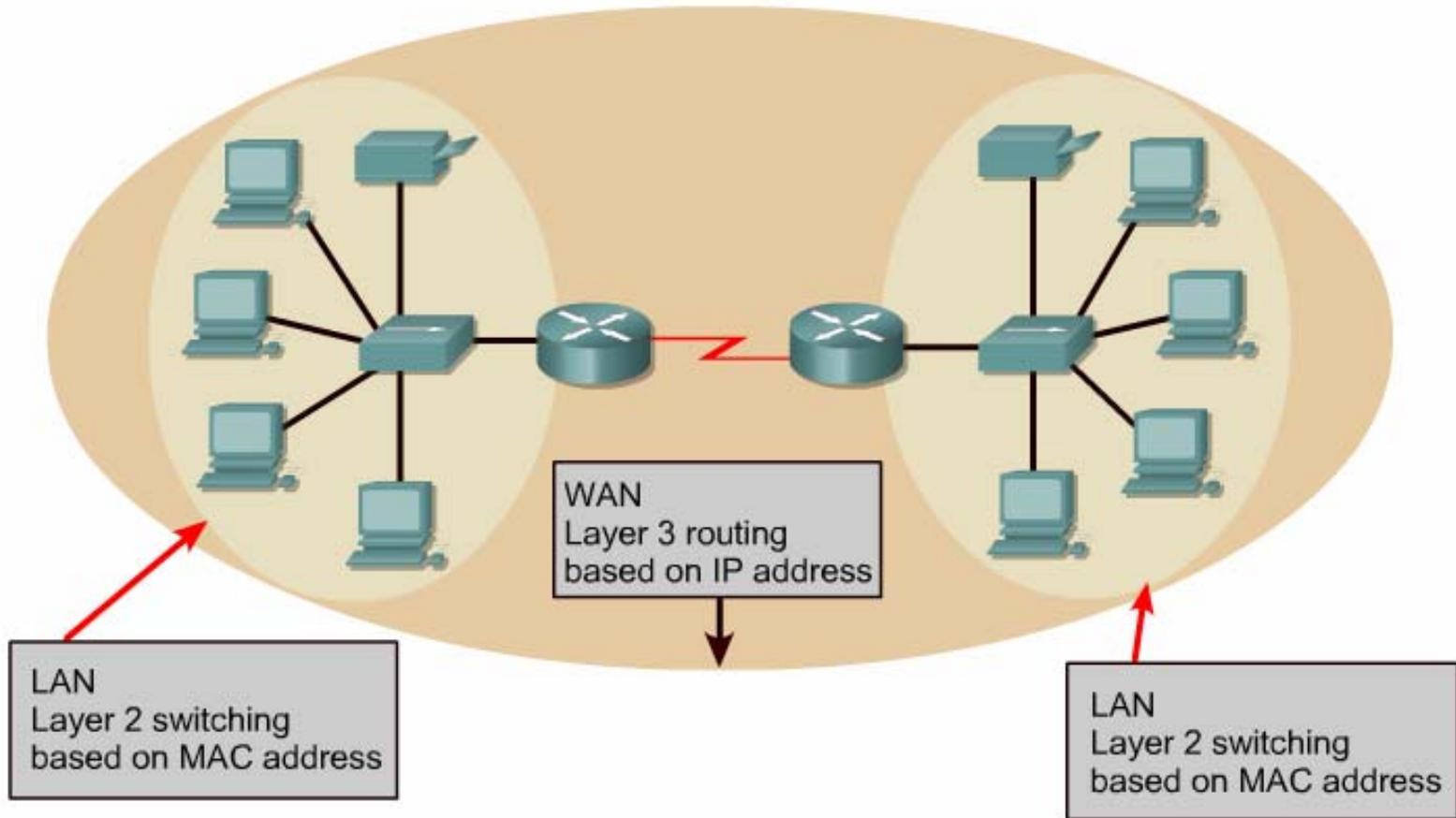
Routers

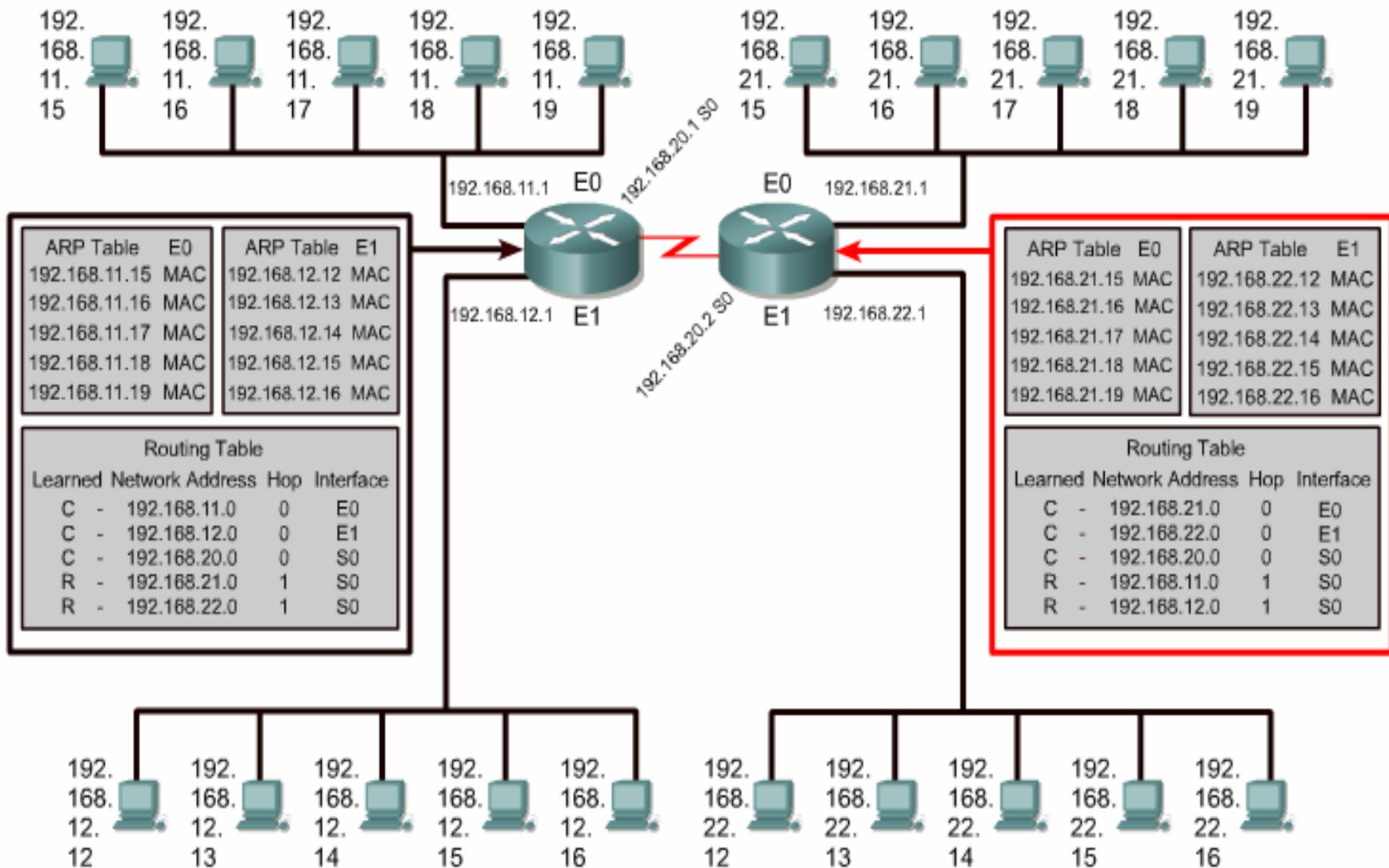


Switches



## Layer 2 Switching and Layer 3 Routing





ARP Table E0		ARP Table E1	
192.168.11.15	MAC	192.168.12.12	MAC
192.168.11.16	MAC	192.168.12.13	MAC
192.168.11.17	MAC	192.168.12.14	MAC
