

Использование протокола OSPF в корпоративной сети

Наташа Самойленко

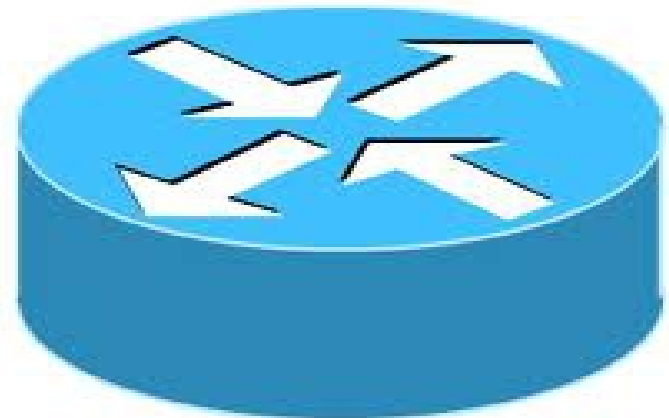
Сетевые Дни

Основы маршрутизации

Routing vs Forwarding

ROUTING – поиск лучших маршрутов, заполнение таблицы маршрутизации

FORWARDING – передача пакетов через маршрутизатор согласно forwarding table



Routing

Источники информации о маршрутах:

- Непосредственно присоединенные сети
- Статические маршруты
- Протоколы маршрутизации



Выбор лучшего маршрута в пределах одного источника:

- По метрике (hop, bandwidth, delay...)

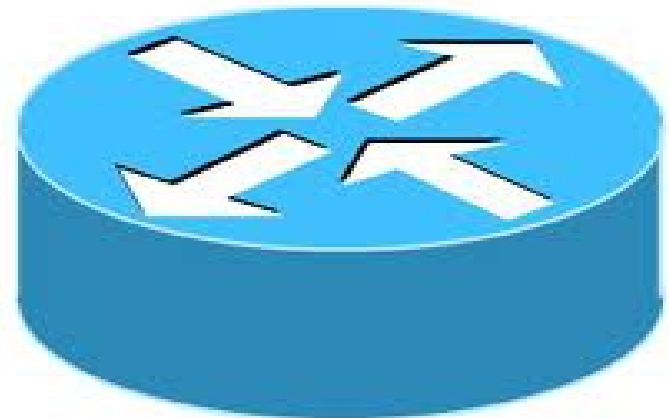
Выбор лучшего маршрута между разными источниками:

- По значению Administrative Distance (AD)

Таблица маршрутизации – лучшие маршруты

Просмотр таблицы маршрутизации

- На основании адреса получателя
- Самое длинное совпадение выигрывает



Forwarding

FORWARDING – маршрутизатор принимает решение через какой интерфейс передать пакет

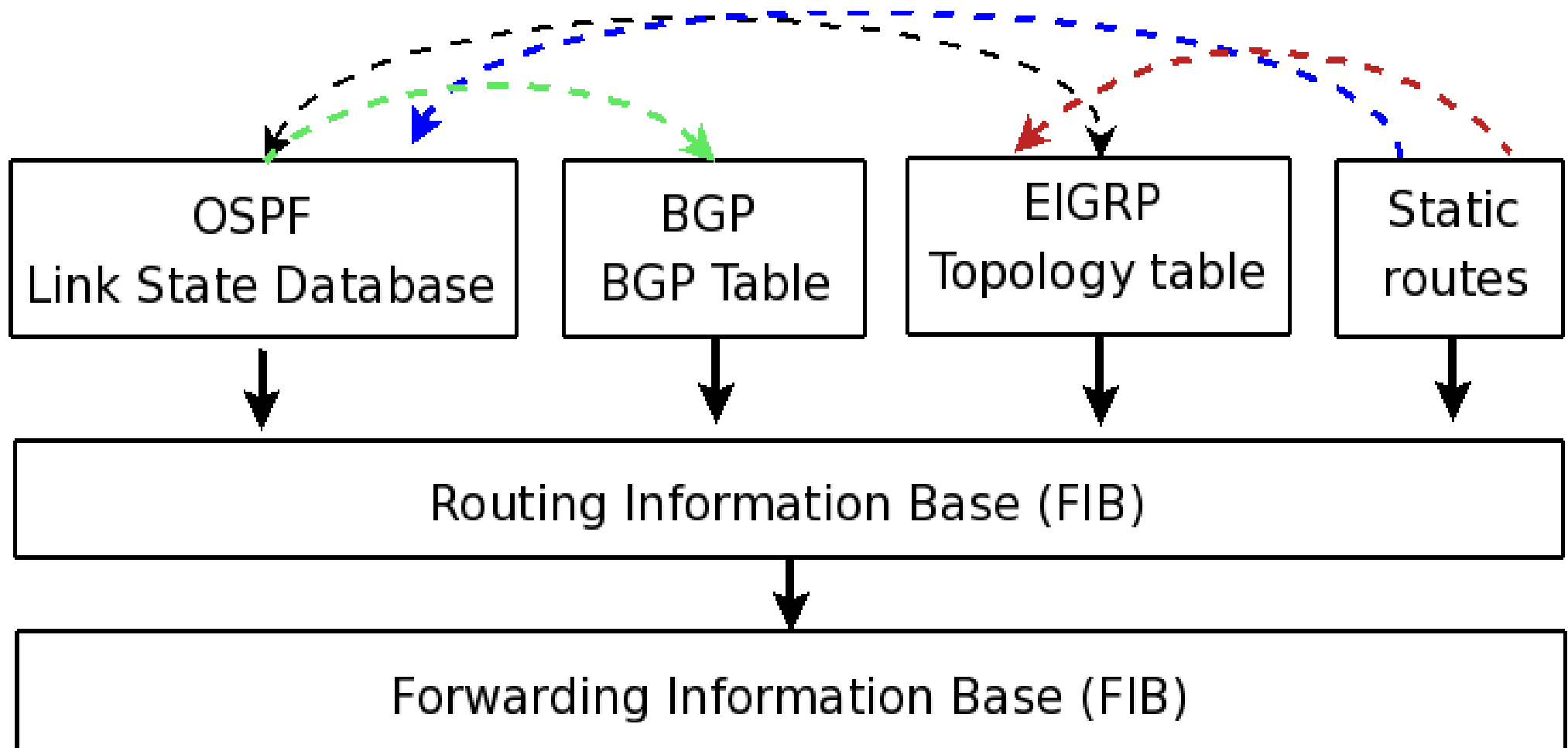
Процесс маршрутизации пополняет forwarding table

