

IGPs: RIP, IGRP

EGPs: BGP

Autonomous System 100

Autonomous System 200

Динамические методы внутренней маршрутизации

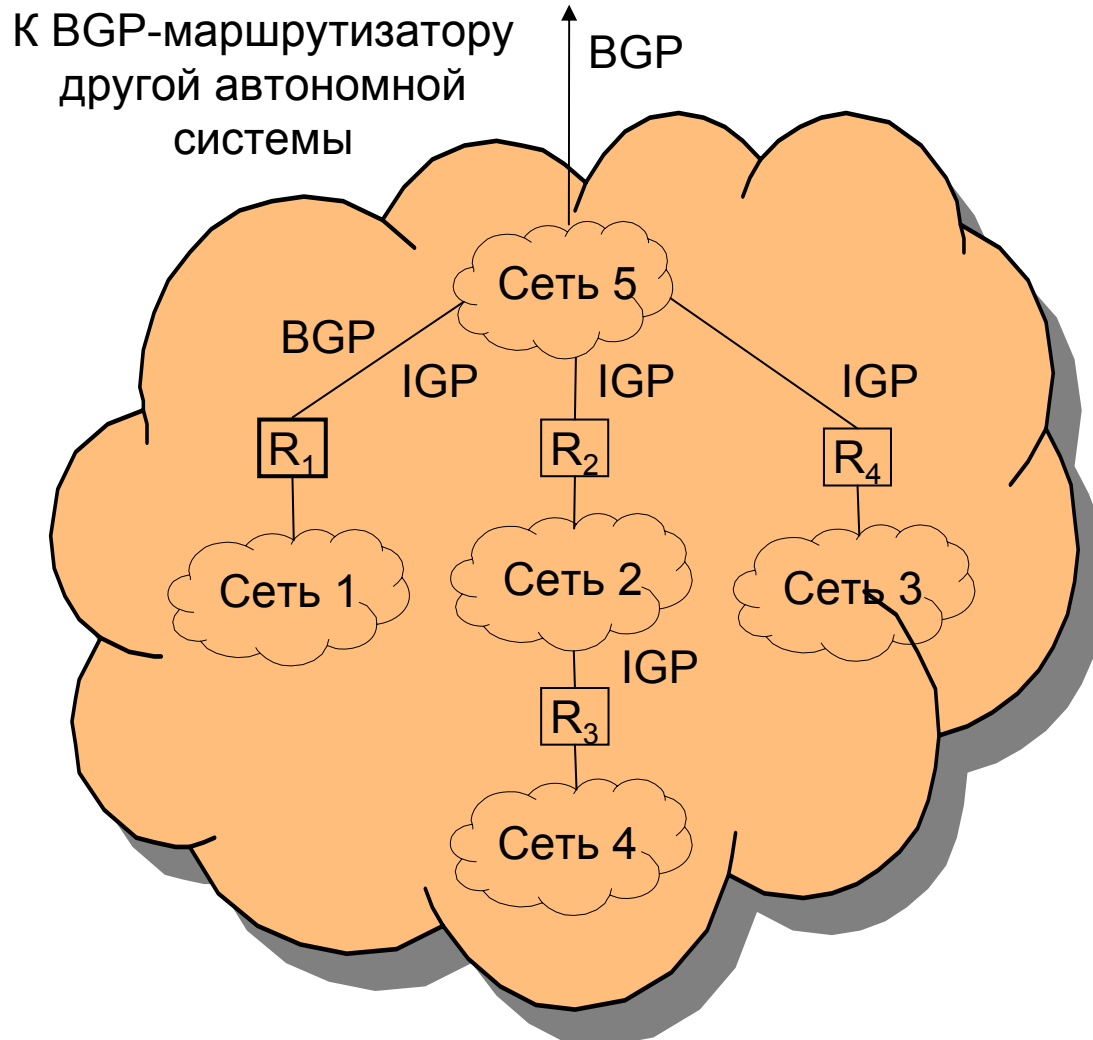
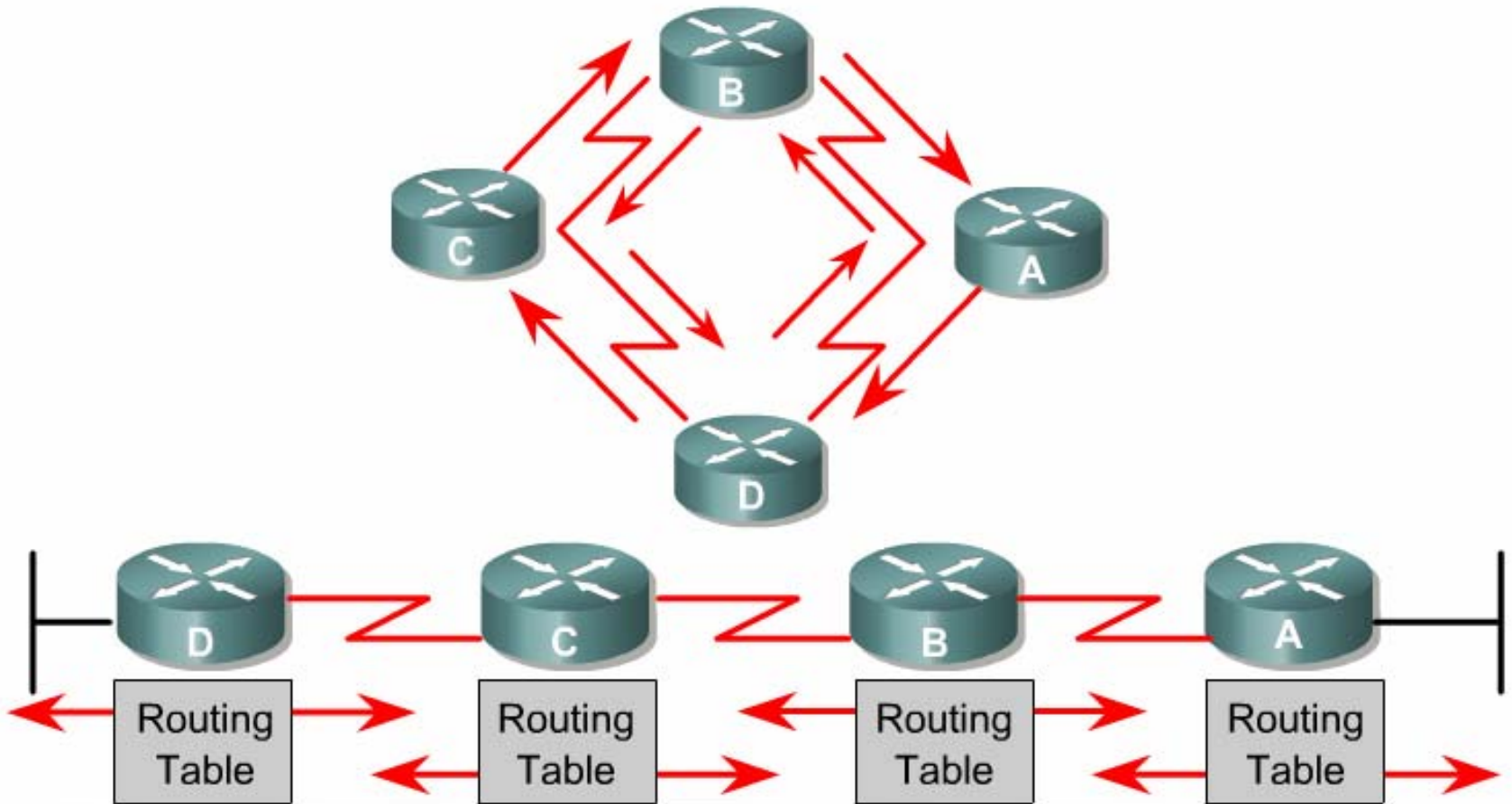


Рис. Пример автономной системы. Маршрутизатор R1 работает под управлением двух протоколов: BGP для взаимодействия с другими внешними маршрутизаторами, IGP для взаимодействия с маршрутизаторами своей автономной системы