192.168.11.18	MAC	192.168.12.15	MAC
192.168.11.19	MAC	192.168.12.16	MAC

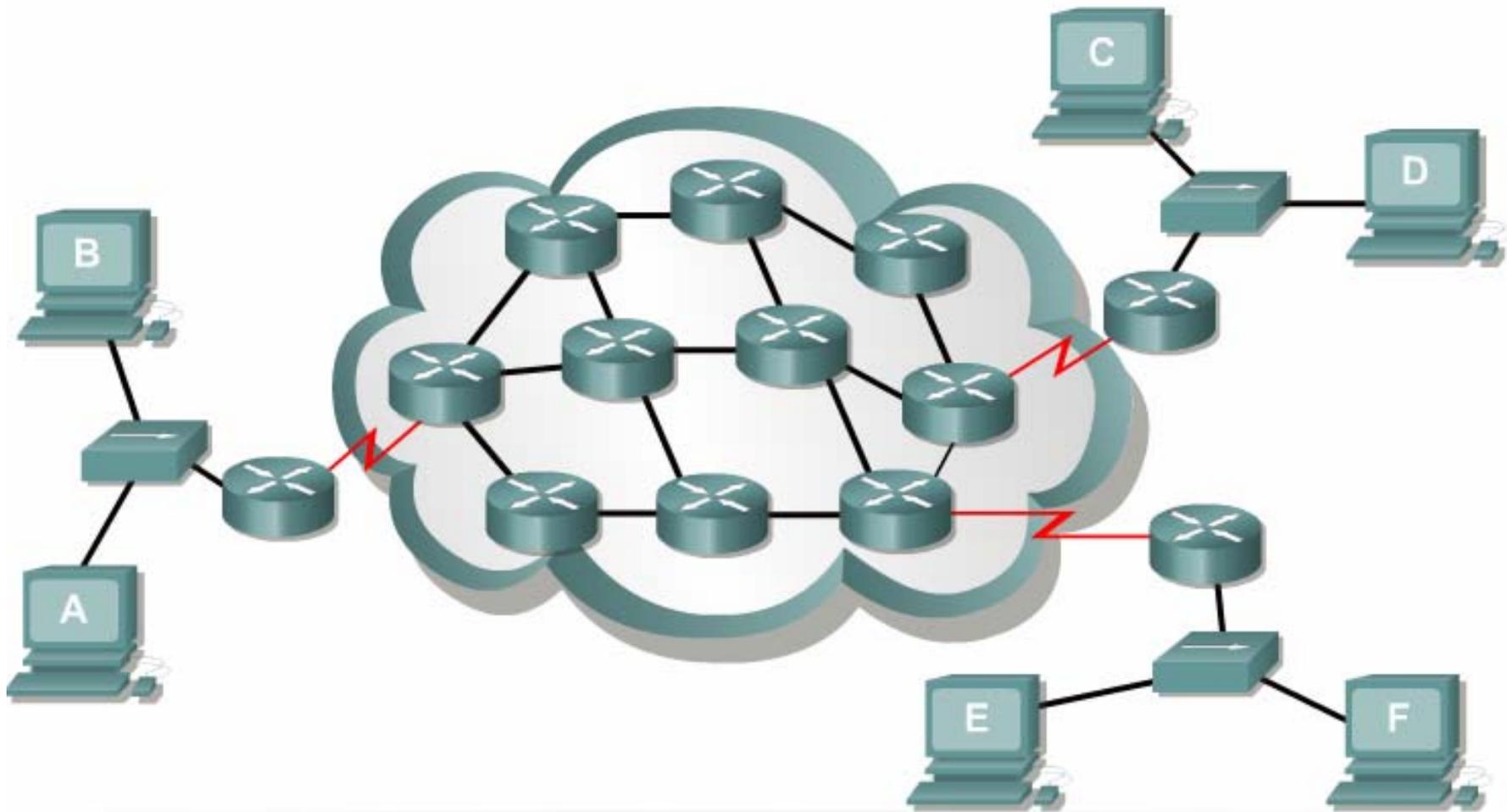
  

Routing Table			
	Learned Network Address	Hop	Interface
C	- 192.168.11.0	0	E0
C	- 192.168.12.0	0	E1
C	- 192.168.20.0	0	S0
R	- 192.168.21.0	1	S0
R	- 192.168.22.0	1	S0

