

# Протоколы маршрутизации и

## RIP, OSPF

Журко Анна

# Маршрутизация. Динамическая маршрутизация

Маршрутизация (*Routing*) — процесс определения маршрута следования информации в сетях связи.

Маршруты могут задаваться административно - **статические маршруты**, либо вычисляться с помощью алгоритмов маршрутизации, базируясь на информации о топологии и состоянии сети, полученной с помощью протоколов маршрутизации - **динамические маршруты**.

**Преимущества динамической маршрутизации:**

- исключаются ошибки, вызванные человеческим фактором, тк таблицы маршрутизации строятся автоматически;
- отказоустойчивость, маршруты перестраиваются при выходе из строя маршрутизатора (-ов);
- протоколы маршрутизации обеспечивают балансировку трафика;
- протоколы маршрутизации облегчают масштабирование сети.



# Протоколы маршрутизации

**Протокол маршрутизации** представляет собой набор сообщений, правил и алгоритмов, используемых маршрутизаторами для обмена информацией о маршрутах в сети.

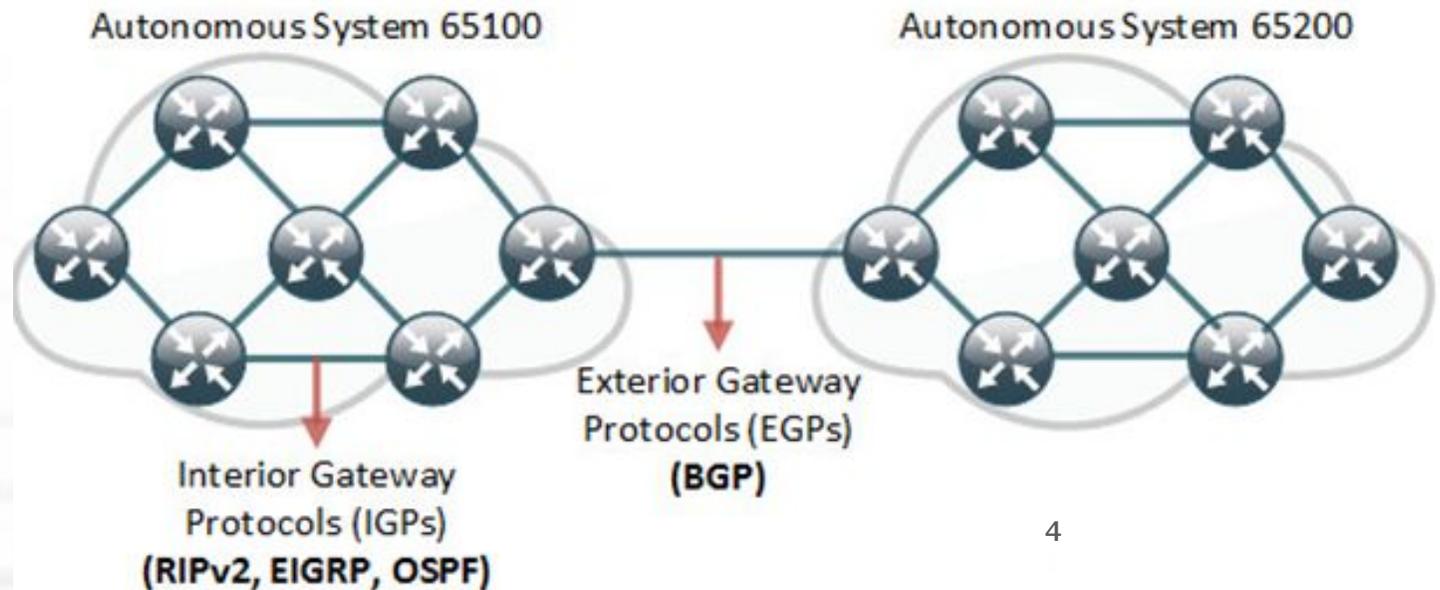
## Функции протоколов маршрутизации

- Получение информации об IP-сетях от смежных устройств
- Анонсирование маршрутной информации IP-сетям смежным устройствам
- Если обнаружено более одного маршрута к какой-либо подсети, то выбор наилучшего маршрута на основе метрики
- Если произошло изменение топологии сети, то отреагировать на это изменение, уведомить об этом другие устройства, и выбрать новый оптимальный маршрут. (конвергенция)

# Классификация протоколов маршрутизации

- **IGP (Interior Gateway Protocols)** - протокол внутреннего шлюза - протокол маршрутизации разработанный для использования внутри одной автономной системы
- **EGP (Exterior Gateway Protocol)** - протокол внешнего шлюза - протокол маршрутизации, предназначенный для маршрутизации между автономными системами.

В общем смысле, **автономной системой** называется группа роутеров, находящихся под общим управлением.



# классификация протоколов маршрутизации. IGP: **Distance-Vector** и **Link State**

**Distance-Vector:** маршрутизаторы рассылают друг другу вектора расстояний. В векторе расстояний содержится информация (расстояние) от передающего маршрутизатора до всех соседних (известных) ему сетей.