Решение может приниматься:

- По адресу получателя
- Правилам QoS
- Локальным правилам (фильтры и пр)



RIB & FIB



Administrative distance

Источник	Administrative Distance
Connected interface	0
Статический маршрут	1
Суммарный маршрут EIGRP	5
External BGP	20
EIGRP	90
OSPF	110
IS-IS	115
RIP	120
External EIGRP	170
Internal BGP	200
Unknown	255

Протоколы маршрутизации

Interior gateway protocol(IGP)

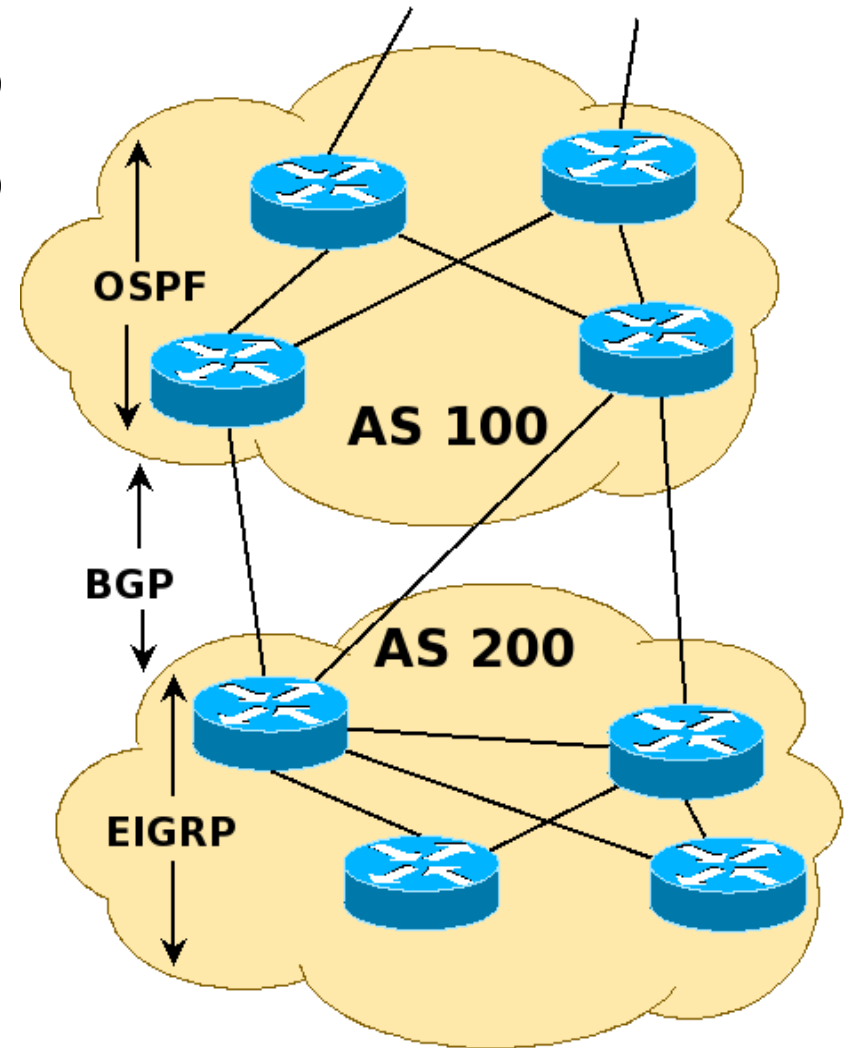
Exterior gateway protocol(EGP)

Link-State Protocol

Distance-Vector Protocol

Classful

Classless



Основы OSPF

Open Shortest Path First

Характеристики:

- Работает поверх IP, протокол 89
- Поддерживает VLSM
- Быстрая сходимость
- Аутентификация

OSPFv2 текущая версия протокола для IPv4

OSPFv3 текущая версия протокола для IPv6

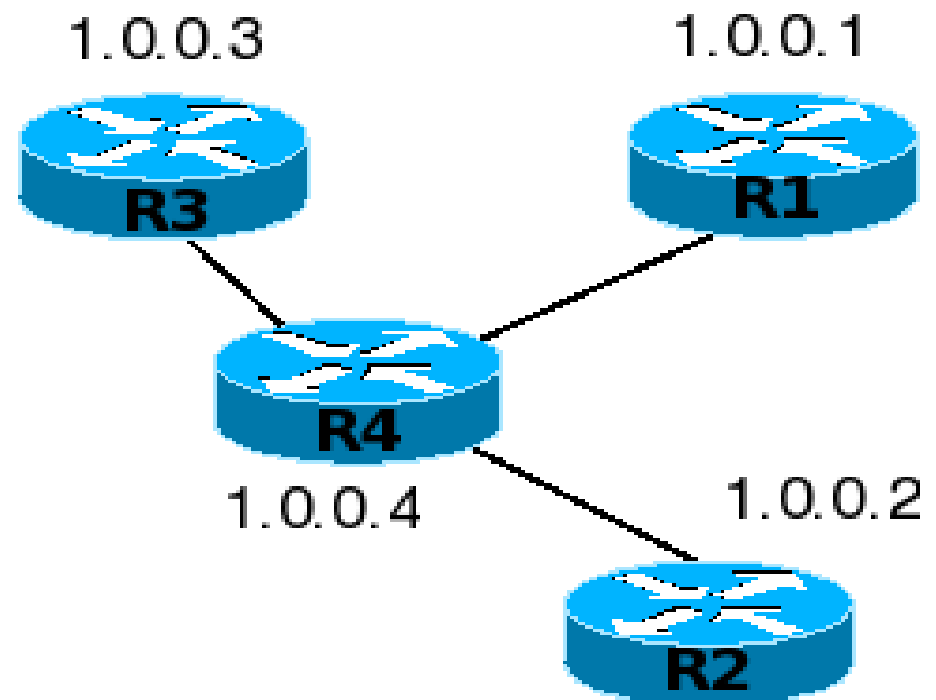
Порядок работы и настройки OSPF

1. Включить OSPF
2. Выбор Router ID
3. Включить OSPF на интерфейсах
4. Установка отношений соседства
5. LSDB
6. SPF
7. Routing table