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

Функционирование протокола RIP

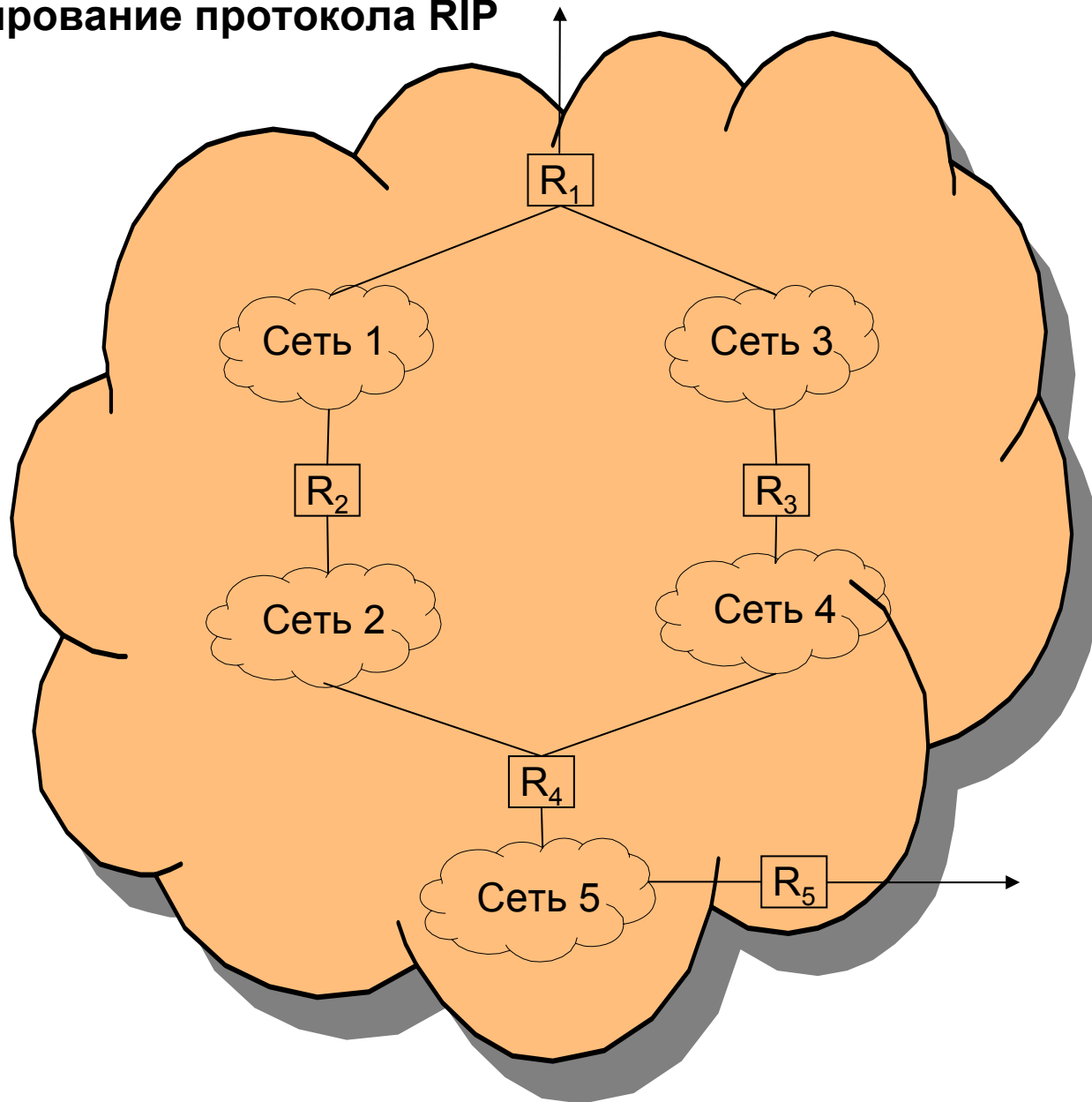


Рис. Обмен маршрутной информацией внутри автономной системы по протоколу RIP

Функционирование протокола RIP

Таблица топологической информации маршрутизатора R1

Номер сети	Расстояние до сети	Ближайшая точка перехода
1	1	-
3	1	-
2	2	R2
4	3	R2
5	3	R2
2	3	R3
4	2	R3
5	3	R3

Функционирование протокола RIP

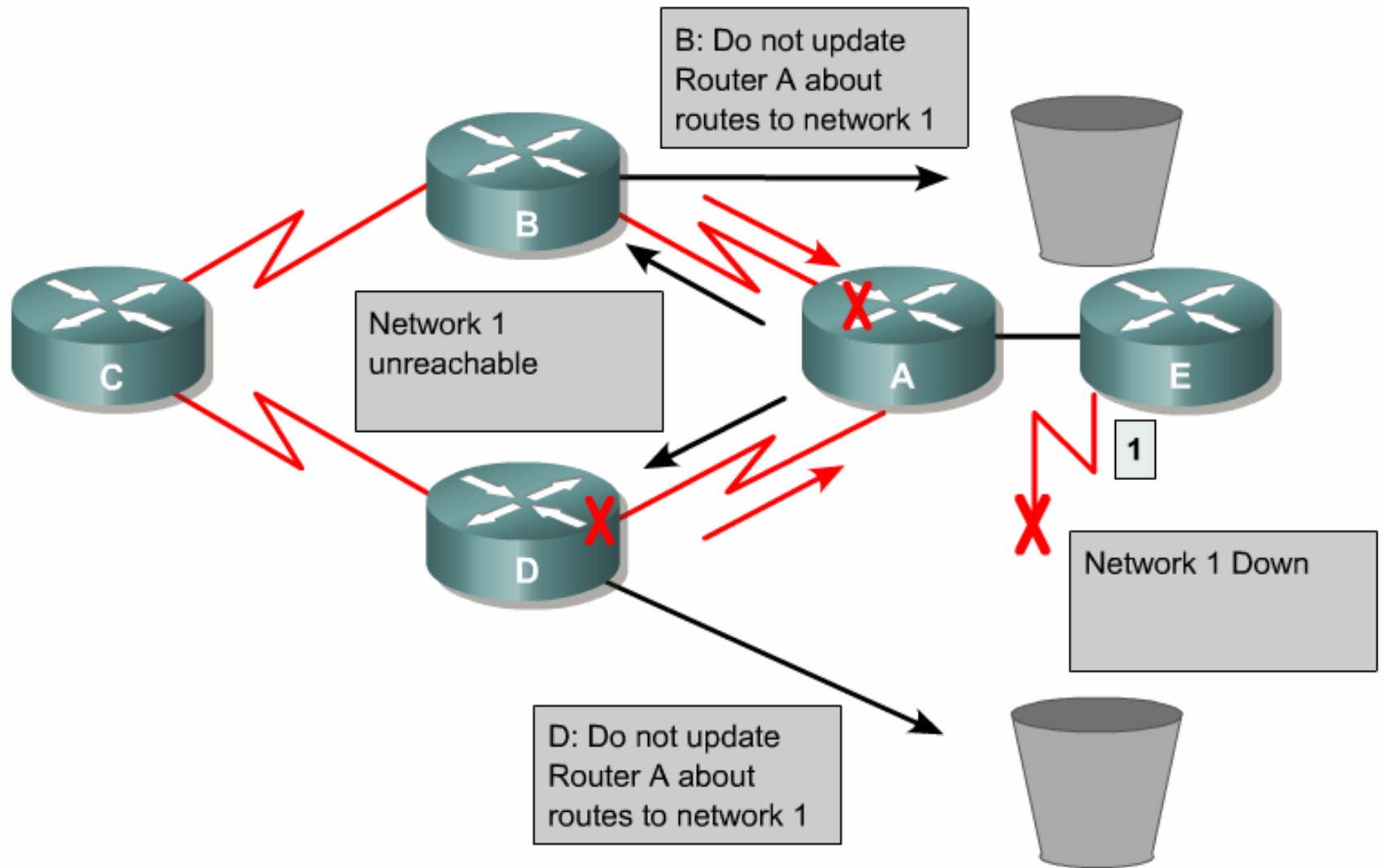
Протокол RIP на основе своего алгоритма определяет следующие критерии:

- в протоколе RIP необходимо либо доверять участникам обмена, либо предусмотреть механизм обнаружения маршрутных петель;
- для стабильной работы системы маршрутизации на основе протокола RIP необходимо в качестве максимально возможного расстояния назначить значение 16;
- для устранения *проблемы медленной сходимости*, когда противоречия в сети возникают из-за того, что информация медленно распространяется, необходимо использовать специальные методы.

Функционирование протокола RIP

Для решения проблемы медленной сходимости существуют определенные методы:

- *обновления разделенного горизонта (split horizon update),*
- *замораживания изменений (hold down),*
- *обратное исправление (poison reverse).*
- *мгновенного изменения (triggered updates).*



Формат сообщения протокола RIP

0	8	16	24	31
Код команды	Номер версии	Должны быть нули		
Тип семейства протоколов сети 1		Признак маршрута до сети 1		
IP-адрес сети 1				
Маска подсети для сети 1				
Адрес ближайшей точки перехода для сети 1				
Расстояние до сети 1				
Тип семейства протоколов сети 2		Признак маршрута до сети 2		
IP-адрес сети 2				
Маска подсети для сети 2				
Адрес ближайшей точки перехода для сети 2				
Расстояние до сети 2				
...				