**Вектор расстояний** - количество пройденных маршрутизаторов - хопов

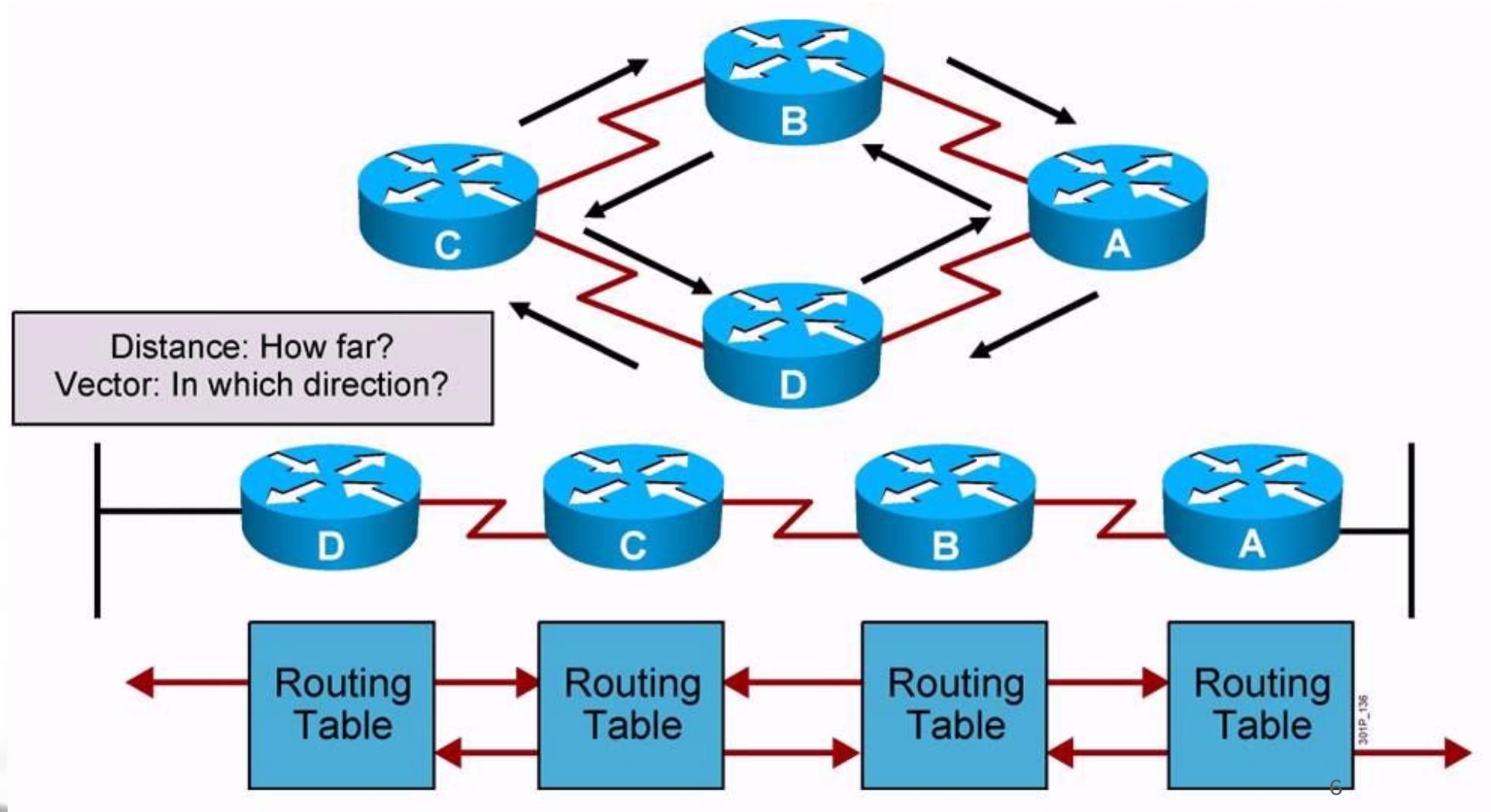
После получения вектора расстояний от соседнего маршрутизатора

1. маршрутизатор обновляет таблицу маршрутизации или добавляет в нее новую запись
2. выбирает из нескольких альтернативных путей лучший по выбранному параметру метрики и рассылает новое значение вектора по сети.
3. Все маршрутизаторы получают информацию обо всех подключенных сетях и о расстоянии (метрики) до них через соседние маршрутизаторы.

Недостаток дистанционно-векторных алгоритмов:

- хорошо работают в небольших сетях;
- маршрутизаторы передают только обобщенную информацию – вектор расстояний, поэтому маршрутизаторы не содержат конкретного представления о топологии сети.

# Классификация протоколов маршрутизации. IGP: **Distance-Vector** и **Link State**



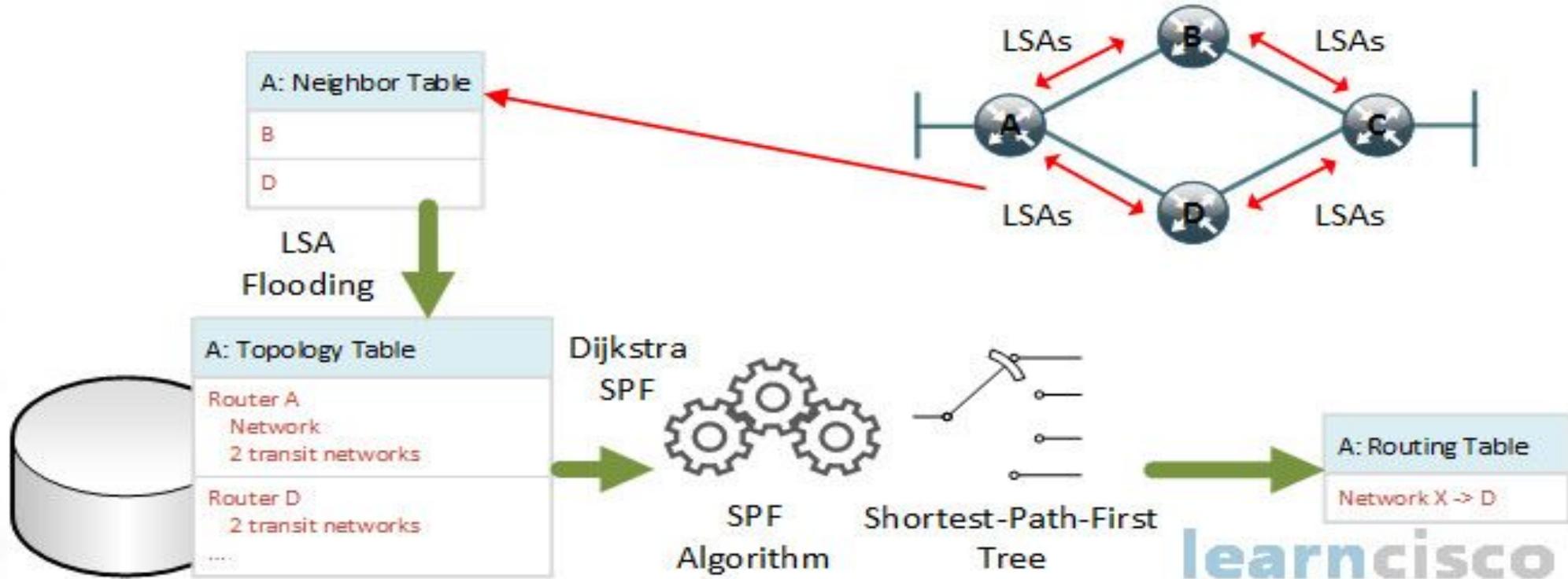
# Классификация протоколов маршрутизации. IGP: Distance-Vector и Link State