Open Shortest Path First

1. Включить OSPF

2. Выбор Router ID
3. Включение OSPF на интерфейсах
4. Установка отношений соседства
5. LSDB
6. SPF
7. Routing table



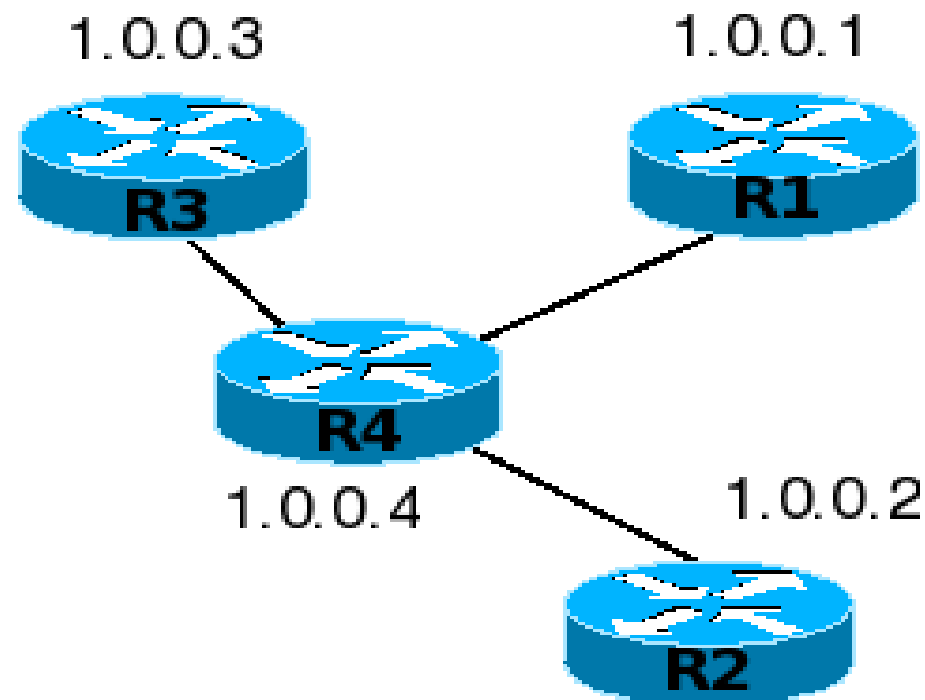
Open Shortest Path First

1. Включить OSPF

2. Выбор Router ID

“Имя” маршрутизатора в сети OSPF.

Должен быть уникальным



3. Включение OSPF на интерфейсах

4. Установка отношений соседства

5. LSDB

6. SPF

7. Routing table

Open Shortest Path First

1. Включить OSPF

2. Выбор Router ID

3. Включение OSPF на интерфейсах



4. Установка отношений соседства

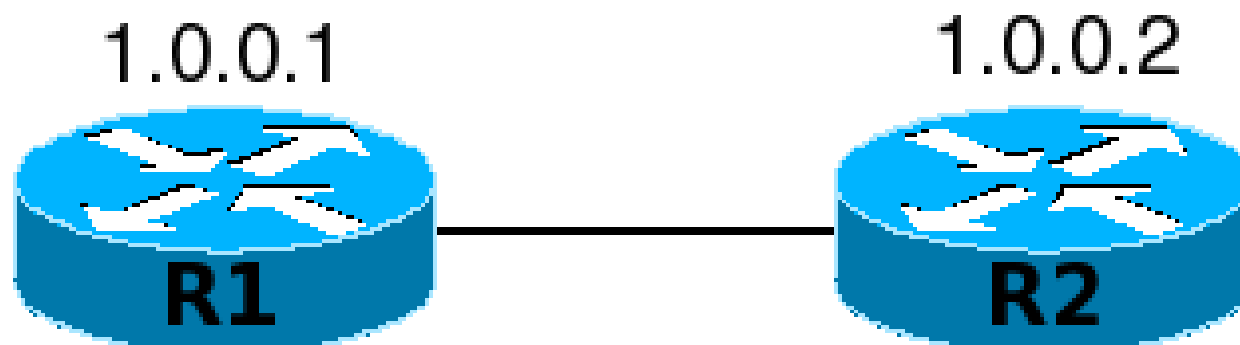
5. LSDB

6. SPF

7. Routing table

Open Shortest Path First

1. Включить OSPF
2. Выбор Router ID
3. Включение OSPF на интерфейсах
4. Установка отношений соседства