Рис. Формат сообщения протокола RIP2. За 32-битовым заголовком следует последовательность пар, каждая из которых состоит из IP-адреса сети, выраженного целым числом расстояния до этой сети, маска подсети и адрес ближайшей точки перехода

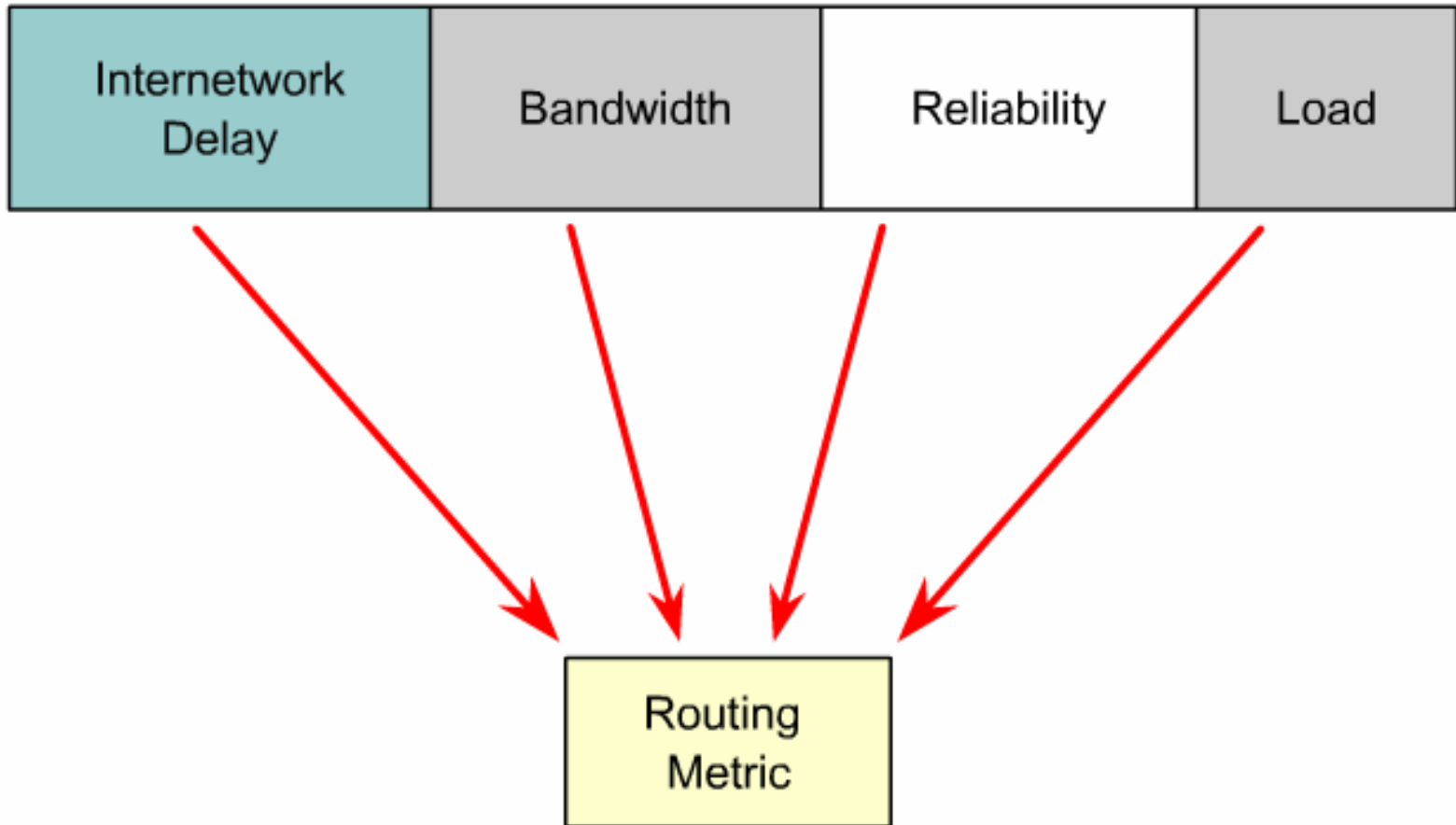
Формат сообщения протокола RIP

Код команд	Описание
1	Запрос на частичную и полную маршрутную информацию
2	Ответ на запрос, содержащий адрес сети и расстояние, взятые из таблицы маршрутизации отправителя
9	Запрос на обновление
10	Ответ на запрос на обновление
11	Подтверждение запроса на обновление

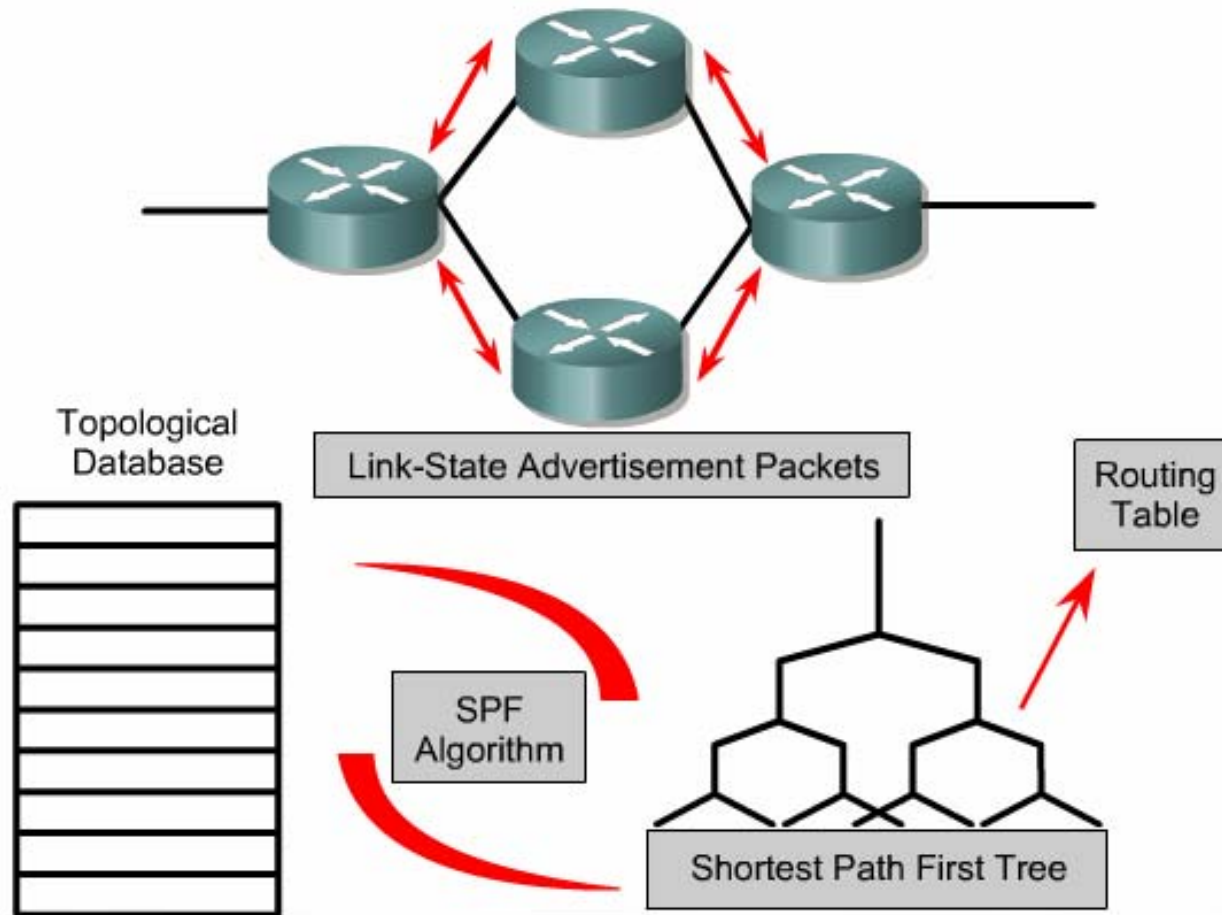
Рис. Коды команд сообщений протокола RIP

Protocol	Metric	Maximum number of routers	Origins
RIP	Hop count	15	Xerox
IGRP	<ul style="list-style-type: none">• Bandwidth• Load• Delay• Reliability	255	Cisco