- Другой принцип: Link State Update (LSU), посылаются напрямую всем маршрутизаторам (flooding) в одной AS, они содержат информацию о состоянии связей “Links” (metric) и их состоянии “State” (Active or not-Active)
- Другая система метрик, основанная на стоимости cost- или bandwidth, метрика не ограничена числом хопов (15).
- Не используются периодические апдейты, апдейты посылаются только в случае изменения состояния каналов => быстрая сходимость
- Масштабируемость: позволяет использовать гораздо большее количество устройств в AS.

# Классификация протоколов маршрутизации. IGP: Distance-Vector и Link State

**LSA = Link State Advertisement**

- Sent from original advertising router
- Flooded by all other routers



# Классификация протоколов маршрутизации.

## IGP: Distance-Vector и Link State

Протоколы состояния канала позволяют бороться с недостатками дистанционно-векторных протоколов:

- Имеют быструю сходимость
- Предотвращают возникновение кольцевых маршрутов
- Занимают меньшую полосу пропускания для апдейтов

Но все же они не совершенны:

- Требуют тщательного планирования структуры сети
- Потребляют больше ресурсов маршрутизатора

# Классификация протоколов маршрутизации.

## IGP: Distance-Vector и Link State

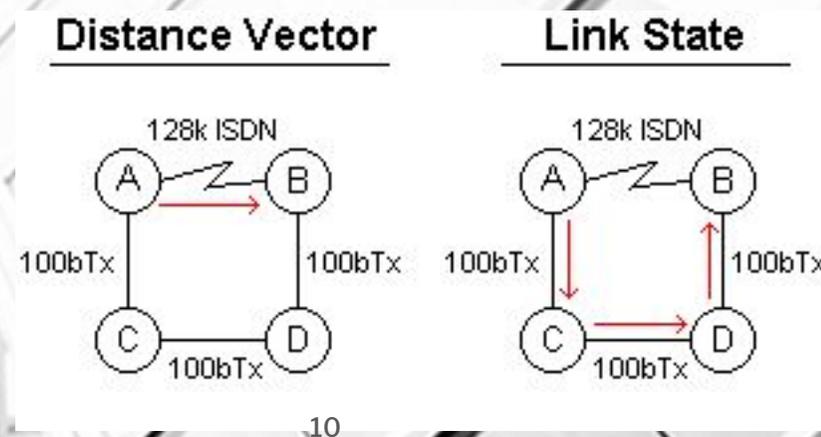
Различия между этими двумя видами состоят в следующем:

- 1) типе информации, которой обмениваются роутеры: таблицы маршрутизации у Distance-Vector и таблицы топологии у Link State
- 2) количестве информации о сети, которое “держит в голове” каждый роутер: Distance-Vector знает только своих соседей, Link State имеет представление обо всей сети

**Link-State router tells ALL other routers about ONLY its neighbors and links • Distance Vector router tells ONLY neighbors about ALL routes**

3) процессе выбора лучшего маршрута,

EGP	IGP		
BGP	Distance-vector protocols	Link-state protocols	Hybrid protocol
	RIPv1, RIPv2	OSPF, IS-IS	EIGRP



# RIP (Routing Information Protocol)

RIP — протокол дистанционно-векторной маршрутизации

The RIP version 1 update packet

Command	Version	Must be zero
Address family identifier		Must be zero
IP address		
Must be zero		
Must be zero		
Metric		

Использует broadcast  
Классовая адресация  
Нет аутентификации  
Не поддерживает VLSM/CIDR

The RIP version 2 update packet

Command	Version	Unused
Address family identifier		Route Tag
IP address		
Subnet Mask		
Next Hop		
Metric		

Использует multicast  
Бесклассовая адресация  
Аутентификация  
Поддерживает VLSM/CIDR

# RIP: таблица маршрутизации

В таблице маршрутизации содержится описание всех маршрутов. Запись должна включать в себя:

- IP-адрес сети/подсети назначения.
- Метрика маршрута (от 1 до 15)
- IP-адрес ближайшего маршрутизатора (gateway) по пути к месту назначения; выходной интерфейс
- Таймеры маршрута. Время, указывающее как давно обновлялась данная запись

```
Router name: Campus Network.Router1
at time: 600.00 seconds
```

ROUTE TABLE contents:

Dest. Address	Subnet Mask	Next Hop	Interface Name	Metric	Protocol
192.0.0.0	255.255.255.0	192.0.0.1	IF0	0	Direct
192.0.1.0	255.255.255.0	192.0.1.1	IF1	0	Direct
192.0.2.0	255.255.255.0	192.0.2.1	IF10	0	Direct
192.0.3.0	255.255.255.0	192.0.3.1	IF11	0	Direct
192.0.4.0	255.255.255.0	192.0.4.1	Loopback	0	Direct
192.0.11.0	255.255.255.0	192.0.3.2	IF11	1	RIP
192.0.13.0	255.255.255.0	192.0.3.2	IF11	1	RIP
192.0.14.0	255.255.255.0	192.0.3.2	IF11	1	RIP
192.0.15.0	255.255.255.0	192.0.3.2	IF11	1	RIP
192.0.5.0	255.255.255.0	192.0.3.2	IF11	3	RIP
192.0.6.0	255.255.255.0	192.0.3.2	IF11	3	RIP
192.0.7.0	255.255.255.0	192.0.3.2	IF11	2	RIP
192.0.8.0	255.255.255.0	192.0.3.2	IF11	3	RIP
192.0.9.0	255.255.255.0	192.0.3.2	IF11	2	RIP
192.0.10.0	255.255.255.0	192.0.3.2	IF11	2	RIP
192.0.12.0	255.255.255.0	192.0.3.2	IF11	2	RIP

```
R1# show ip route | begin Gateway
Gateway of last resort is 209.165.200.234 to network 0.0.0.0

S* 0.0.0.0/0 [1/0] via 209.165.200.234, Serial0/0/1
    is directly connected, Serial0/0/1
172.16.0.0/16 is variably subnetted, 5 subnets, 3 masks
C   172.16.1.0/24 is directly connected, GigabitEthernet0/0
L   172.16.1.1/32 is directly connected, GigabitEthernet0/0
R   172.16.2.0/24 [120/1] via 209.165.200.226, 00:00:12, Serial0/0/0
R   172.16.3.0/24 [120/2] via 209.165.200.226, 00:00:12, Serial0/0/0
R   172.16.4.0/28 [120/2] via 209.165.200.226, 00:00:12, Serial0/0/0
R  192.168.0.0/16 [120/2] via 209.165.200.226, 00:00:03, Serial0/0/0
209.165.200.0/24 is variably subnetted, 5 subnets, 2 masks
C   209.165.200.224/30 is directly connected, Serial0/0/0
L   209.165.200.225/32 is directly connected, Serial0/0/0
R   209.165.200.228/30 [120/1] via 209.165.200.226, 00:00:12,
    Serial0/0/0
C   209.165.200.232/30 is directly connected, Serial0/0/1
L   209.165.200.233/30 is directly connected, Serial0/0/1
R1#
```

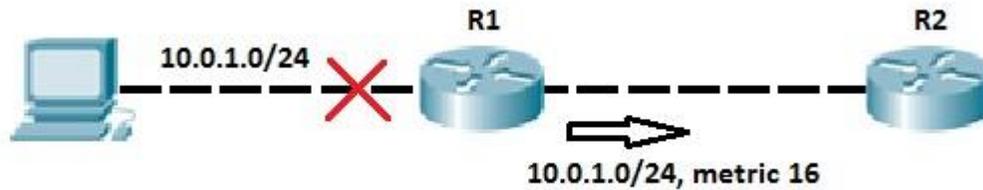
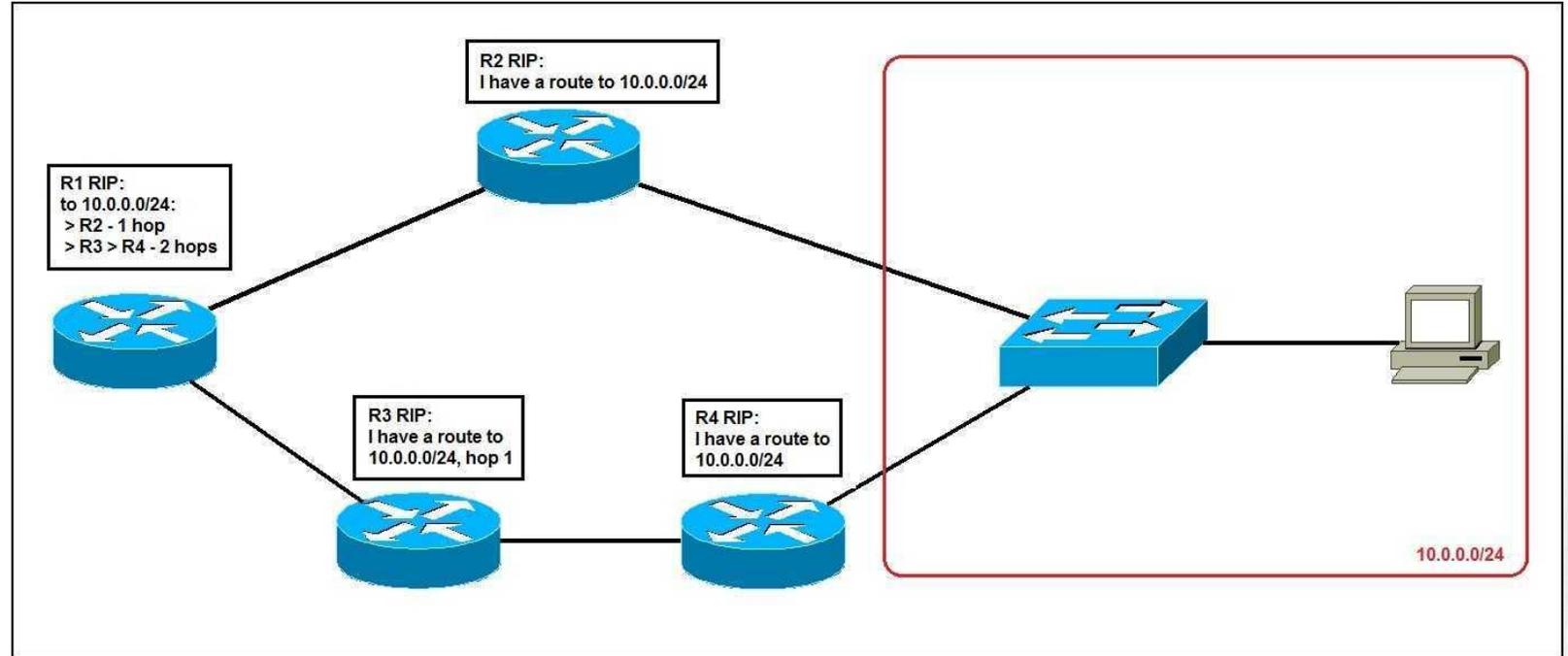
# RIP: метрика