5. LSDB
6. SPF
7. Routing table

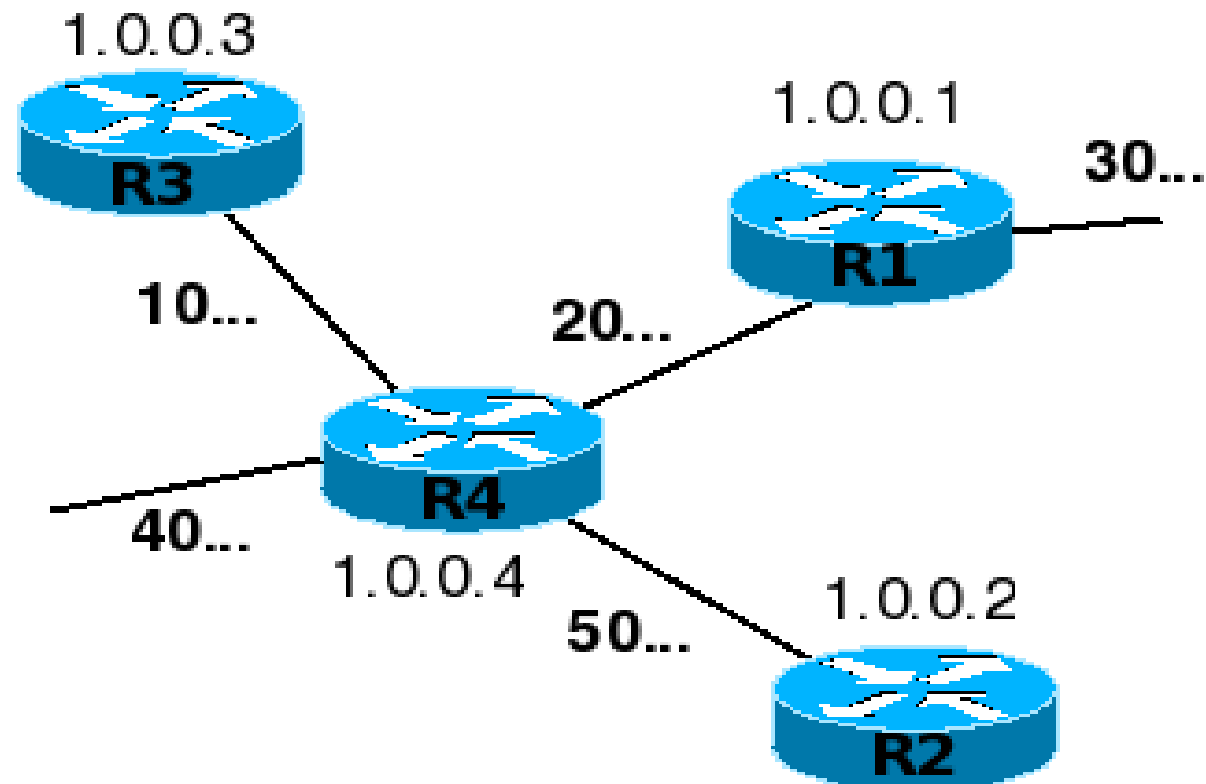
Open Shortest Path First

1. Включить OSPF
2. Выбор Router ID
3. Включение OSPF на интерфейсах
4. Установка отношений соседства

5. LSDB

Одинаковая на всех маршрутизаторах (в одной зоне)

R1	20 30
R2	50
R3	10
R4	10 20 40 50



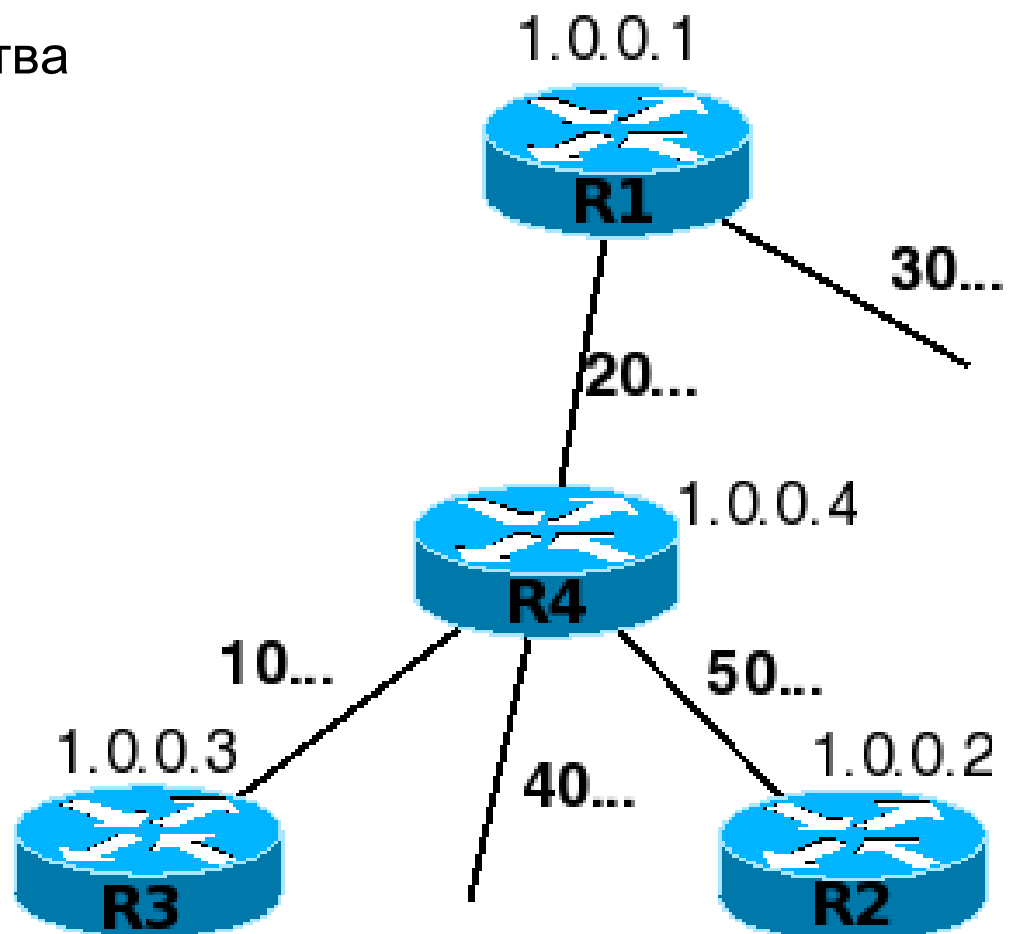
6. SPF
7. Routing table

Open Shortest Path First

1. Включить OSPF
2. Выбор Router ID
3. Включение OSPF на интерфейсах
4. Установка отношений соседства
5. LSDB