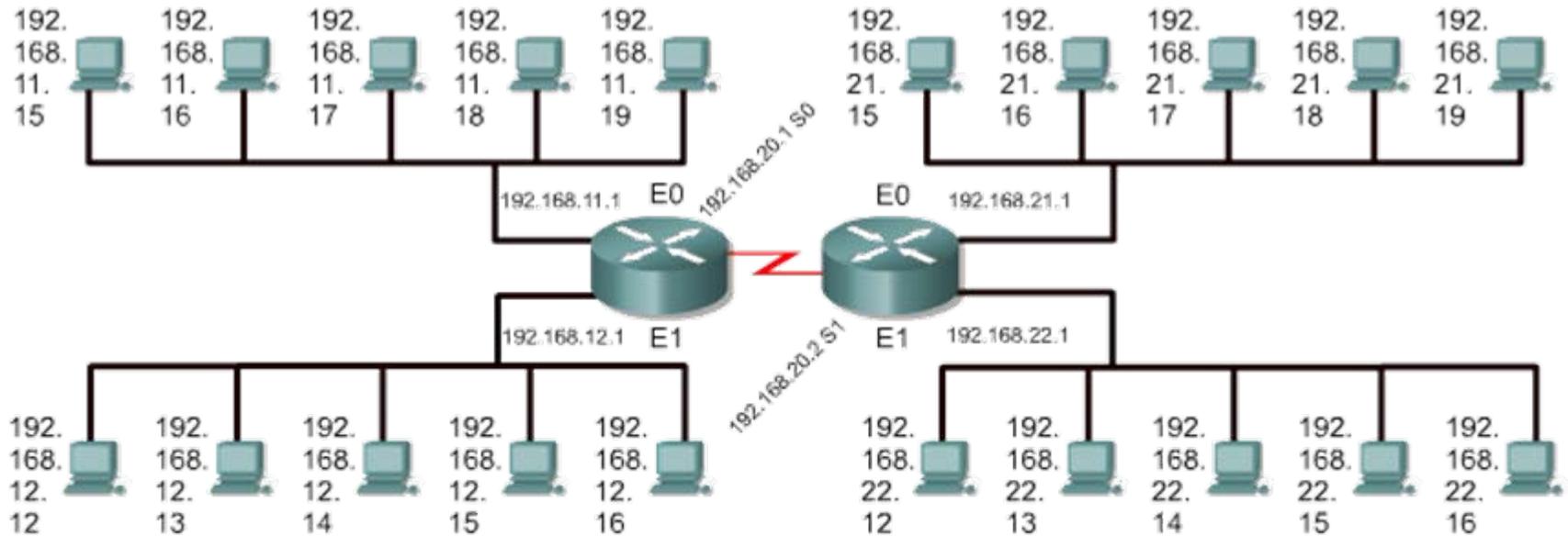
ARP Table E0		ARP Table E1	
192.168.21.15	MAC	192.168.22.12	MAC
192.168.21.16	MAC	192.168.22.13	MAC
192.168.21.17	MAC	192.168.22.14	MAC
192.168.21.18	MAC	192.168.22.15	MAC
192.168.21.19	MAC	192.168.22.16	MAC

Routing Table			
	Learned Network Address	Hop	Interface
C	- 192.168.21.0	0	E0
C	- 192.168.22.0	0	E1
C	- 192.168.20.0	0	S0
R	- 192.168.11.0	1	S0
R	- 192.168.12.0	1	S0



# Routing Tables



Routing Table			
Learned	Network Address	Hop	Interface
C	- 192.168.11.0	0	E0
C	- 192.168.12.0	0	E1
C	- 192.168.20.0	0	S0
R	- 192.168.21.0	1	S0
R	- 192.168.22.0	1	S0

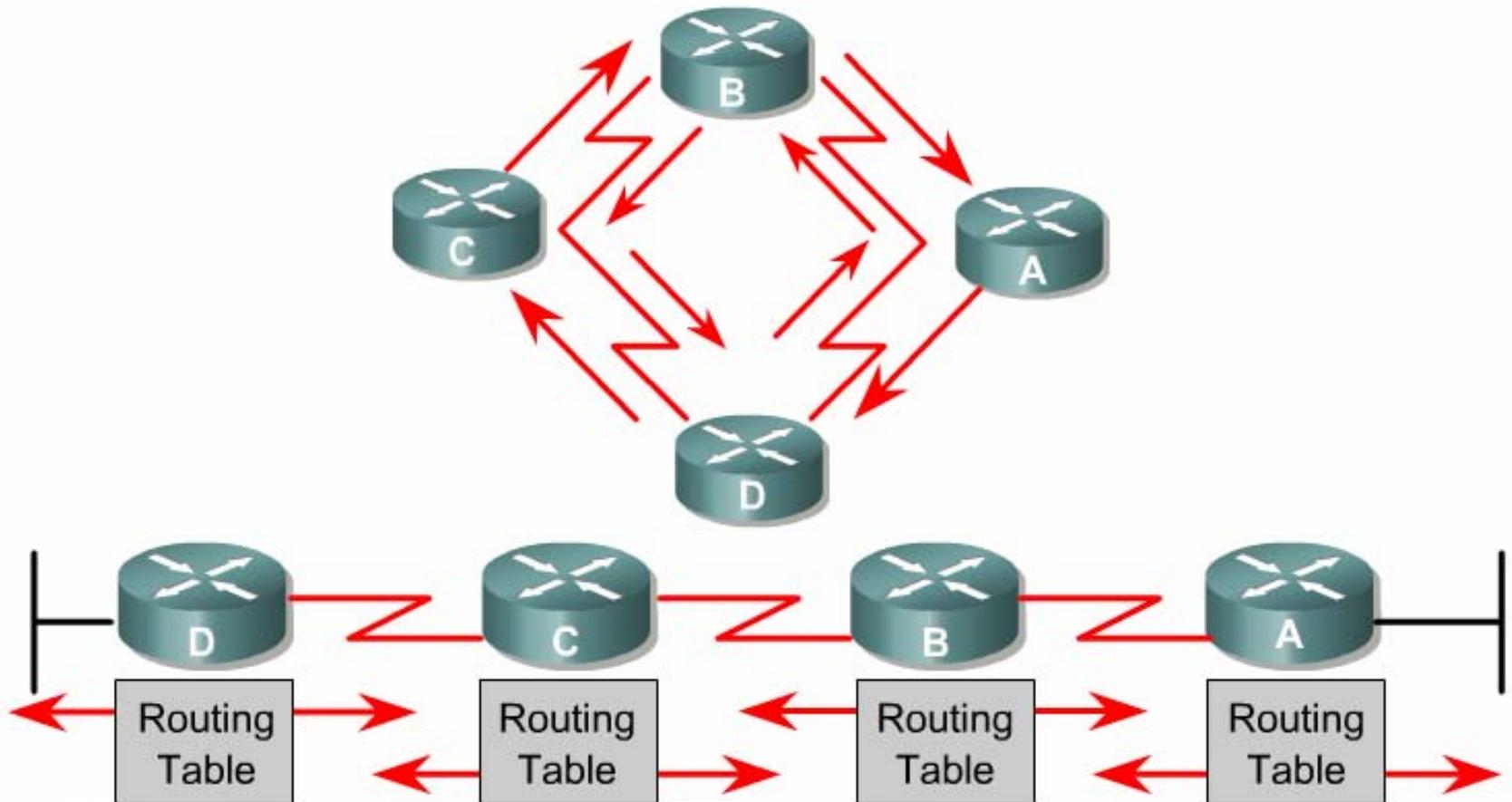
Routing Table			
Learned	Network Address	Hop	Interface
C	- 192.168.21.0	0	E0
C	- 192.168.22.0	0	E1
C	- 192.168.20.0	0	S1
R	- 192.168.11.0	1	S1
R	- 192.168.12.0	1	S1