Routing Metric Components

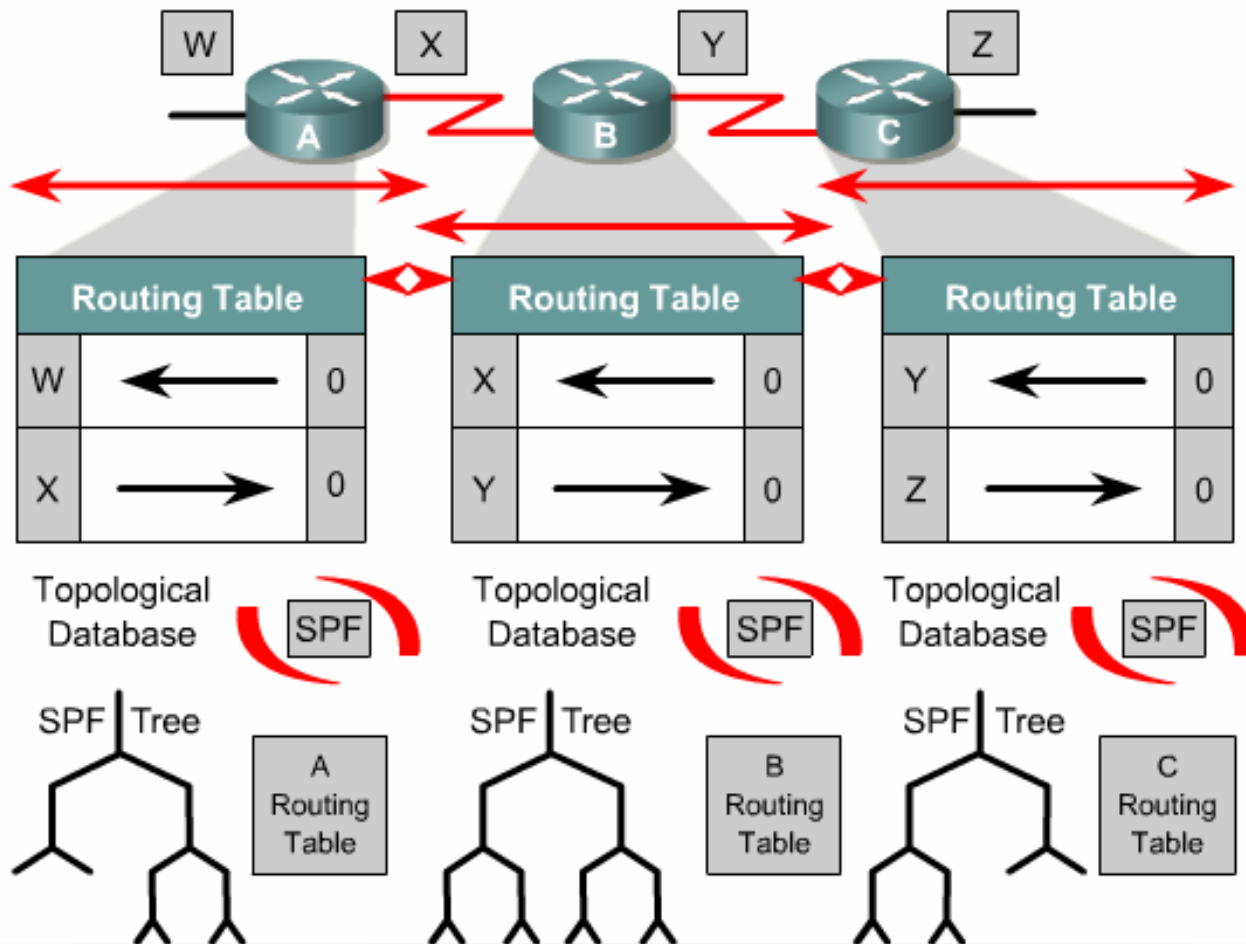


Link-State Concepts



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.

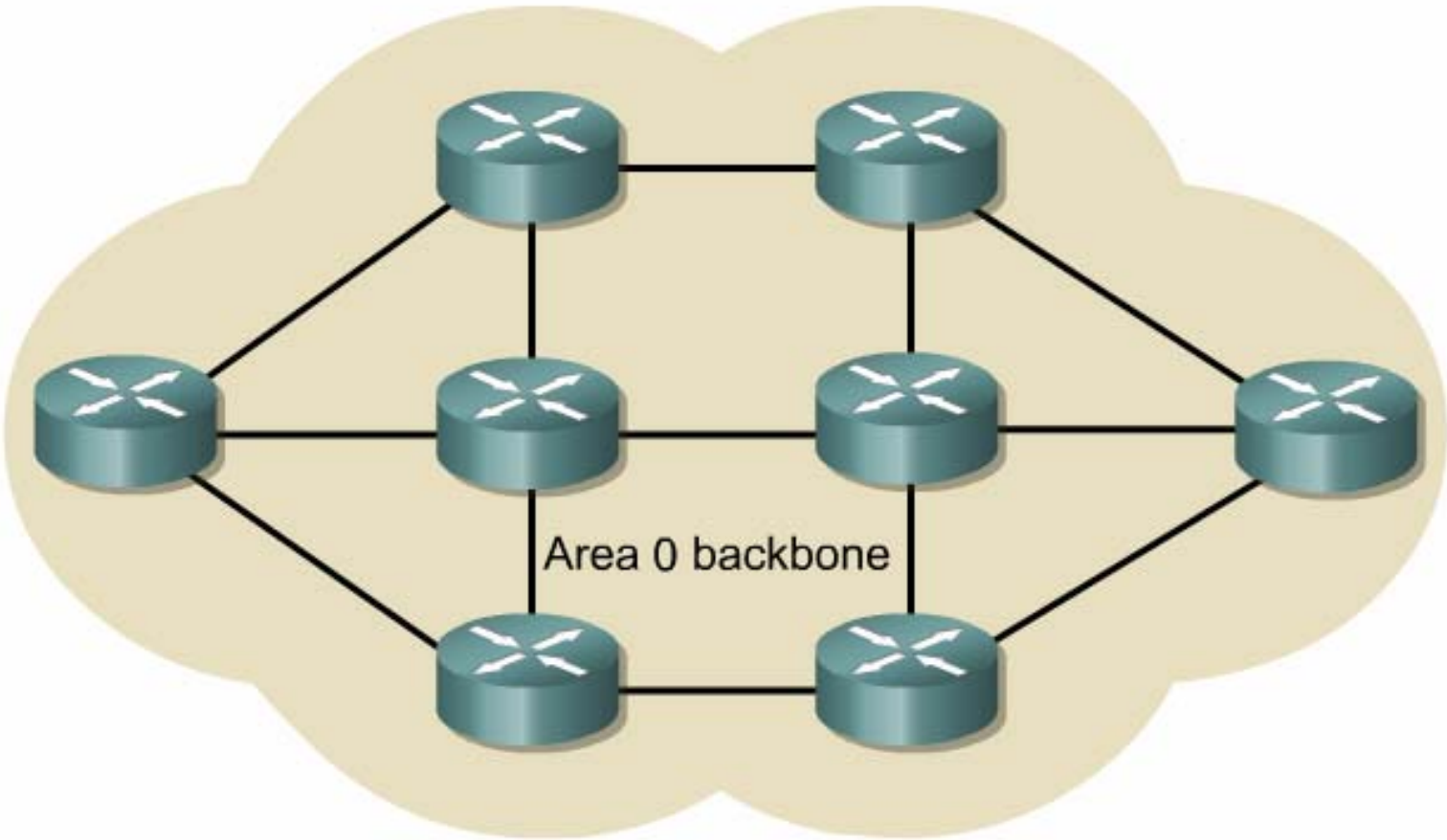
Протокол состояния соединений Open Shortest Path First или OSPF

- Протокол OSPF является открытым стандартом, что позволяет использовать его для программных реализаций. Поэтому большинство поставщиков программного обеспечения поддерживают распространение этого протокола.
- Протокол OSPF поддерживает маршрутизацию с учетом *типа* обслуживания (*type of service routing*). Это значит, что есть возможность рассчитать отдельный набор маршрутизаторов для каждого типа сервиса, т.е. для любого получателя может быть несколько пунктов в таблице маршрутизации, по одному для каждого типа сервиса.
- Каждому интерфейсу назначается метрика или стоимость, на основании пропускной способности, времени возврата, надежности или по какому-либо другому параметру. Также отдельная стоимость может быть назначена и для каждого типа сервиса.
- Программа протокола OSPF обеспечивает *баланс загруженности* (*load balancing*), позволяет поровну распределяет трафик между маршрутами к одному получателю, имеющими одинаковую стоимость.
- Протокол OSPF поддерживает бесклассовую маршрутизацию и маршрутизацию для отдельных узлов и подсетей. В качестве маршрута по умолчанию объявляется IP-адрес 0.0.0.0 с маской из всех нулевых битов.