## Метрика

В дистанционно-векторных протоколах представляет собой число хопов (hops) до сети назначения.

Используется для сравнения двух маршрутов к одной и той же сети

A metric of 16 means infinite (unreachable).



# RIP: таймеры протокола

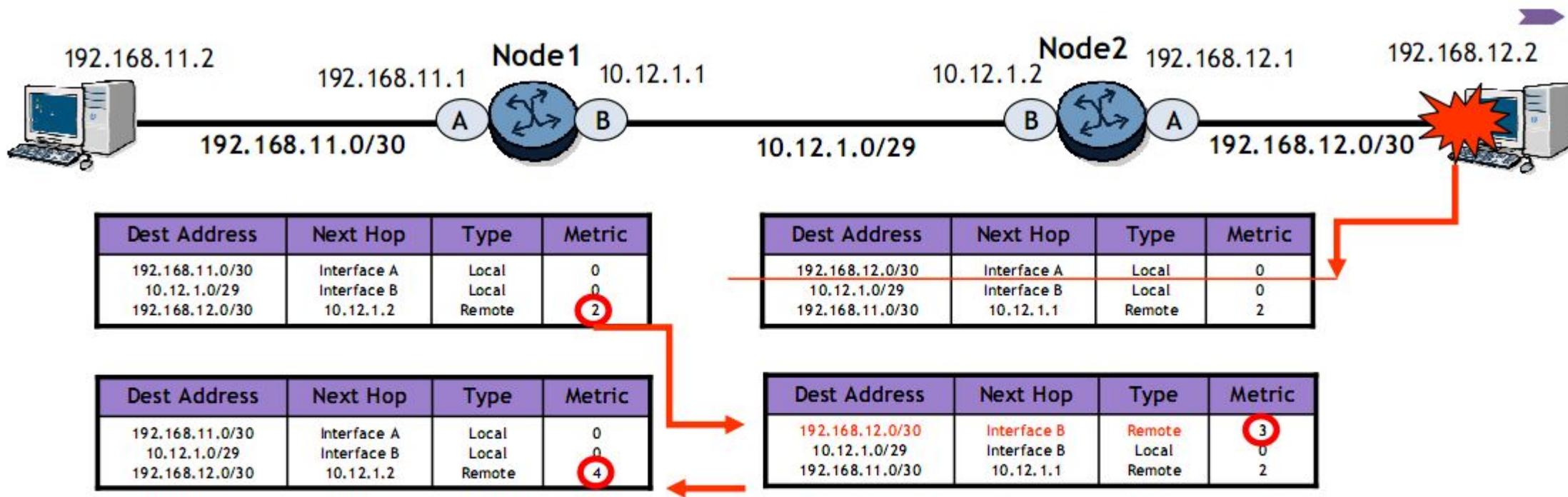
**Update timer** — частота отправки обновлений протокола, по истечению таймера отправляется обновление. По умолчанию равен 30 секундам.

**Invalid timer** — Если обновление о маршруте не будет получено до истечения данного таймера, маршрут будет помечен как Invalid, то есть с метрикой 16. По умолчанию таймер равен 180 секундам.

**Flush timer (garbage collection timer)** — По умолчанию таймер равен 240 секундам, на 60 больше чем invalid timer. Если данный таймер истечет до прихода обновлений о маршруте, маршрут будет исключен из таблицы маршрутизации. Если маршрут удален из таблицы маршрутизации то, соответственно, удаляются и остальные таймеры, которые ему соответствовали.

**Holddown timer** — Запуск таймера произойдет после того, как маршрут был помечен как не достижимый. До истечения данного таймера маршрут будет находиться в памяти для предотвращения образования маршрутной петли и по этому маршруту передается трафик. По умолчанию равен 180 секундам. Таймер не является стандартным, добавлен в реализации Cisco.

# RIP: образование петель



Control plane: Counting to infinity

Data plane: Routing loop

# RIP: механизмы предотвращения петель

Для предотвращения петель и для улучшения времени сходимости, используются дополнительные механизмы:

**Split horizon** — если маршрут достижим через определенный интерфейс, то в обновление, которое отправляется через этот интерфейс не включается этот маршрут;

**Triggered update** — обновления отправляются сразу при изменении маршрута, вместо того чтобы ожидать когда истечет Update timer;

**Route poisoning** — это принудительное удаление маршрута и перевод в состояние удержания, применяется для борьбы с маршрутными петлями.