## Динамическая маршрутизация

Все протоколы обмена маршрутной информацией стека TCP/IP относятся к классу адаптивных протоколов, которые в свою очередь делятся на две группы, каждая из которых связана с одним из следующих типов алгоритмов:

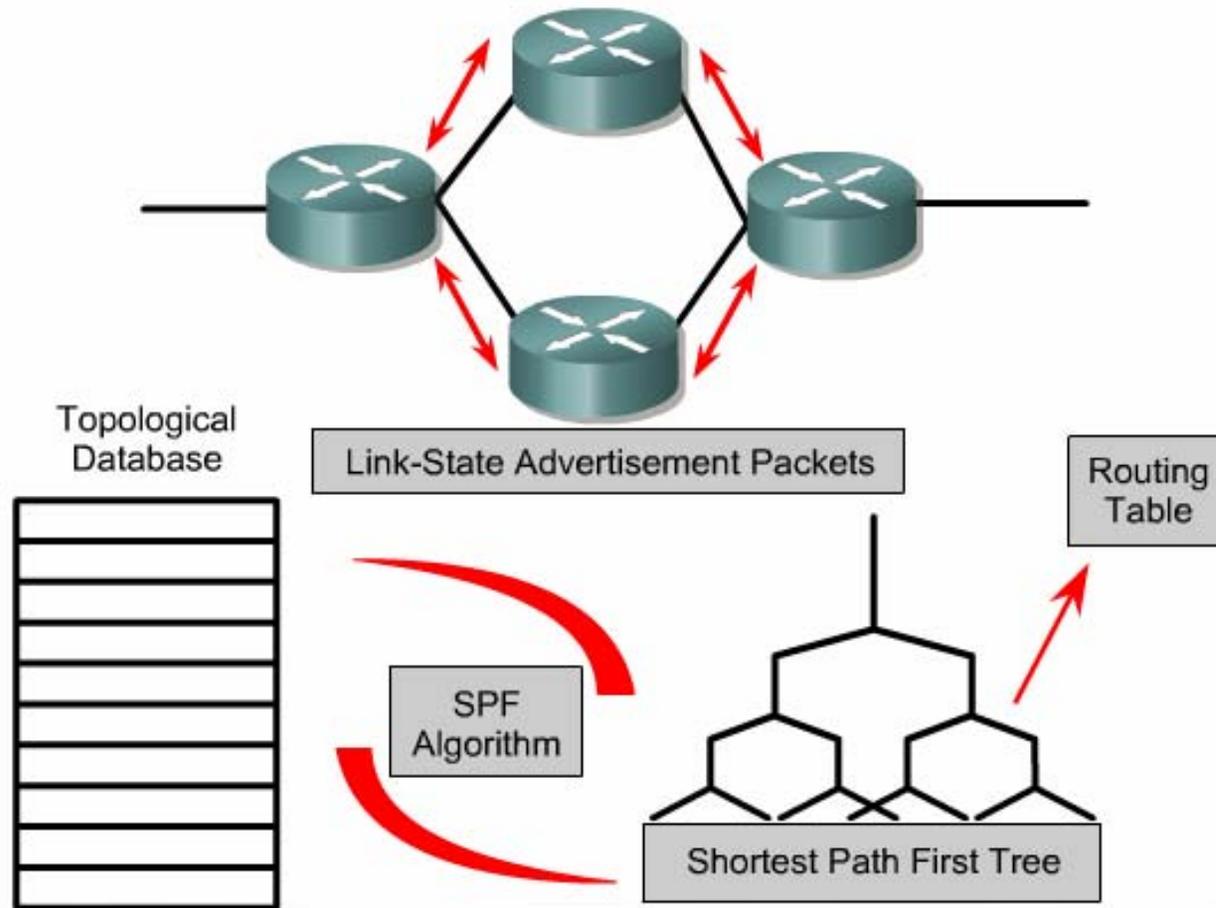
- *дистанционно-векторный алгоритм (Distance Vector Algorithms, или DVA);*
- *алгоритм состояния соединений (Link State Algorithms, или LSA).*