6. SPF

Метрика OSPF – cost



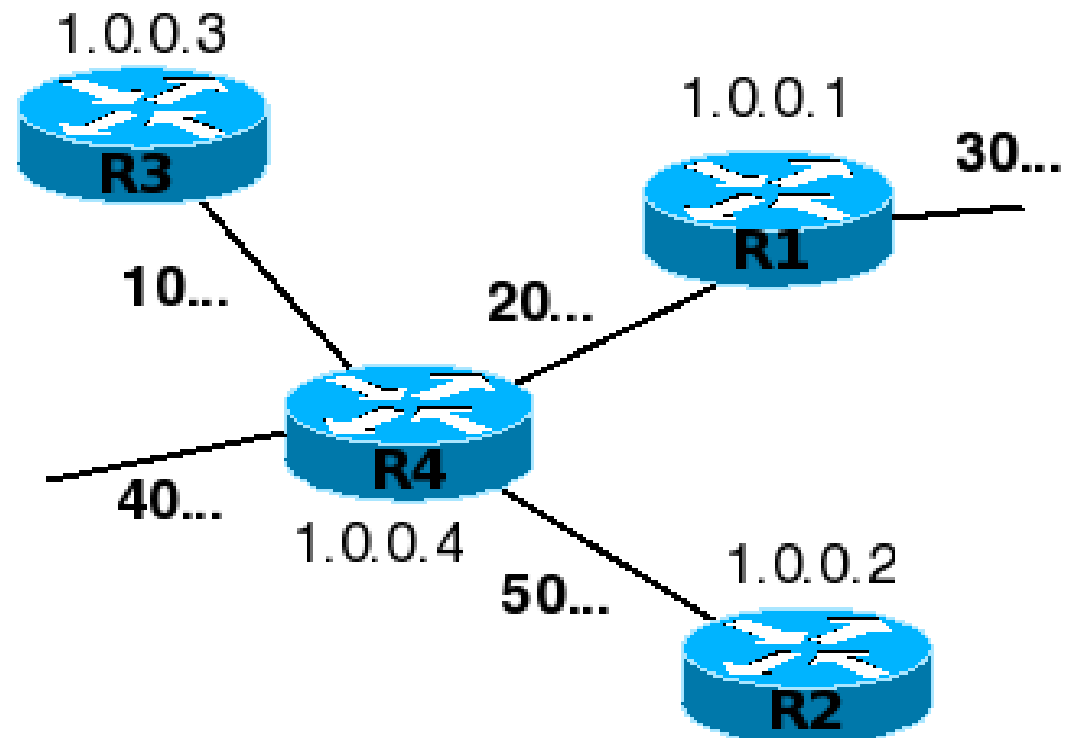
7. Routing table

Open Shortest Path First

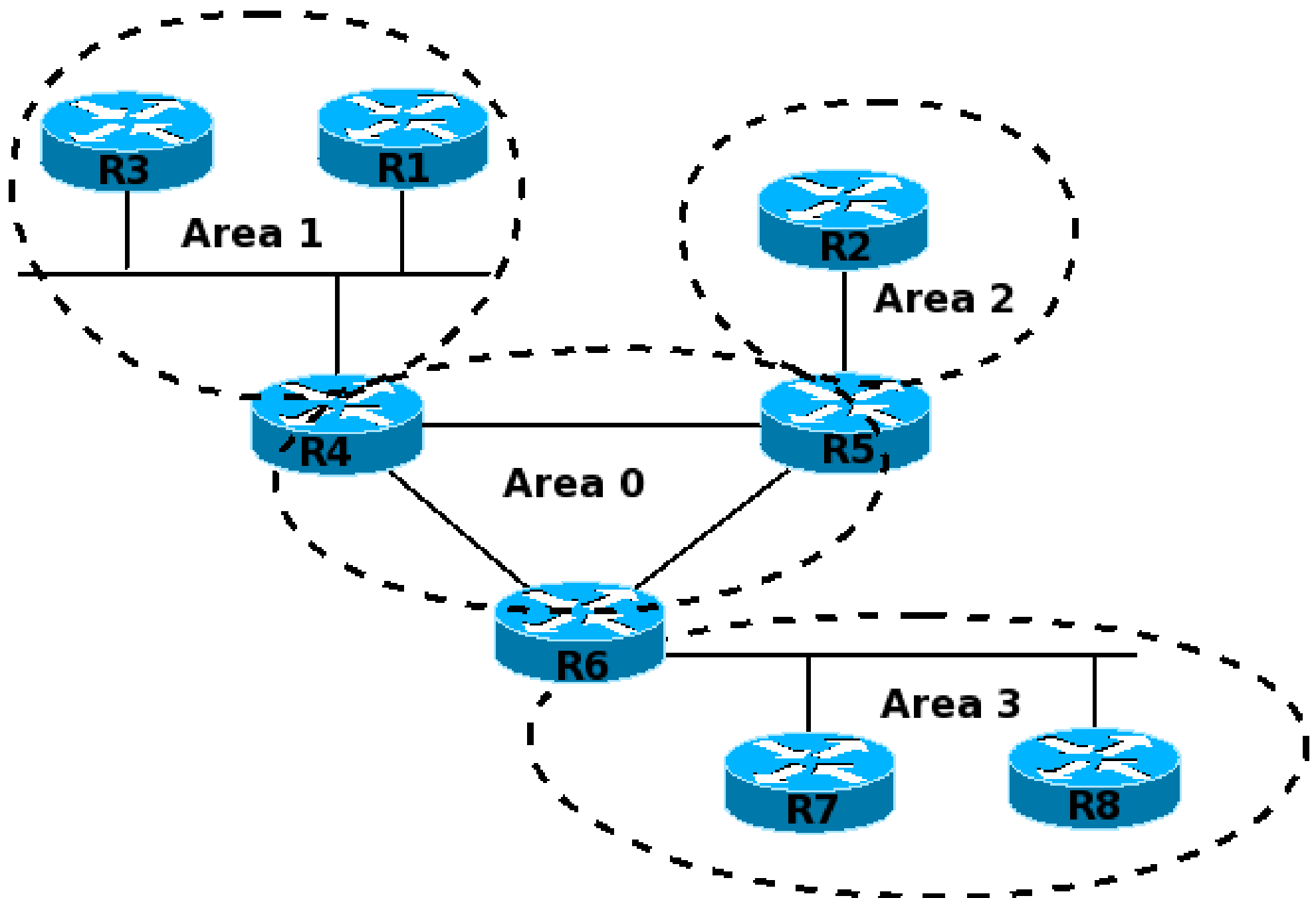
1. Включить OSPF
2. Выбор Router ID
3. Включение OSPF на интерфейсах
4. Установка отношений соседства
5. LSDB
6. SPF