**Poison reverse** — Маршрут помечается, как не достижимый, то есть с метрикой 16 и отправляется в обновлениях.

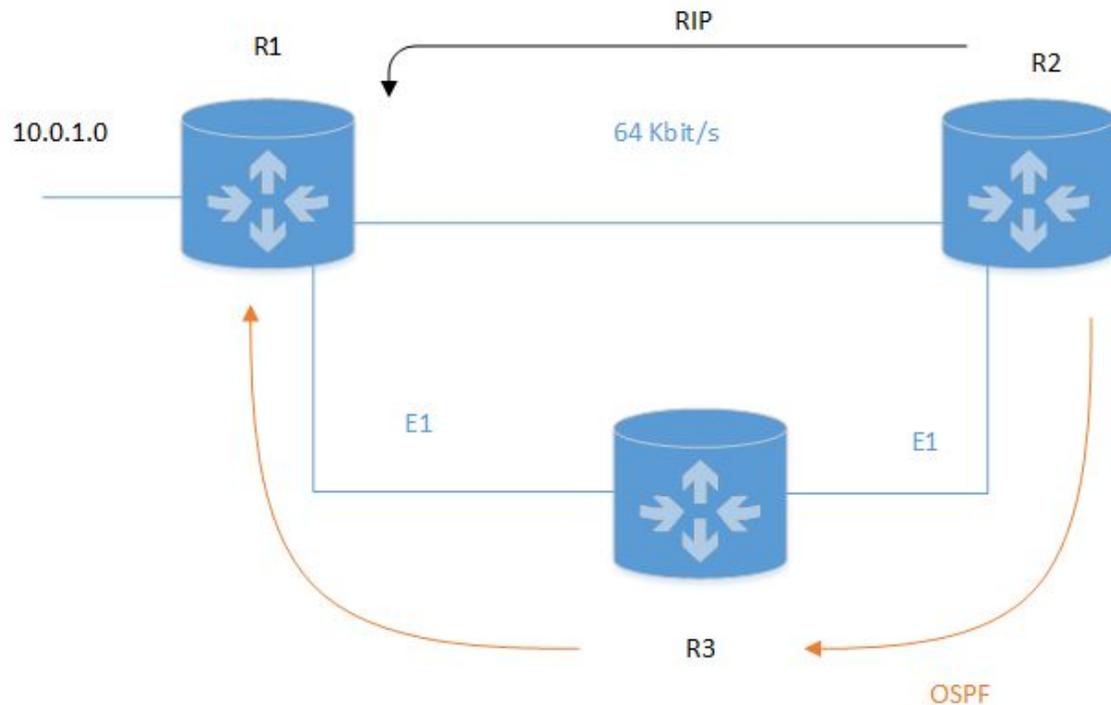
# OSPF (Open Shortest Path First)

Протокол динамической маршрутизации, основанный на технологии отслеживания состояния канала и использующий для нахождения кратчайшего пути алгоритм Дейкстры.

## Характеристики OSPF:

1. Бесклассовый (поддерживает маски VLSM)
2. С учетом состояния каналов
3. Быстрая конвергенция
4. В качестве метрики используется стоимость канала (Link cost)
5. Рассылаются частичные анонсы мультикастово

# OSPF: административное расстояние



Источник маршрутной информации	Административное расстояние
Напрямую подключенные сети	0
Статические маршруты	1
External BGP	20
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120

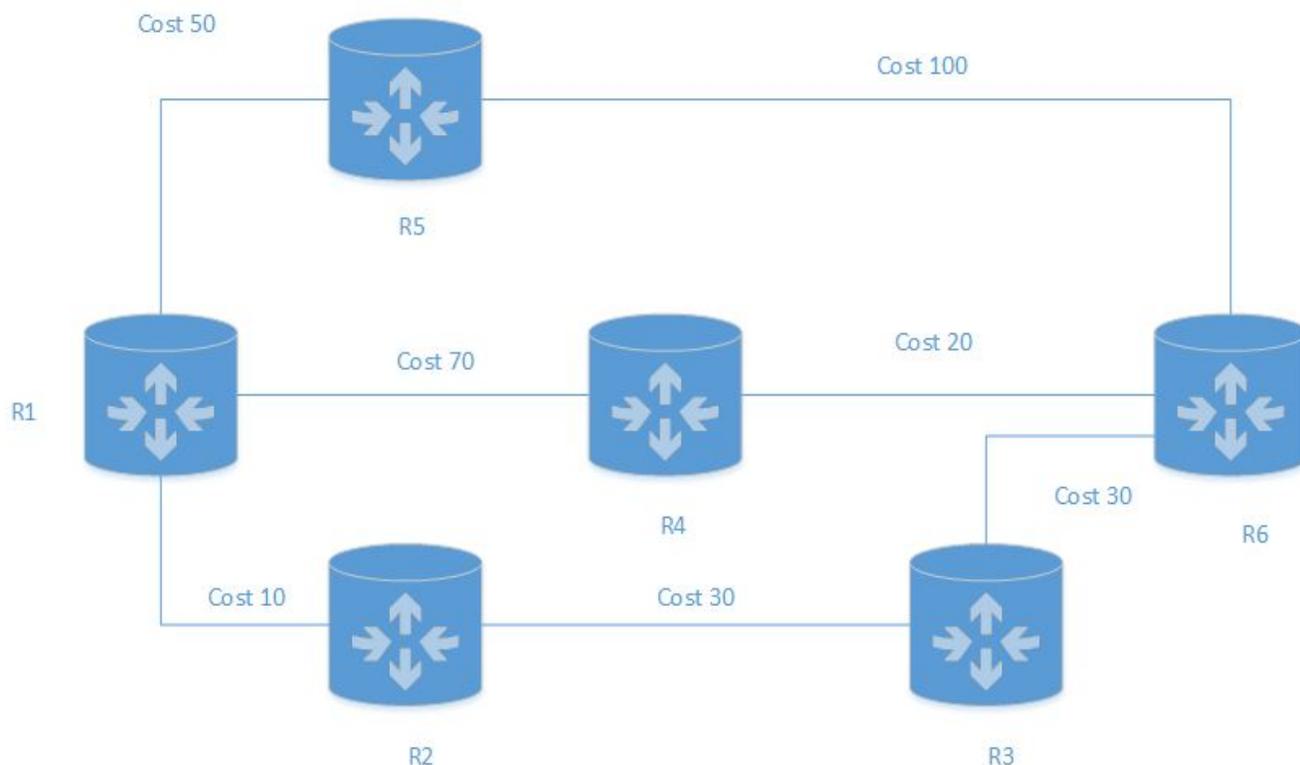
Метрика RIP (hop count) : 0-15

Метрика OSPF (link cost): 0- ( $2^{24} - 1$ )