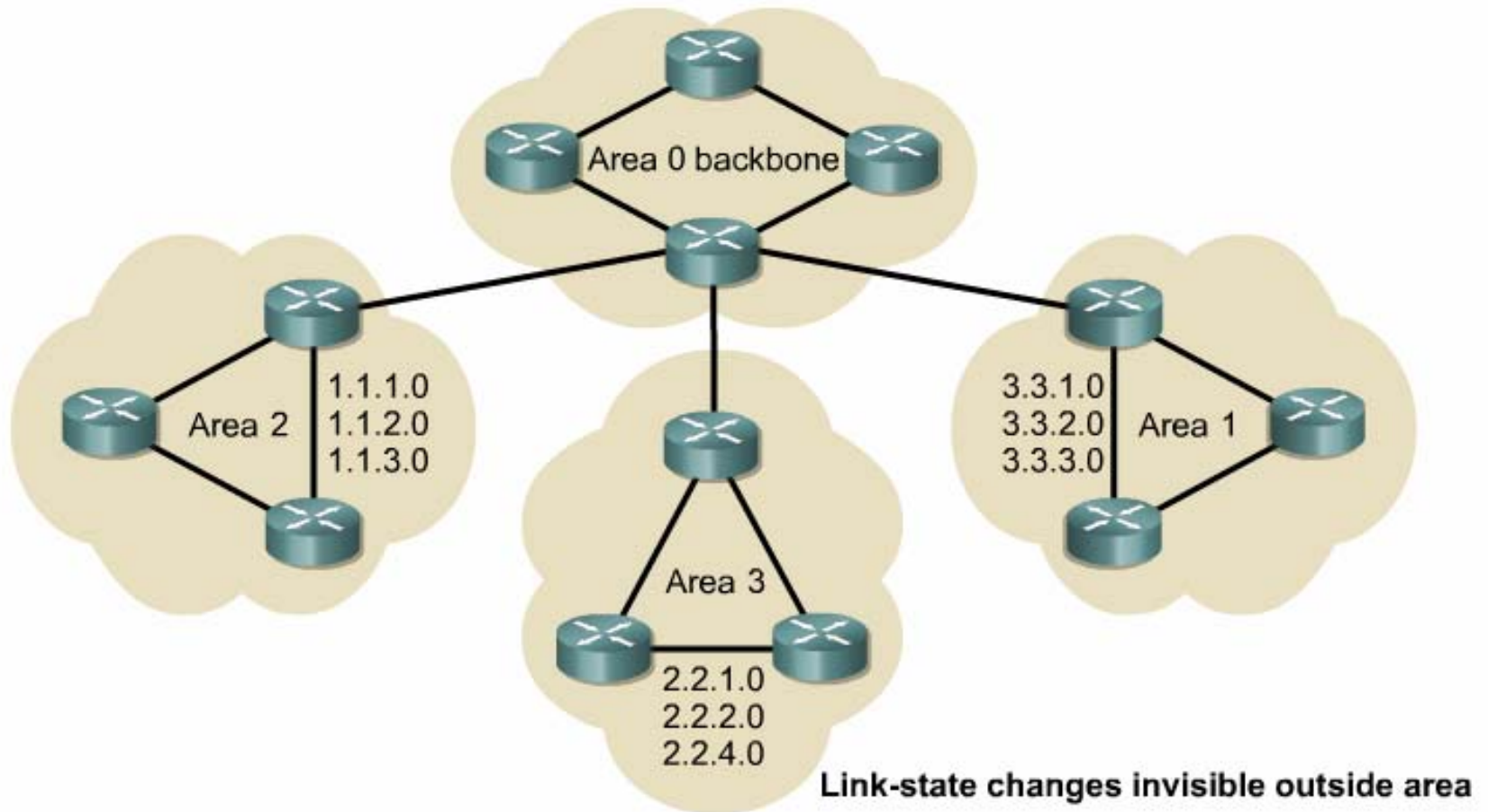
Протокол состояния соединений Open Shortest Path First или OSPF

- Протокол OSPF позволяет администрации автономной системы разбивать свою сеть и маршрутизаторы на так называемые зоны (*areas*). Это облегчает управление сетями и обеспечивает возможность их расширения.
- Каналы точка-точка между маршрутизаторами организуются без IP-адресов на каждом конце. Такой подход позволяет сэкономить IP-адреса и называется *сетями без адреса (unnumbered)*.
- Протокол OSPF поддерживает несколько схем аутентификации, что позволяет гарантировать обмен маршрутной информацией только между надежными маршрутизаторами.
- В протоколе OSPF для каждой сети с множественным доступом назначается *выделенный шлюз (designated router, DR)*, который должен рассылать сообщения о состоянии канала связи от имени всех маршрутизаторов. OSPF использует групповую адресацию вместо широковещательной, что уменьшает загруженность систем, которые не распознают OSPF.
- Протокол OSPF позволяет администраторам, абстрагируясь от физических соединений, описывать топологию виртуальной сети, что естественно делает этот протокол более гибким.
- Протокол OSPF позволяет маршрутизаторам обмениваться маршрутной информацией полученной от пограничных шлюзов.
- Протокол OSPF позволяет работать и вычислять маршруты, независимо от других использующихся протоколов обмена маршрутной информацией в сети.