## Distance Vector Concepts



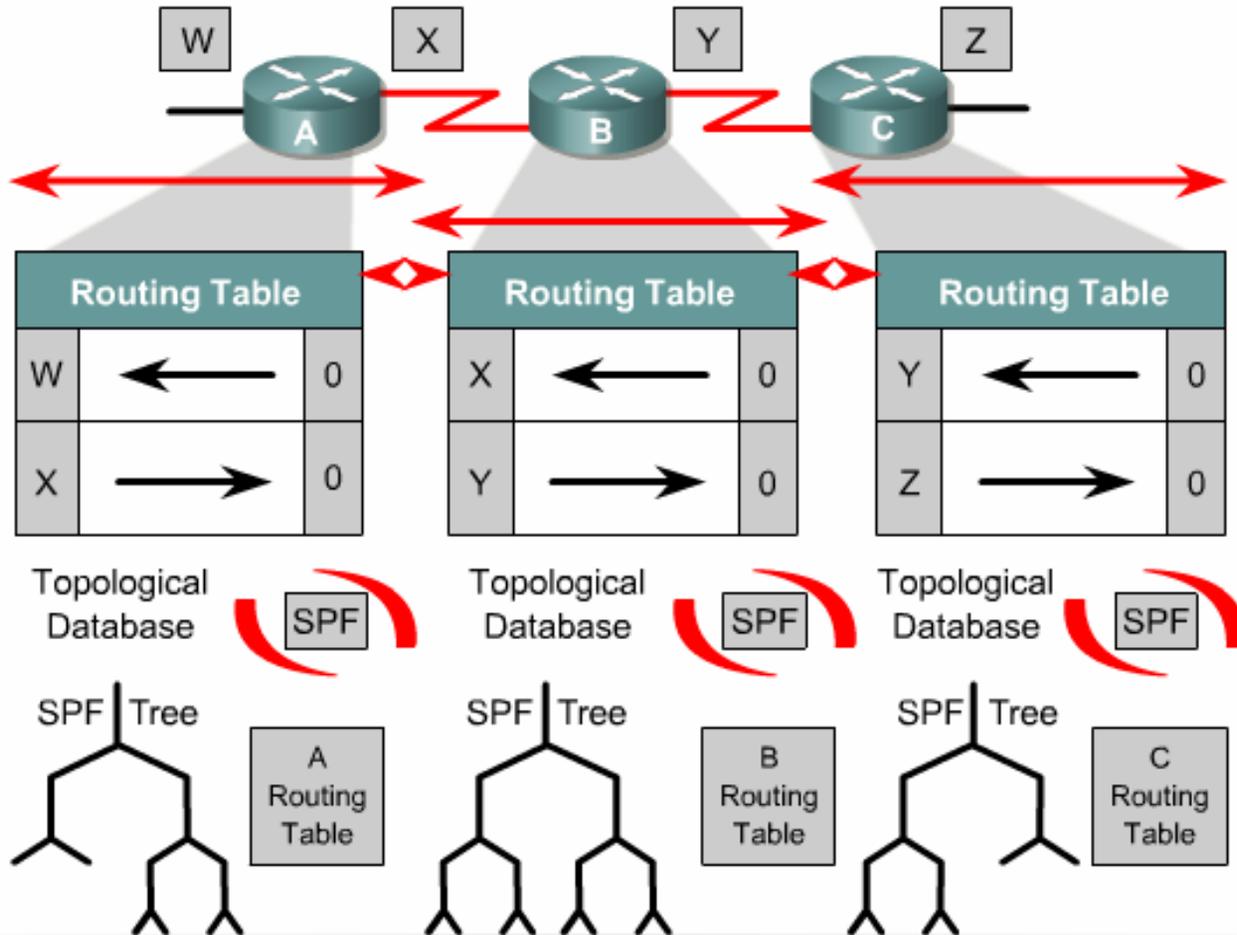
Pass periodic copies of a routing table to neighbor routers and accumulate distance vectors.

## Link-State Concepts



Routers send LSAs to their neighbors. The LSAs are used to build a topological database. The SPF algorithm is used to calculate the shortest path first tree in which the root is the individual router. A routing table is then created.

# Link-State Network Discovery



Each router has its own topological database on which the SPF algorithm is run.

## Маршрутная группа

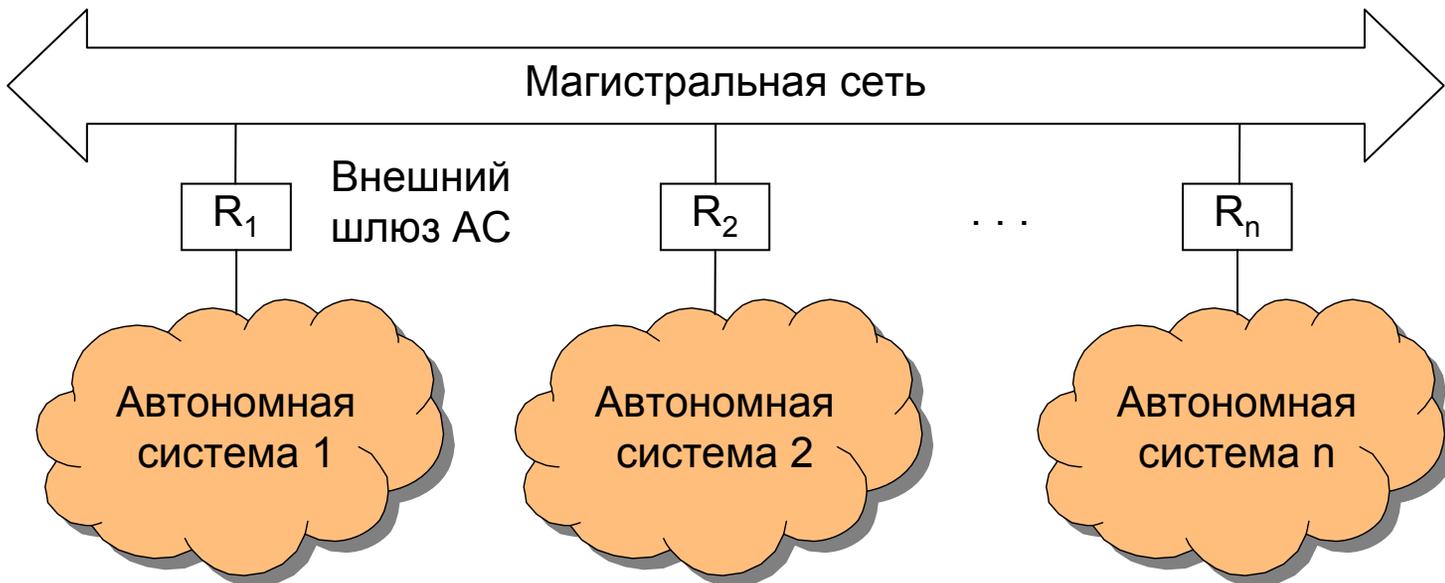
Есть определенные причины, почему нельзя просто объединять сети с магистралью с помощью маршрутизаторов, тем самым, увеличивая ее размеры:

- каждая сеть с маршрутизаторами создает дополнительный трафик;
- только маршрутизаторы подключенные напрямую к магистрали смогут обмениваться маршрутной информацией;
- маршрутизаторы большой объединенной сети могут находиться под управлением различных административных органов.