# OSPF : принцип работы

1. Обнаружение соседних маршрутизаторов
2. Обмен базами LSDB
3. Алгоритм поиска первого кратчайшего маршрута ( алгоритм Дейкстры)

$$\text{Cost} = \frac{\text{Reference}}{\text{Bandwidth}}$$



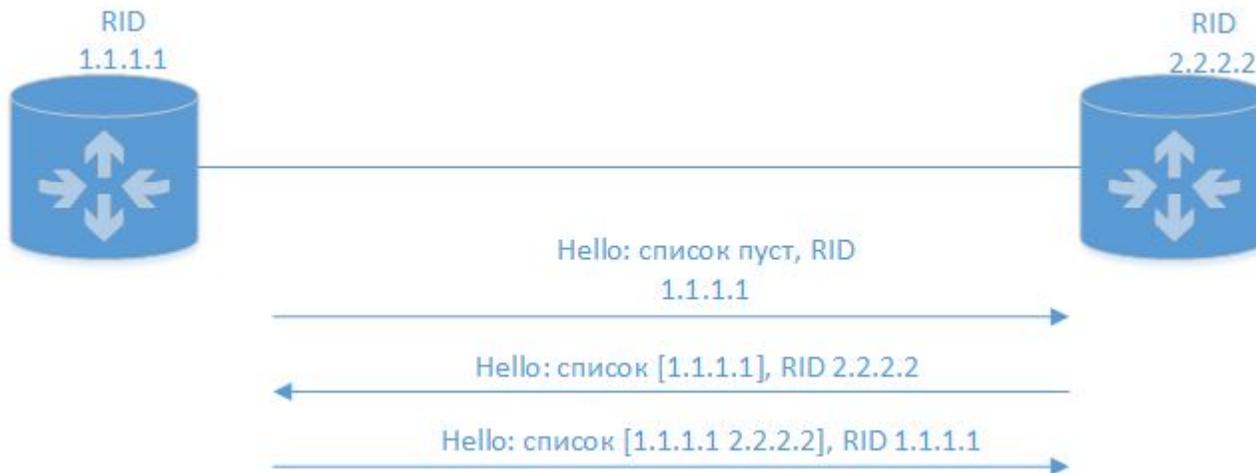
Interface Type	$10^8 / \text{bps} = \text{Cost}$
Fast Ethernet and faster	$10^8 / 100,000,000 \text{ bps} = 1$
Ethernet	$10^8 / 10,000,000 \text{ bps} = 10$
E1	$10^8 / 2,048,000 \text{ bps} = 48$
T1	$10^8 / 1,544,000 \text{ bps} = 64$
128 kbps	$10^8 / 128,000 \text{ bps} = 781$
64 kbps	$10^8 / 64,000 \text{ bps} = 1562$
56 kbps	$10^8 / 56,000 \text{ bps} = 1785$

# OSPF : обнаружение соседних маршрутизаторов

Проверка базовых настроек, должны совпадать:

1. Маска подсети, адрес подсети
2. Hello Interval & Dead Interval
3. Идентификатор зоны
4. Параметры аутентификации

Проверка базовых настроек и поддержание канала осуществляется посредством Hello-сообщений



# OSPF : обмен базами LSDB

LSDB (Link-State Database) – база данных состояния каналов, используется маршрутизаторами для расчета оптимального маршрута к известной подсети. Эта база данных формируется на основе анонсов состояния каналов (LSA), которыми обмениваются маршрутизаторы.

Типы маршрутизаторов OSPF:

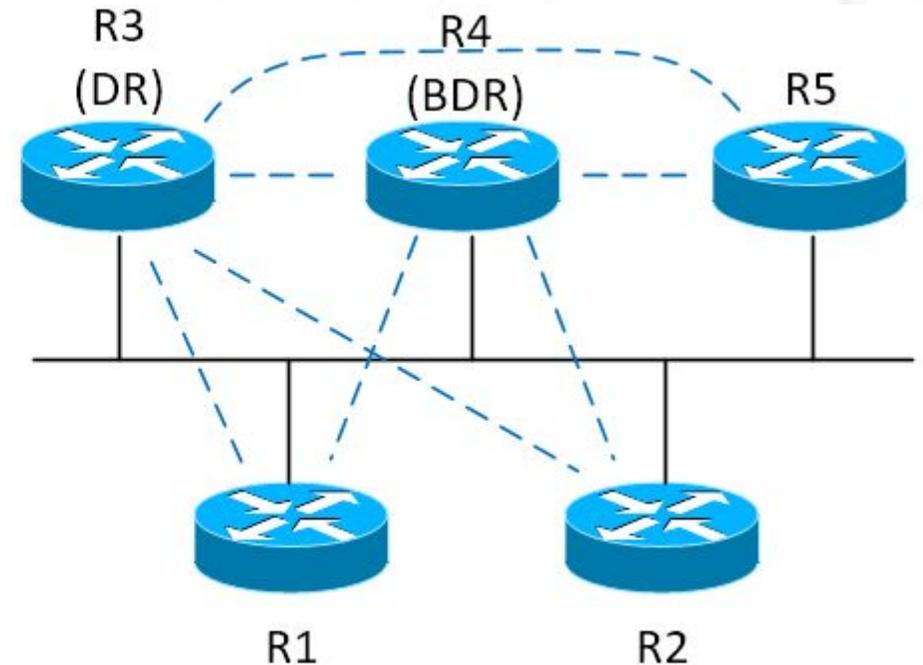
DR (Designated router) – выделенный маршрутизатор

BDR (Backup Designated router) – резервный выделенный маршрутизатор

DrOthers – все остальные.