Single-Area OSPF

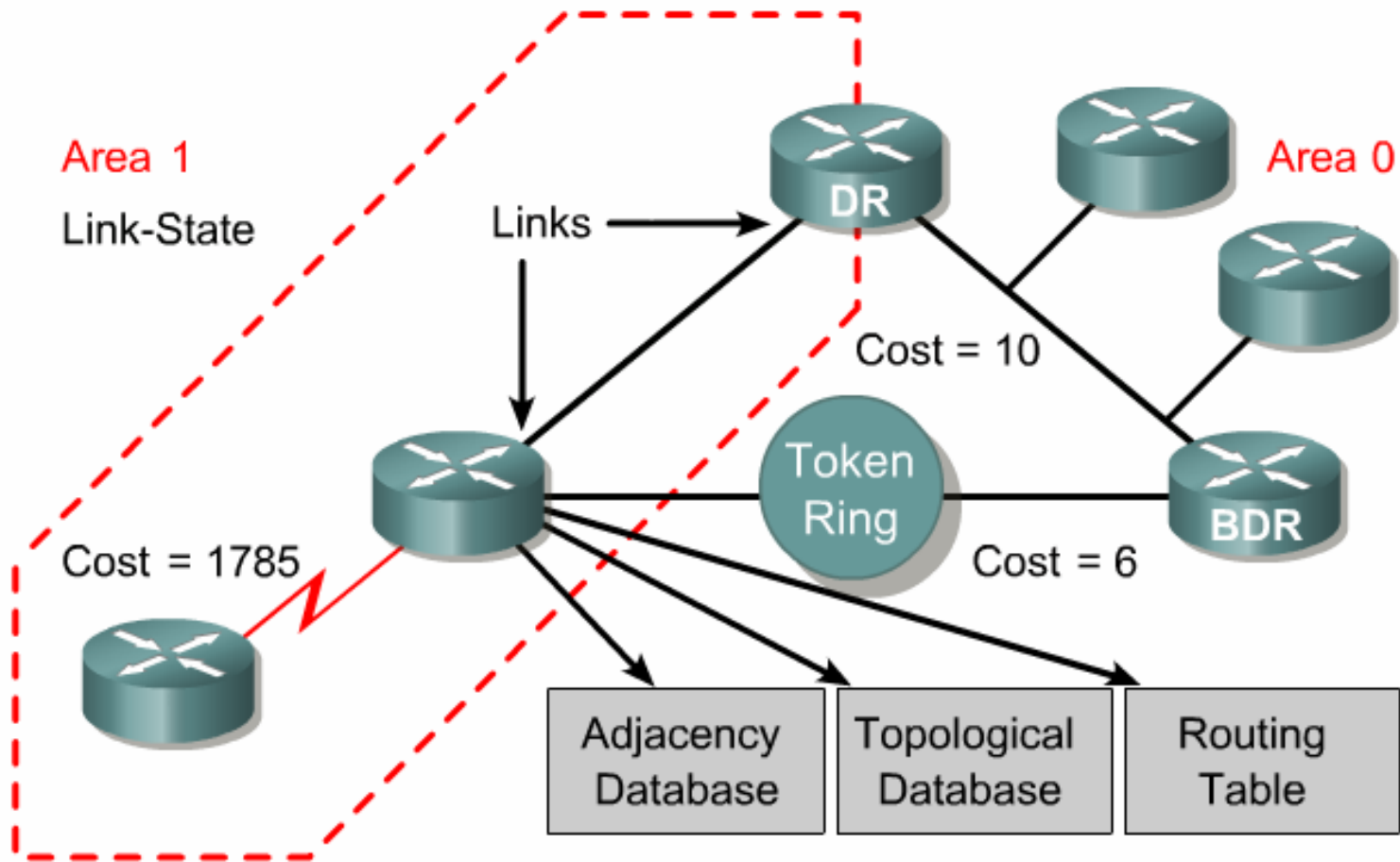


Large OSPF Network

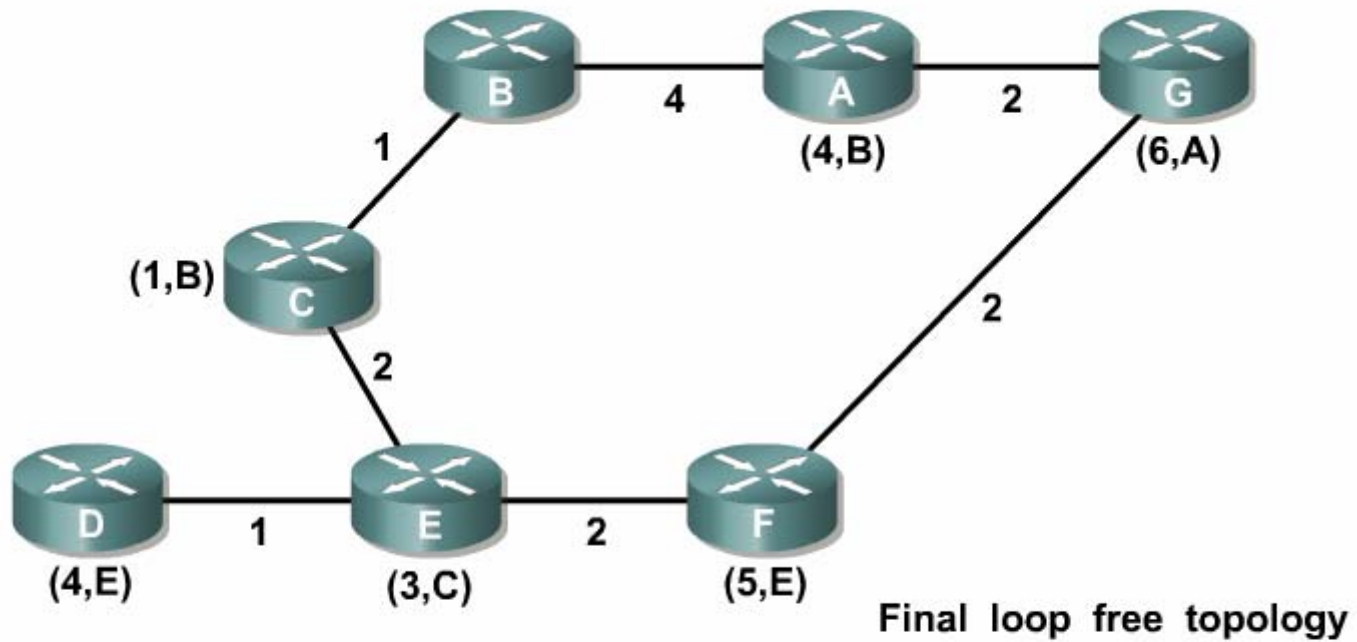


Large OSPF networks are hierarchical and divided into multiple areas.

OSPF Terminology



Shortest Path First Tree for Node B



A	B	C	D	E	F	G
B/4	A/4	B/1	C/4	C/2	E/2	A/2
G/2	C/1	D/4	E/1	D/1	G/2	F/2
		E/2		F/2		

Формат OSPF-сообщения

0	8	16	24	31
Номер версии	Тип	Длина сообщения		
IP-адрес исходного маршрутизатора				
Идентификатор зоны				
Контрольная сумма		Тип аутентификации		
Данные для аутентификации				

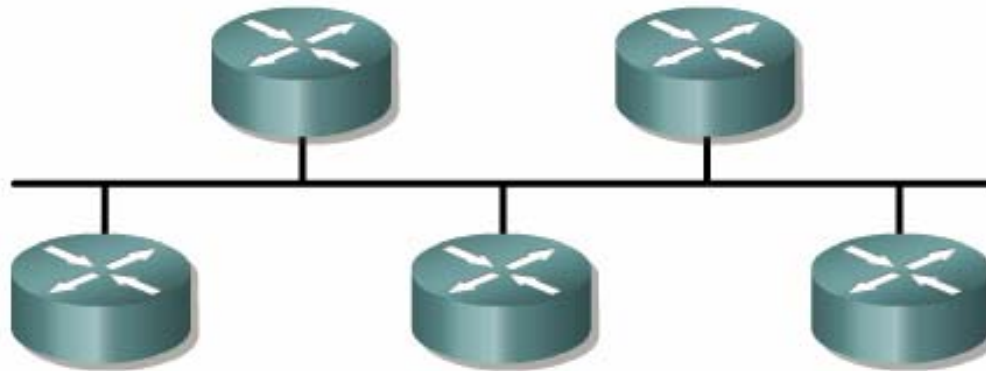
Рис. Формат стандартного заголовка OSPF-сообщения

Тип сообщения	Описание
1	Сообщение HELLO
2	Описание базы данных
3	Запрос о состоянии соединения
4	Обновление состояния соединения
5	Уведомление о состоянии соединения связи

Рис. Типы OSPF-сообщений

OSPF Network Types

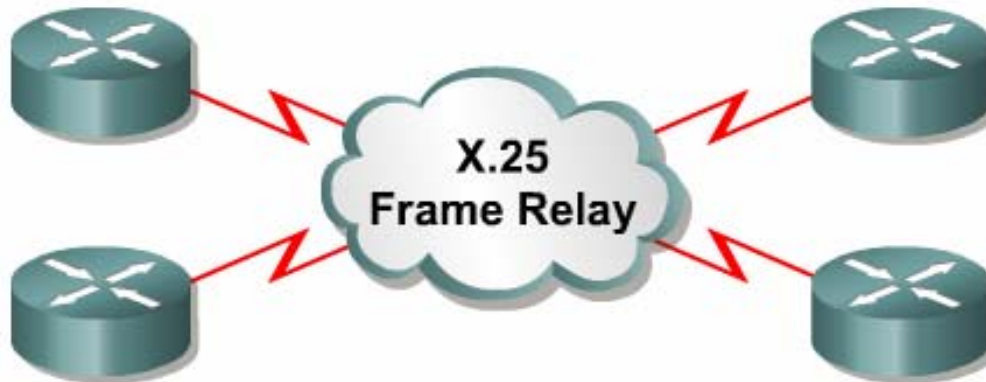
**Broadcast
Multiaccess**



Point-to-Point



NBMA



OSPF Network Types

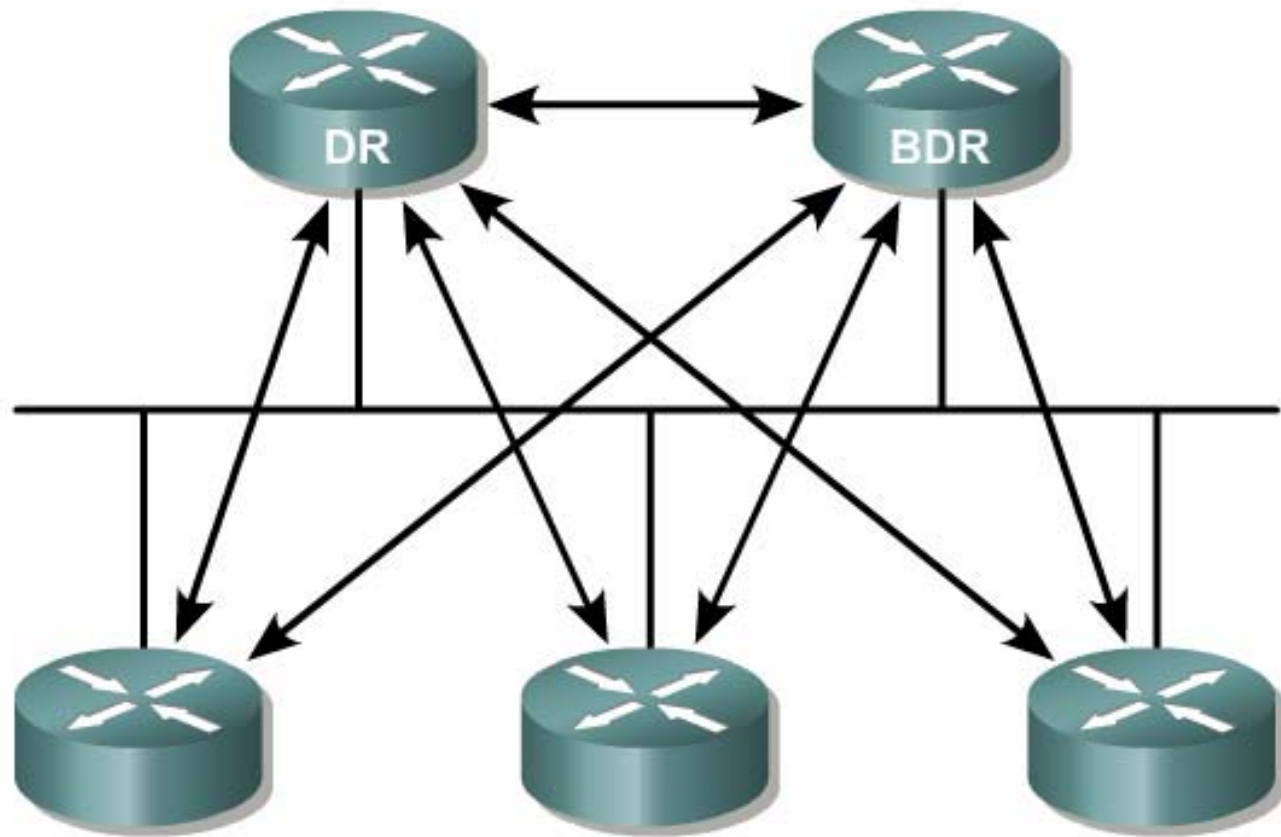
Network Type	Characteristics	DR Election?
Broadcast multiaccess	Ethernet, Token Ring, or FDDI	Yes
Nonbroadcast multiaccess	Frame Relay, X.25, SMDS	Yes
Point-to-Point	PPP, HDLC	No
Point-to-multipoint	Configured by an administrator	No