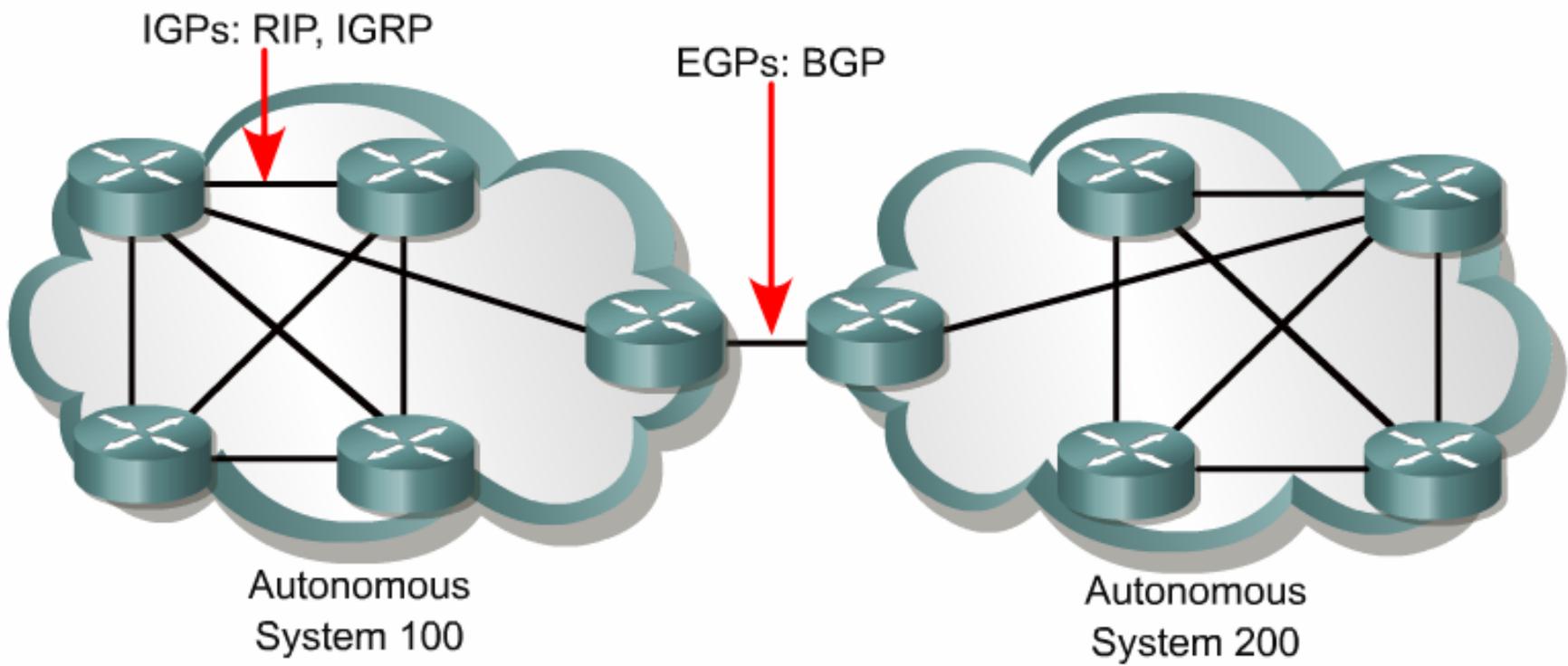
*Необходимо чтобы маршрутизаторы обменивались маршрутной информацией, но в большой объединенной сети вовлечь все маршрутизаторы в единый процесс обмена информацией не возможно.*

## Автономные системы

*Автономной системой называют такую локальную сеть или систему сетей, которая имеет единую администрацию и общую маршрутную политику.*



*В глобальной сети на основе протокола TCP/IP существует понятие структуры, определяющей административные границы сети. Любой набор сетей и маршрутизаторов управляемых одним административным органом, считается единой автономной системой. Администрация автономной системы в праве по своему усмотрению выбирать внутреннюю структуру системы маршрутизации и используемые при этом протоколы.*



## Протокол внешнего шлюза EGP

0	8	16	24	31
Версия	Тип	Код	Статус	
Контрольная сумма		Номер автономной системы		
Последовательный номер				
Поле параметров (длина переменная)				
...				

*Рис. Формат сообщения протокола EGP*

В протоколе EGP определены три основные функции, каждая из которых работает на основе обмена сообщениями запрос-ответ:

- установление соседских отношений;
- подтверждение достижимости соседа;
- обновление маршрутной информации.

## Протокол внешнего шлюза *Border Gateway Protocol*, или *BGP*

Протокол BGP нельзя до конца отнести к определенным классам маршрутизации, так как он имеет ряд характерных отличий от других протоколов маршрутизации:

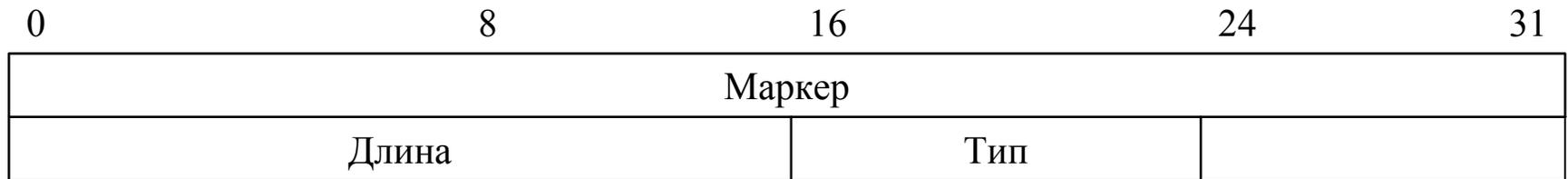
- Коммуникация между автономными системами.
- Координация работы нескольких внешних шлюзов одной автономной системы.
- Использование надежного транспортного протокола.
- Предоставление информации о маршруте к конкретному получателю.
- Обмен обновлениями в маршрутной информации.
- Распространение и получение информации о достижимости получателей в этой автономной системе, или которые достижимее через нее.
- Предоставление информации об адресе ближайшей точки перехода для каждого получателя.
- Поддержка различной политики маршрутизации.
- Поддержка бесклассовой адресации.
- Объединение маршрутов для нескольких, связанных между собой получателей.
- Поддержка аутентификации.