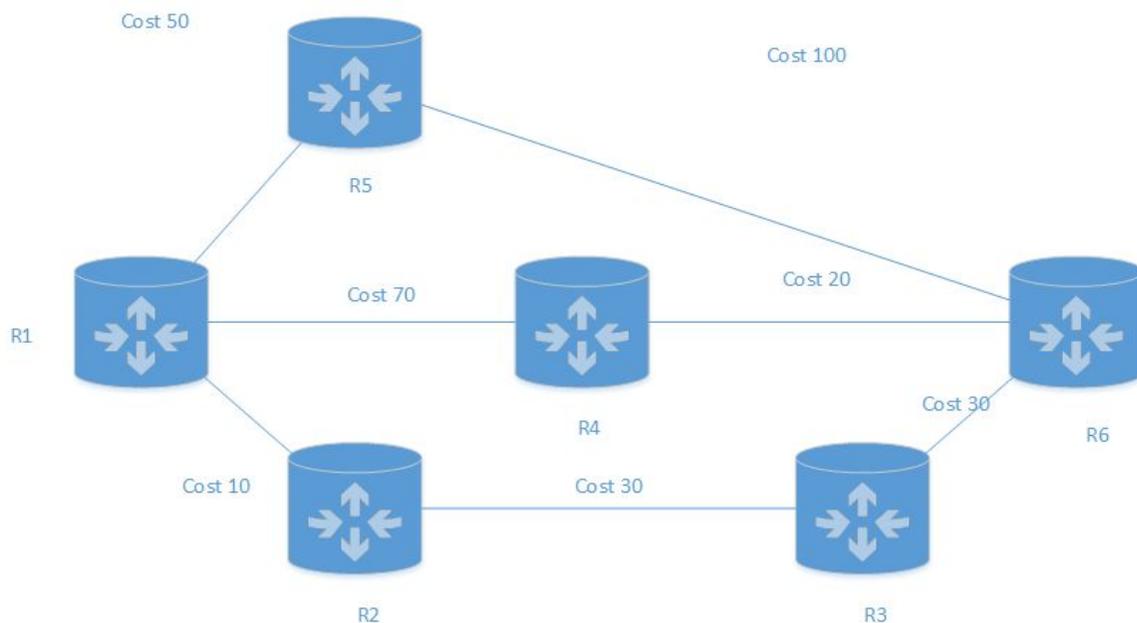
Наличие в сети DR снижает OSPF-трафик, маршрутизаторы обмениваются анонсами через него.

Происходит поддержание LSDB за счет hello- и dead- сообщений. Если происходит изменение топологии, то соседние маршрутизаторы получают анонсы с этими изменениями и синхронизируют свои LSDB.



# OSPF: построение таблицы маршрутизации

Для этого запускается алгоритм Дейкстры, на вход которого подается топологическая таблица, далее выбирается оптимальный маршрут к каждой подсети исходя из общей стоимости к нему, он и устанавливается в таблицу маршрутизации.



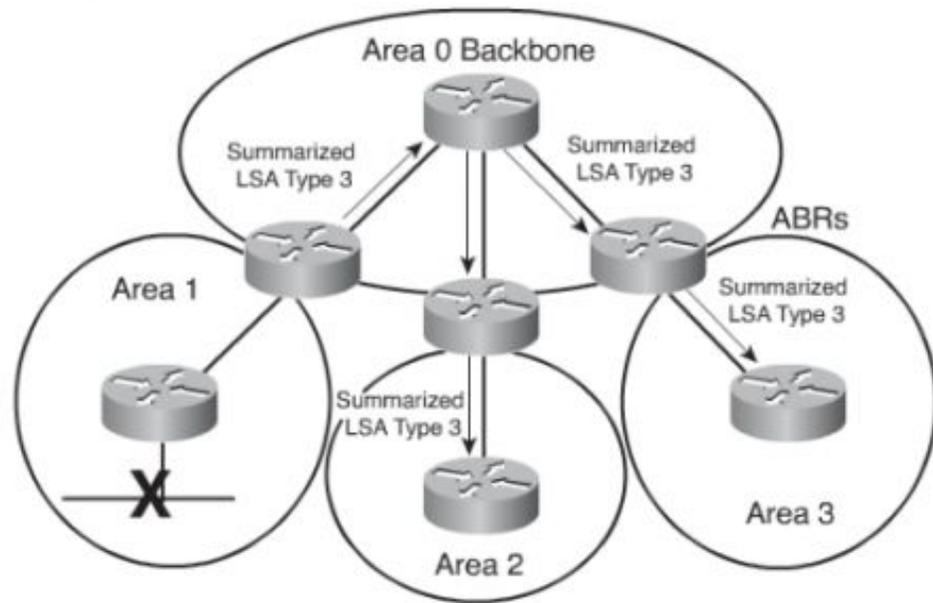
Маршрут от R6 к сети за R1:

R6-R5-R1 150

R6-R4-R1 90

**R6-R3-R2-R1 70**

# OSPF : масштабирование и зоны



Преимущества зонной структуры:

1. Размер баз LSDB в зонах становится меньше
2. Задействуется меньше ресурсов маршрутизатора для обработки LSDB и выполнения алгоритма OSPF
3. Алгоритм OSPF внутри зоны запускается реже
4. Меньше полосы пропускания загружено служебной информацией, т.к. анонсируется меньше информации

**Спасибо за внимание!**