Формат сообщения HELLO протокола OSPF

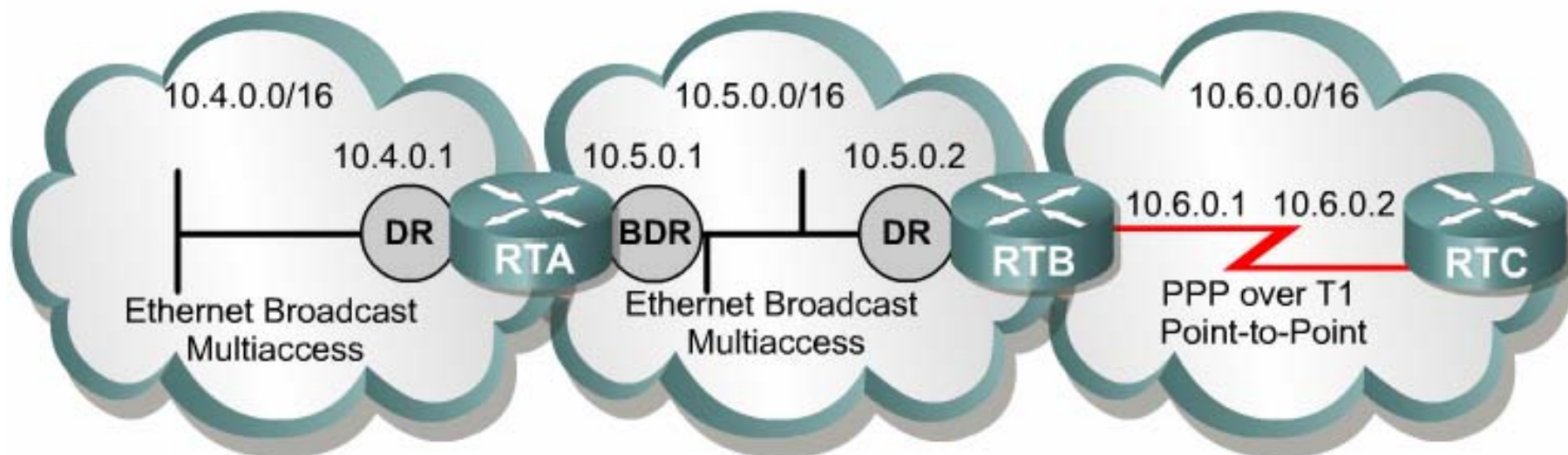
0	8	16	24	31
Сетевая маска				
Максимальное время ответа		Интервал отпав.	Приоритет марш.	
IP-адрес выделенного маршрутизатора				
IP-адрес резервного выделенного маршрутизатора				
IP-адрес 1-го соседа				
...				
IP-адрес N-го соседа				

Рис. Формат сообщения HELLO протокола OSPF. В начало сообщения добавляется стандартный заголовок OSPF типа 1. Соседние маршрутизаторы обмениваются этими сообщениями для проверки достижимости друг друга

DR and BDR Receive LSAs



Elect DR and BDR on a Multiaccess Network



Формат OSPF-сообщения описания базы данных

0	8	16	24	29	31	
Должны быть нули				I	M	S
Порядковый номер сообщения						
Тип соединения						
Идентификатор соединения						
IP-адрес анонсирующего маршрутизатора						
Порядковый номер соединения						
Контрольная сумма соединения				Время жизни соединения		
...						

Рис. Формат OSPF-сообщения описания базы данных. Для каждого соединения указывается своя группа полей, которая повторяется, начиная с поля типа соединения. В начало сообщения добавляется стандартный заголовок OSPF типа 2

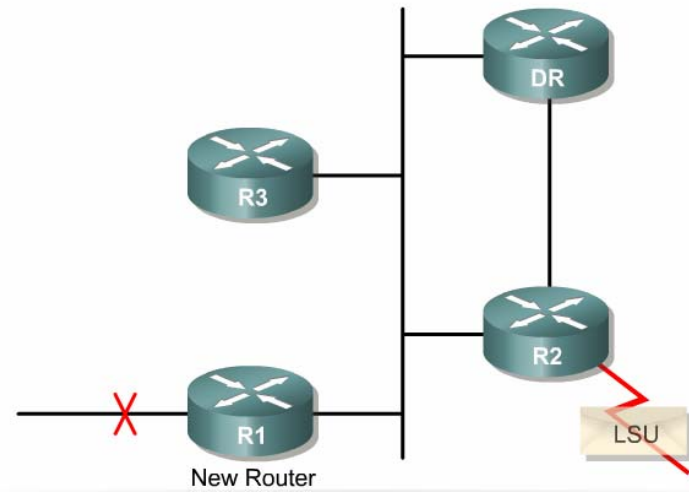
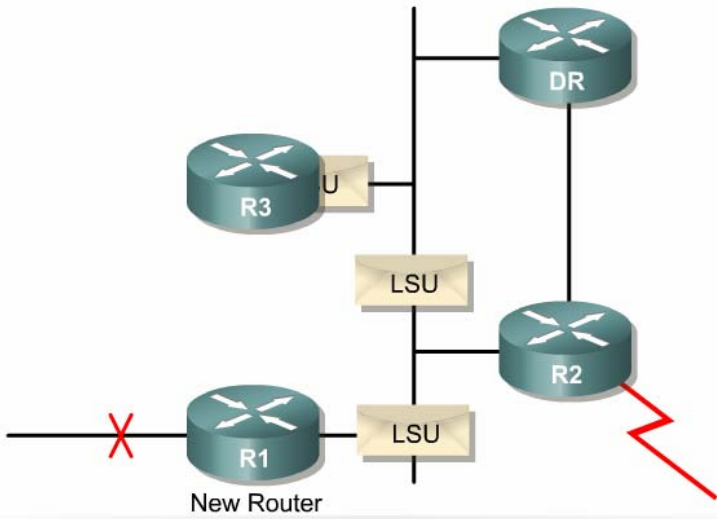
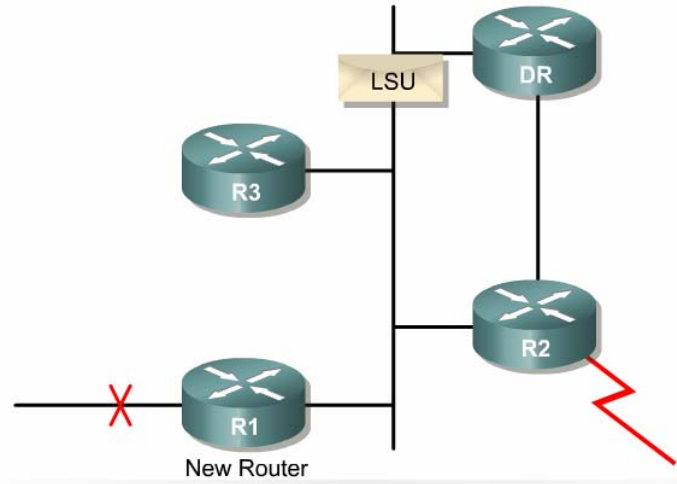
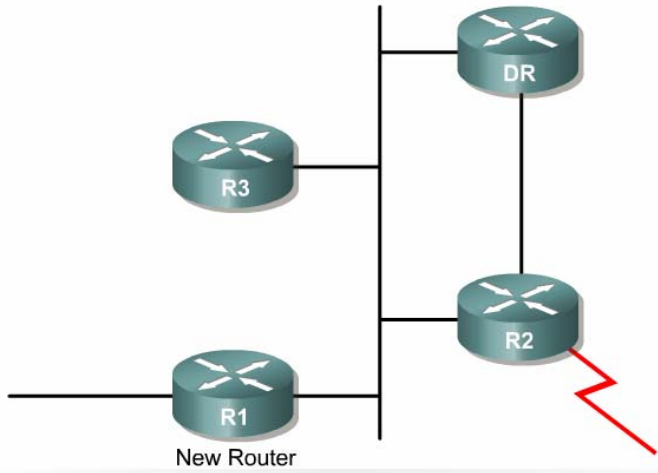
Формат OSPF-сообщения описания базы данных

Флаг	Описание
I	1 – устанавливается в первом сообщении
M	1 – устанавливается, если будет еще одно сообщение
S	1 – сообщение отправлено главным маршрутизатором 0 - сообщение отправлено подчиненным маршрутизатором