7. Routing table

```
R1# sh ip route
O 10...      via    R4
C 20...      intf   f0/0
C 30...      intf   f1/0
O 50...      via    R4
O 30...      via    R4
```



Зоны OSPF



Настройка OSPF в одной зоне

Open Shortest Path First

1. Включить OSPF
2. Выбор Router ID
3. Включить OSPF на интерфейсах
4. Установка отношений соседства
5. LSDB
6. SPF
7. Routing table

1. Включить OSPF

Номер процесса имеет только локальное значение.
У соседних маршрутизаторов могут быть разные
номера процессов

```
router ospf 1
```

1. Включить OSPF (проверка)

```
dyn1#show ip ospf
```

```
Routing Process "ospf 1" with ID 192.0.0.1  
Start time: 00:08:53.916, Time elapsed: 10:21:14.736  
Supports area transit capability  
Router is not originating router-LSAs with maximum metric  
Initial SPF schedule delay 5000 msecs  
Minimum hold time between two consecutive SPF's 10000 msecs  
Maximum wait time between two consecutive SPF's 10000 msecs
```

```
.....
```

```
Area BACKBONE(0)
```

```
Number of interfaces in this area is 2
```

```
Area has no authentication
```

```
SPF algorithm last executed 00:01:26.728 ago
```

```
SPF algorithm executed 6 times
```

```
Area ranges are
```

```
Number of LSA 7. Checksum Sum 0x154041
```

```
Number of opaque link LSA 0. Checksum Sum 0x000000
```

```
Number of DCbitless LSA 1
```

```
Number of indication LSA 0
```

```
Number of DoNotAge LSA 0
```

```
Flood list length 0
```


2. Выбор Router ID

1. Административно назначенный (router-id)
2. Максимальный IP-адрес из loopback-интерфейсов
3. Максимальный IP-адрес из физ-х интерфейсов

```
router ospf 1  
  router-id 200.1.1.1
```

2. Выбор Router ID (проверка)

Проверить какой Router ID был выбран:

```
show ip ospf
```

```
show ip protocols
```

Просмотр информации о процессе OSPF

```
dyn1# show ip protocols
```

```
Routing Protocol is "ospf 1"
```

```
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
```

```
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
```

```
  Router ID 192.0.0.1
```

```
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
```

```
  Maximum path: 4
```

```
  Routing for Networks:
```

```
    192.0.1.0 0.0.0.255 area 0
```

```
  Routing on Interfaces Configured Explicitly (Area 0):
```

```
    FastEthernet1/0
```

```
Reference bandwidth unit is 100 mbps
```

```
Routing Information Sources:
```

Gateway	Distance	Last Update
192.0.0.2	110	00:00:09

```
Distance: (default is 110)
```

3. Включение OSPF на интерфейсах

```
router ospf 1  
  network 192.0.1.0 0.0.0.255 area 0
```

Команда network:

- включает OSPF на интерфейсе, IP-адрес которого совпадает с указанной сетью и маской,
- анонсирует сеть этого интерфейса через другие интерфейсы, на которых включен OSPF

:

```
interface Loopback0  
  ip address 192.0.0.1 255.255.255.255  
  ip ospf 1 area 0
```

3. Включение OSPF на интерфейсах (проверка)

```
dyn1# show ip protocols
Routing Protocol is "ospf 1"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Router ID 192.0.0.1
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
  Maximum path: 4
Routing for Networks:
  192.0.1.0 0.0.0.255 area 0
Routing on Interfaces Configured Explicitly (Area 0):
  FastEthernet1/0
Reference bandwidth unit is 100 mbps
Routing Information Sources:
  Gateway          Distance          Last Update
  192.0.0.2         110               00:00:09
Distance: (default is 110)
```

3. Включение OSPF на интерфейсах (проверка)

```
dyn1#sh ip ospf int br
```

Interface	PID	Area	IP Address/Mask	Cost	State	Nbrs	F/C
Lo0	1	0	192.0.0.1/32	1	LOOP	0/0	
Fa1/0	1	0	192.0.2.1/24	1	BDR	1/1	
Fa0/0	1	0	192.0.1.1/24	1	DROTH	2/4	
Fa2/0	1	4	192.4.1.1/24	1	DROTH	2/4	

4. Установка отношений соседства

После включения OSPF на интерфейсах, маршрутизаторы устанавливают отношения соседства (подробнее позже)

```
dyn1#sh ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
192.0.0.2	1	FULL/DR	00:00:36	192.0.2.2	Fa1/0
192.0.0.2	1	2WAY/DROTHER	00:00:31	192.0.1.2	Fa0/0
192.0.0.3	1	2WAY/DROTHER	00:00:35	192.0.1.3	Fa0/0
192.0.0.4	1	FULL/BDR	00:00:34	192.0.1.4	Fa0/0
192.3.2.12	1	FULL/DR	00:00:37	192.0.1.12	Fa0/0
192.0.0.2	1	2WAY/DROTHER	00:00:33	192.4.1.2	Fa2/0
192.4.2.9	1	2WAY/DROTHER	00:00:37	192.4.1.9	Fa2/0
192.4.3.10	1	FULL/BDR	00:00:37	192.4.1.10	Fa2/0
192.4.4.11	1	FULL/DR	00:00:37	192.4.1.11	Fa2/0

5. Link-State Database