## Протокол внешнего шлюза *Border Gateway Protocol*, или *BGP*

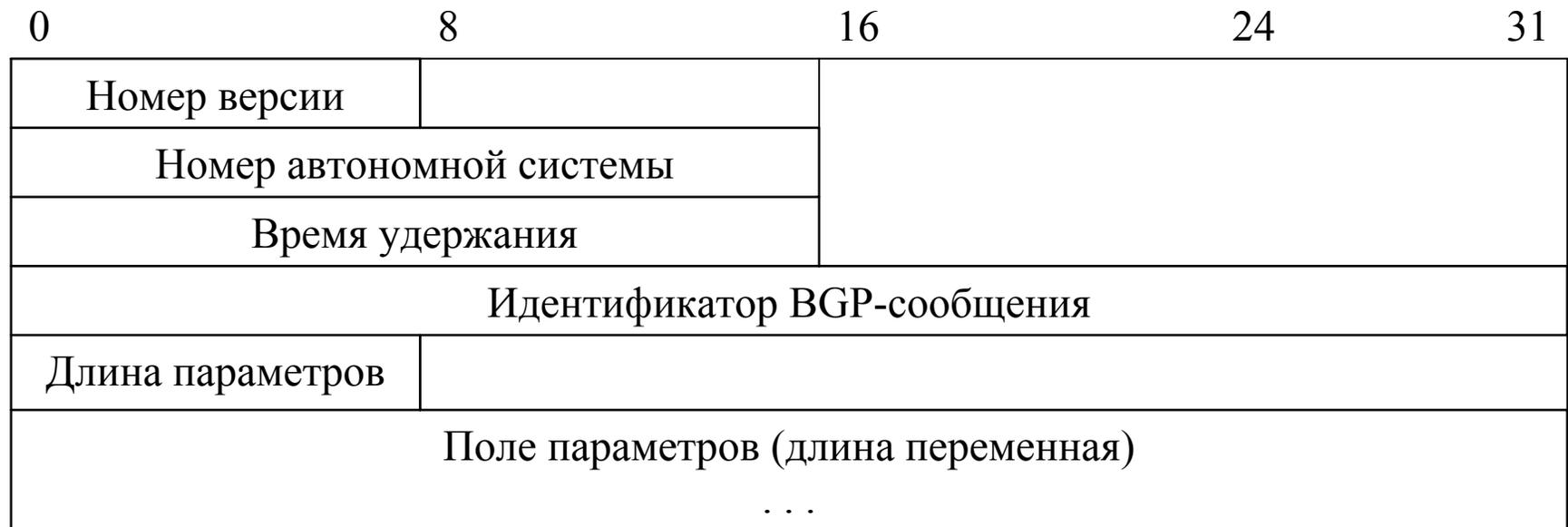
Код типа сообщения	Тип сообщения	Выполняемые действия	Описание
1	OPEN	Открыть	Инициализирует процесс взаимодействия
2	UPDATE	Обновить	Анонсирует или аннулирует маршрутную информацию
3	NOTIFICATION	Известить	Ответ на неверное сообщение
4	KEEPALIVE	Проверить	Выполняется активная проверка возможности соединения между BGP-шлюзами

*Рис. Основные типы сообщений протокола BGP*

## Формат BGP-сообщений

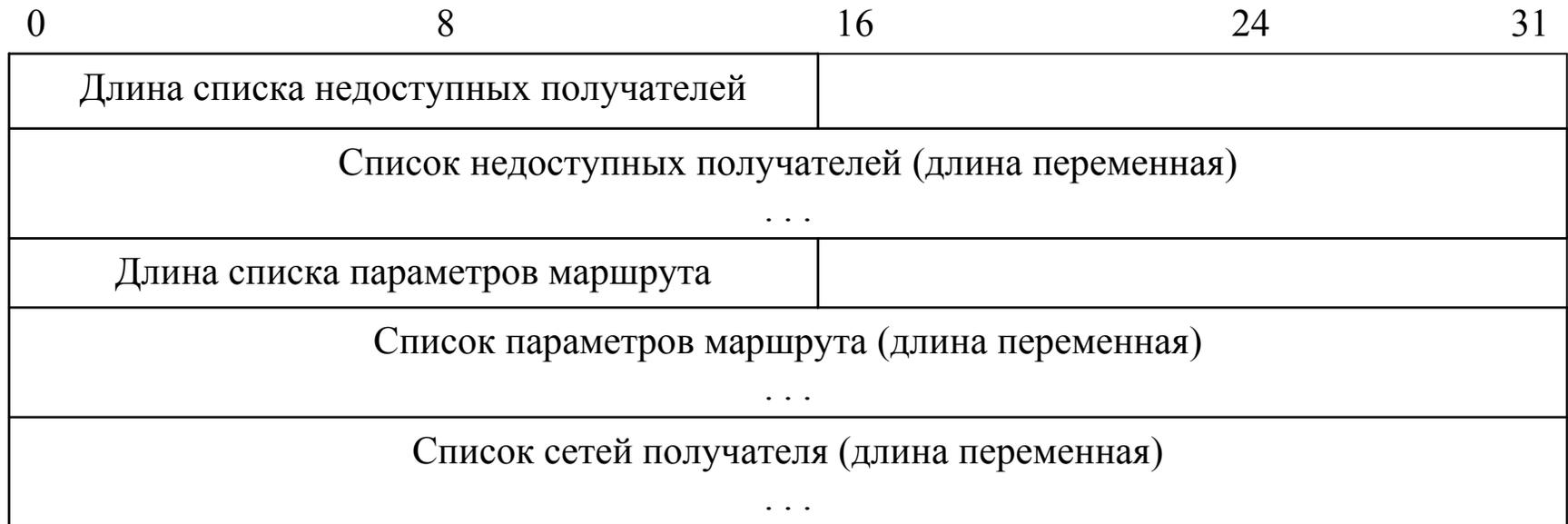


*Рис. Формат стандартной части заголовка протокола BGP-4*

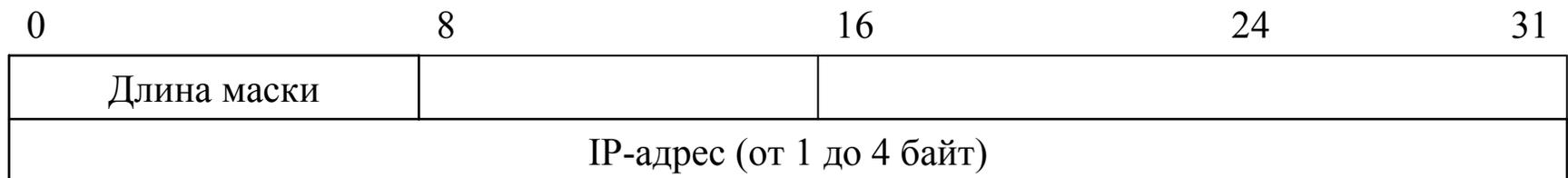


*Рис. Формат начального сообщения об открытии BGP-сообщения, которое отсылается послу установки TCP-соединения. Эти данные помещаются после стандартного заголовка BGP-сообщения*