Рис. Значения флагов сообщения описания базы данных

Тип соединения	Описание
1	Соединение с маршрутизатором
2	Сетевое соединение
3	Суммарное соединение
4	Суммарное соединение с пограничным маршрутизатором
5	Внешнее соединение с другим сетевым центром

Рис. Типы OSPF-соединений



Формат OSPF-запроса о состоянии соединения

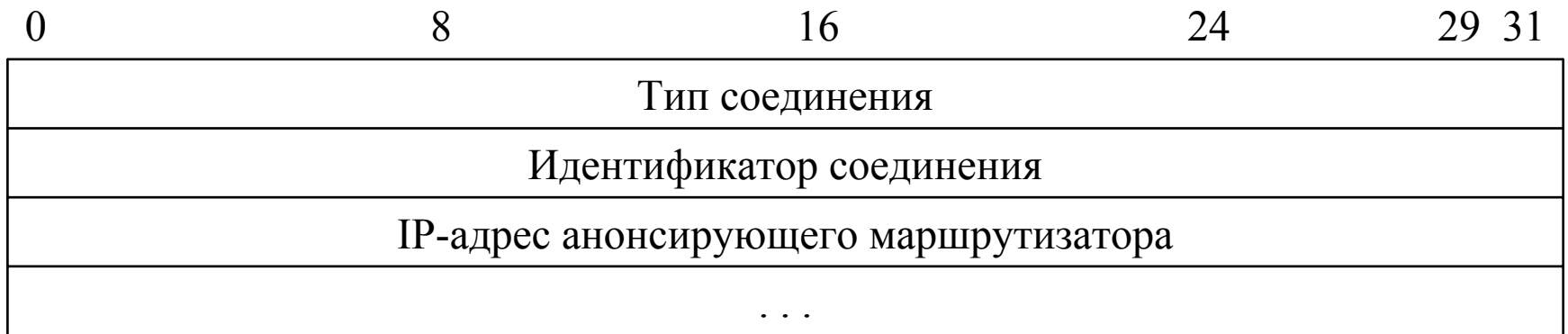


Рис. Формат OSPF-запроса о состоянии связи. Маршрутизатор отсылает этот запрос соседнему маршрутизатору, для получения обновлений по определенным соединениям. В начало сообщения добавляется стандартный заголовок OSPF типа 3

Формат OSPF-сообщения об обновлении состояния соединения

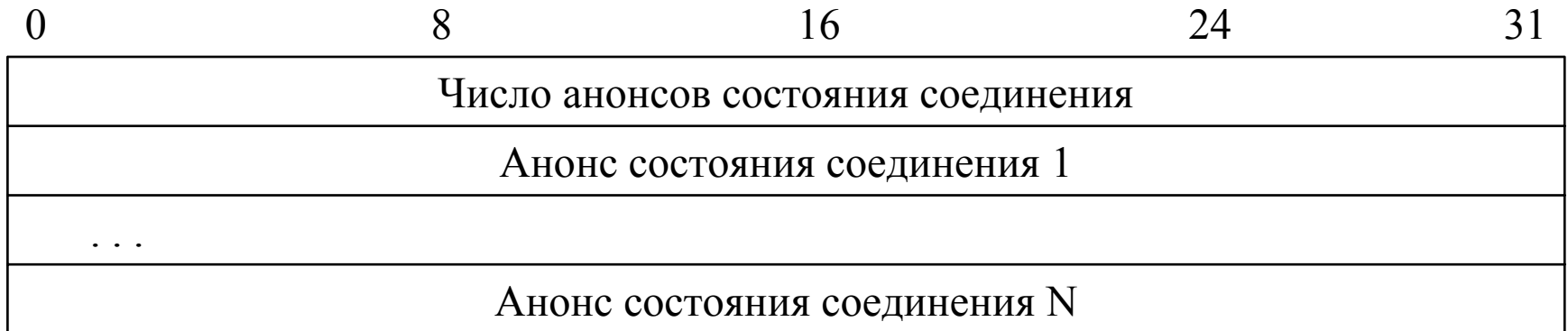


Рис. Формат OSPF-сообщения об обновлении состояния соединения. Сообщение рассылается широкоэвещательно для информирования о состоянии соседних соединений. В начало сообщения добавляется стандартный заголовок OSPF типа 4

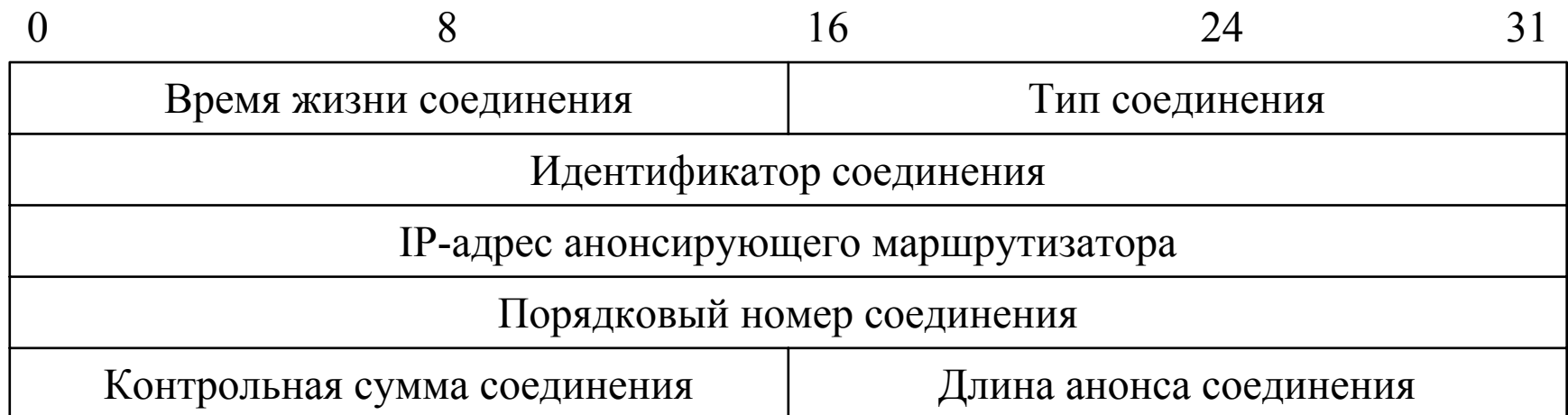
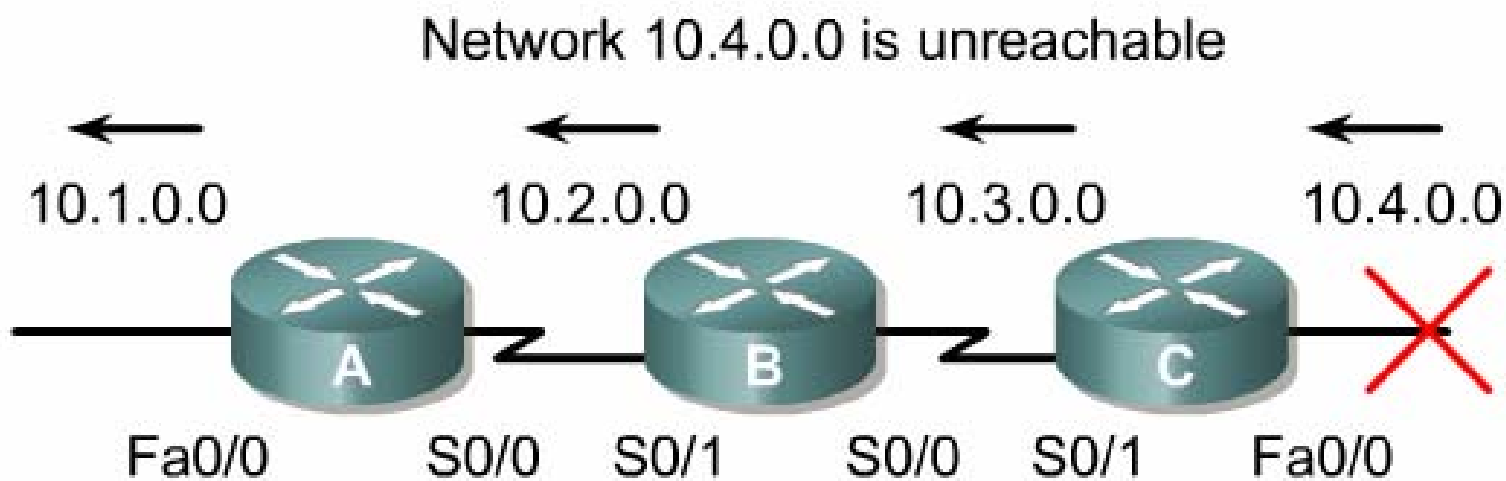


Рис. Формат каждого анонса состояния соединения

Avoiding Routing Loops with Triggered Updates



Route Poisoning