```
dyn3#sh ip ospf database
```

```
OSPF Router with ID (192.0.0.3) (Process ID 1)
```

```
Router Link States (Area 0)
```

Link ID count	ADV Router	Age	Seq#	Checksum	Link
192.0.0.1	192.0.0.1	191	0x80000001F	0x001B84	3
192.0.0.2	192.0.0.2	158	0x80000001B	0x005D41	3
192.0.0.3	192.0.0.3	151	0x800000016	0x002E0B	2
192.2.2.4	192.2.2.4	129	0x800000017	0x00F338	2
192.3.2.12	192.3.2.12	618	0x800000021	0x00DE16	1

```
Net Link States (Area 0)
```

Link ID	ADV Router	Age	Seq#	Checksum
192.0.1.2	192.0.0.2	617	0x80000000B	0x0017A3
192.0.2.2	192.0.0.2	617	0x800000003	0x0084A7

6. SPF (проверка)

```
dyn1#show ip ospf
```

```
Routing Process "ospf 1" with ID 192.0.0.1  
Start time: 00:08:53.916, Time elapsed: 10:21:14.736  
Supports area transit capability  
Router is not originating router-LSAs with maximum metric  
Initial SPF schedule delay 5000 msecs  
Minimum hold time between two consecutive SPF's 10000 msecs  
Maximum wait time between two consecutive SPF's 10000 msecs
```

```
.....
```

```
Area BACKBONE(0)
```

```
Number of interfaces in this area is 2
```

```
Area has no authentication
```

```
SPF algorithm last executed 00:01:26.728 ago
```

```
SPF algorithm executed 6 times
```

```
Area ranges are
```

```
Number of LSA 7. Checksum Sum 0x154041
```

```
Number of opaque link LSA 0. Checksum Sum 0x000000
```

```
Number of DCbitless LSA 1
```

```
Number of indication LSA 0
```

```
Number of DoNotAge LSA 0
```

```
Flood list length 0
```

OSPF RIB

```
dyn1#sh ip ospf rib
```

OSPF local RIB for Process 1

Codes: * - Best, > - Installed in global RIB

```
*    192.0.0.1/32, Intra, cost 1, area 0, Connected
      via 192.0.0.1, Loopback0
*>   192.0.0.2/32, Intra, cost 2, area 0
      via 192.0.2.2, FastEthernet1/0
*>   192.0.0.3/32, Intra, cost 2, area 0
      via 192.0.1.3, FastEthernet0/0
*>   192.0.0.4/32, Intra, cost 2, area 0
      via 192.0.1.4, FastEthernet0/0
*    192.0.1.0/24, Intra, cost 1, area 0, Connected
      via 192.0.1.1, FastEthernet0/0
*    192.0.2.0/24, Intra, cost 1, area 0, Connected
      via 192.0.2.1, FastEthernet1/0
```

7. Таблица маршрутизации

```
dyn1# sh ip route
```

```
...
      192.0.0.0/32 is subnetted, 4 subnets
C      192.0.0.1 is directly connected, Loopback0
O      192.0.0.2 [110/2] via 192.0.2.2, 00:04:59, Fa1/0
O      192.0.0.3 [110/2] via 192.0.1.3, 00:04:59, Fa0/0
O      192.0.0.4 [110/2] via 192.0.1.4, 00:04:59, Fa0/0
C      192.0.1.0/24 is directly connected, Fa0/0
C      192.4.1.0/24 is directly connected, Fa2/0
C      192.0.2.0/24 is directly connected, Fa1/0
```

Обозначения маршрутов OSPF:

- * O — intra-area — сети в зоне маршрутизатора.
- * O IA — interarea — сети вне зоны маршрутизатора, но в той же автономной системе.
- * O E1 — Type 1 external routes — внешние маршруты
- * O E2 — Type 2 external routes — внешние маршруты
- * O N1 — Type 1 NSSA external routes — внешние маршруты в NSSA
- * O N2 — Type 2 NSSA external routes — внешние маршруты в NSSA

Пример настройки OSPF в одной зоне

Настройка OSPF

```
router ospf 1
  router-id 0.0.0.1
  auto-cost reference-bandwidth 10000
  network 10.0.0.0 0.0.255.255 area 0
  passive-interface default
  no passive-interface fa0/1
  no passive-interface Tun10
```

```
interface fa0/1
  ip ospf hello-interval 1
```

```
interface Tun10
  ip ospf hello-interval 2
  ip ospf mtu-ignore
  ip ospf cost 1000
```

Изменение формулы подсчета метрики, стоимости интерфейсов

Изменение формулы подсчета cost, значение задается в Mbps и по умолчанию 100 Mbps:

```
router ospf 1
  auto-cost reference-bandwidth <bw>
```

Изменение стоимости интерфейсов:

```
interface fa0/0
  ip ospf cost <1 - 65535>
```

Passive-interface

Команда network:

- включает OSPF на интерфейсе, IP-адрес которого совпадает с указанной сетью и маской,
- анонсирует сеть этого интерфейса через другие интерфейсы, на которых включен OSPF

Когда интерфейсы “тупиковые”, то есть, к этим интерфейсам не подключены другие маршрутизаторы, то возможность установить отношения соседства, чаще всего, является проблемой с точки зрения безопасности.

Для того чтобы маршрутизаторы не могли устанавливать отношения соседства на “тупиковых” интерфейсах, необходимо указать, что интерфейсы passive:

```
router ospf 1
  passive-interface fa0/1
```

Изменения параметров интерфейсов

OSPF довольно старый протокол и его параметры по умолчанию, как правило, не соответствуют требованиям к современным устройствам.

Все параметры, которые касаются интерфейсов, настраиваются в режиме настройки соответствующего интерфейса. Команды начинаются с “ip ospf ...”.

Изменение таймеров Hello/Dead (по умолчанию 10/40):