## Формат BGP-сообщений



*Рис. Формат BGP-сообщения об обновлении. Части сообщения переменной длины могут быть вообще опущены. Эти данные помещаются после стандартного заголовка BGP-сообщения*



*Рис. Сжатый формат, используемый в протоколе BGP для хранения адреса получателя и соответствующей ему маски*

## Формат BGP-сообщений

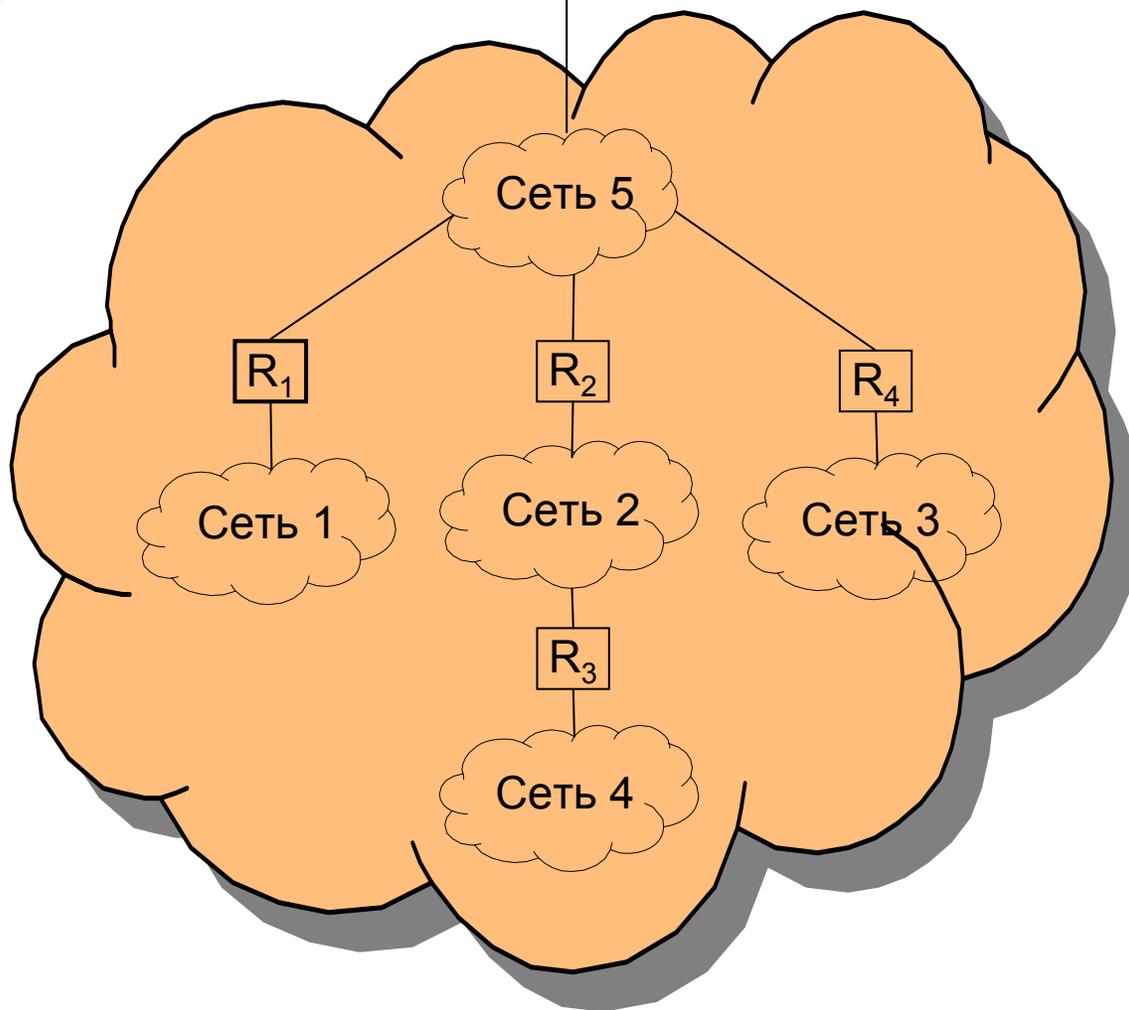
0	8	16	24	31
Код ошибки	Уточняющий код	Данные		

*Рис. Формат уведомляющего BGP-сообщения. Эти данные помещаются после стандартного заголовка BGP-сообщения*

Код ошибки	Уточняющий код	Описание
1	Ошибка в заголовке сообщения	
	1	Ошибка синхронизации соединения
	2	Ошибочная длина сообщения
	3	Неверный тип сообщения
2	Ошибка в сообщении об открытии	
	1	Указанный номер версии не поддерживается
	2	Некорректный номер автономной системы противоположной стороны
	3	Неправильный идентификатор соединения
	4	Один из необязательных параметров соединения не поддерживается
	5	Ошибка аутентификации
	6	Недопустимое время удержания

## Система маршрутизации внешних шлюзов

К BGP-маршрутизатору  
другой автономной системы



*Рис. Пример автономной системы. Маршрутизатор R1 работает под управлением протокола BGP и взаимодействует с другими внешними маршрутизаторами*

## Система маршрутизации внешних шлюзов

*Поскольку протокол внешнего шлюза наподобие BGP только объявляет маршруты к сетям, получатель может только установить некоторые административные ограничения на использование этой информации, но не может выбрать маршрут с лучшей метрикой. Поэтому отправитель должен предоставлять информацию только по тем маршрутам, по которым должен следовать трафик.*

*Централизованная система маршрутизации играет важную роль в рационализации маршрутов и обеспечении доверительных отношений. Арбитражная система маршрутизации хранит базу данных о достижимости сетей, являясь надежным источником, гарантирующим непротиворечивость информации в глобальной сети.*