```
interface fa0/1
  ip ospf hello-interval 1
```

Отключение проверки MTU:

```
interface fa0/1
  ip ospf mtu-ignore
```


Анонсирование маршрута по умолчанию

Анонсирование маршрута по умолчанию будет выполняться только если в таблице маршрутизации есть маршрут по умолчанию:

```
router ospf 1
  default-information originate
```

Без проверки существования маршрута (маршрут по умолчанию будет анонсироваться всегда):

```
router ospf 1
  default-information originate always
```

Настройка аутентификации

Аутентификация MD5:

```
interface fa0/0
  ip ospf authentication message-digest
  ip ospf message-digest-key <key-number>
  md5 <key-value>
```

Аутентификация открытым текстом:

```
interface fa1/0
  ip ospf authentication
  ip ospf authentication-key <key-value>
```

Соседи. Отношения соседства

Соседи. Отношения соседства

- Соседи (neighbors) — два маршрутизатора, которые разделяют канал связи и у которых совпали нужные поля в hello-пакетах
- Отношения соседства (adjacency или full adjacency) — два соседа, которые завершили процесс обмена сообщениями DD и LSU между собой

Соседи. Отношения соседства

Для того чтобы маршрутизаторы стали соседями:

- В hello-пакетах должны совпасть:
 - Hello Interval
 - Dead Interval
 - Area ID
 - Authentication
 - Stub area flag
- Должны совпадать сеть и маска сети

Отношения соседства:

- Соседи
- Должны совпадать значения MTU на интерфейсах

Отношения соседства устанавливаются только на primary адресах

Hello

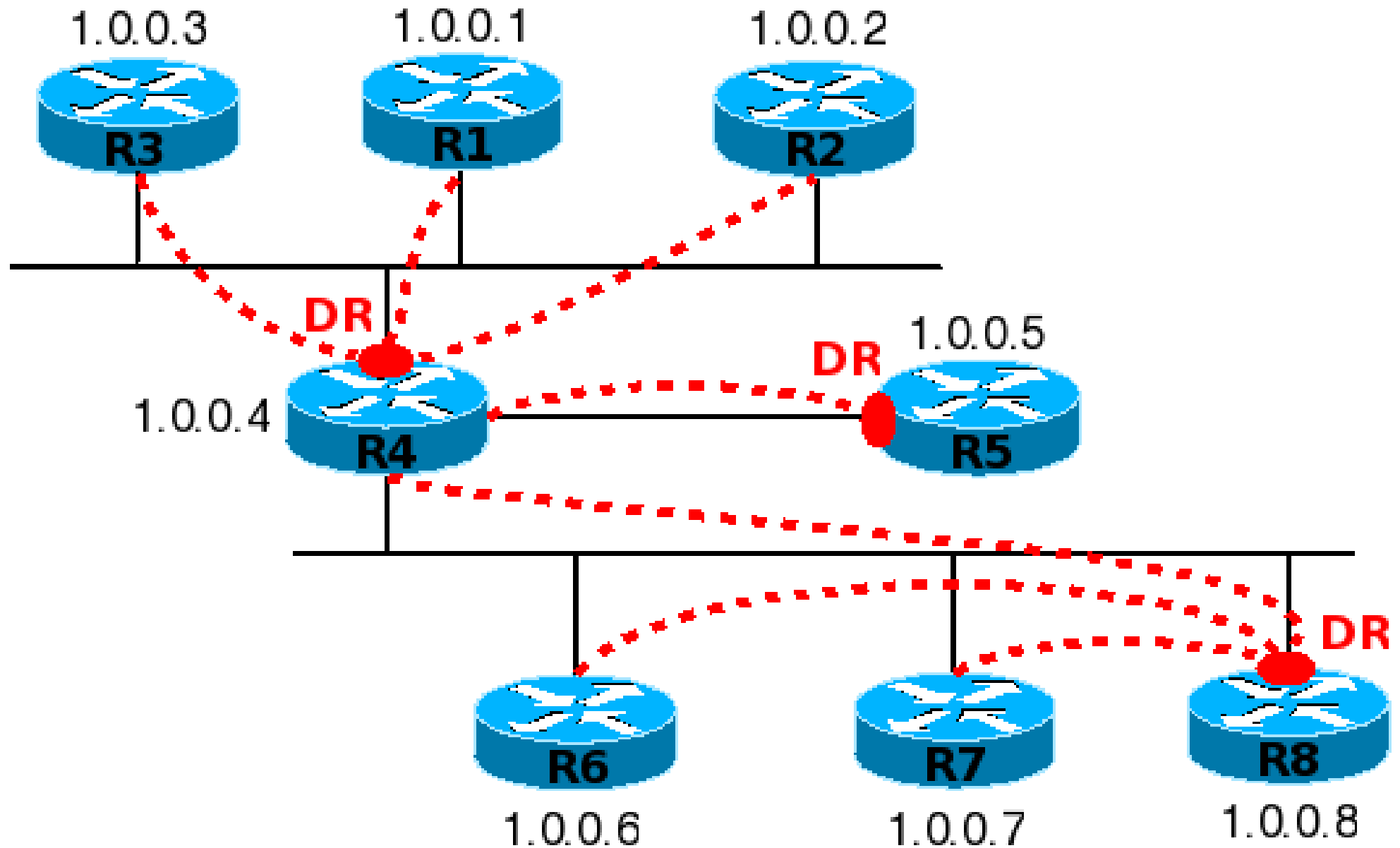
- С помощью него каждый маршрутизатор обнаруживает своих соседей
- Передает параметры о которых маршрутизаторы должны договориться прежде чем они станут соседями
- Hello – пакеты выполняют роль keepalive-пакетов между соседями
- Отвечает за установление двухсторонних коммуникаций между соседними маршрутизаторами (двухсторонняя коммуникация установлена тогда, когда маршрутизатор увидит себя в списке соседей hello-пакета полученного от соседнего маршрутизатора)
- Выбирает DR и BDR в широковещательных и нешироковещательных сетях со множественным доступом.

Hello

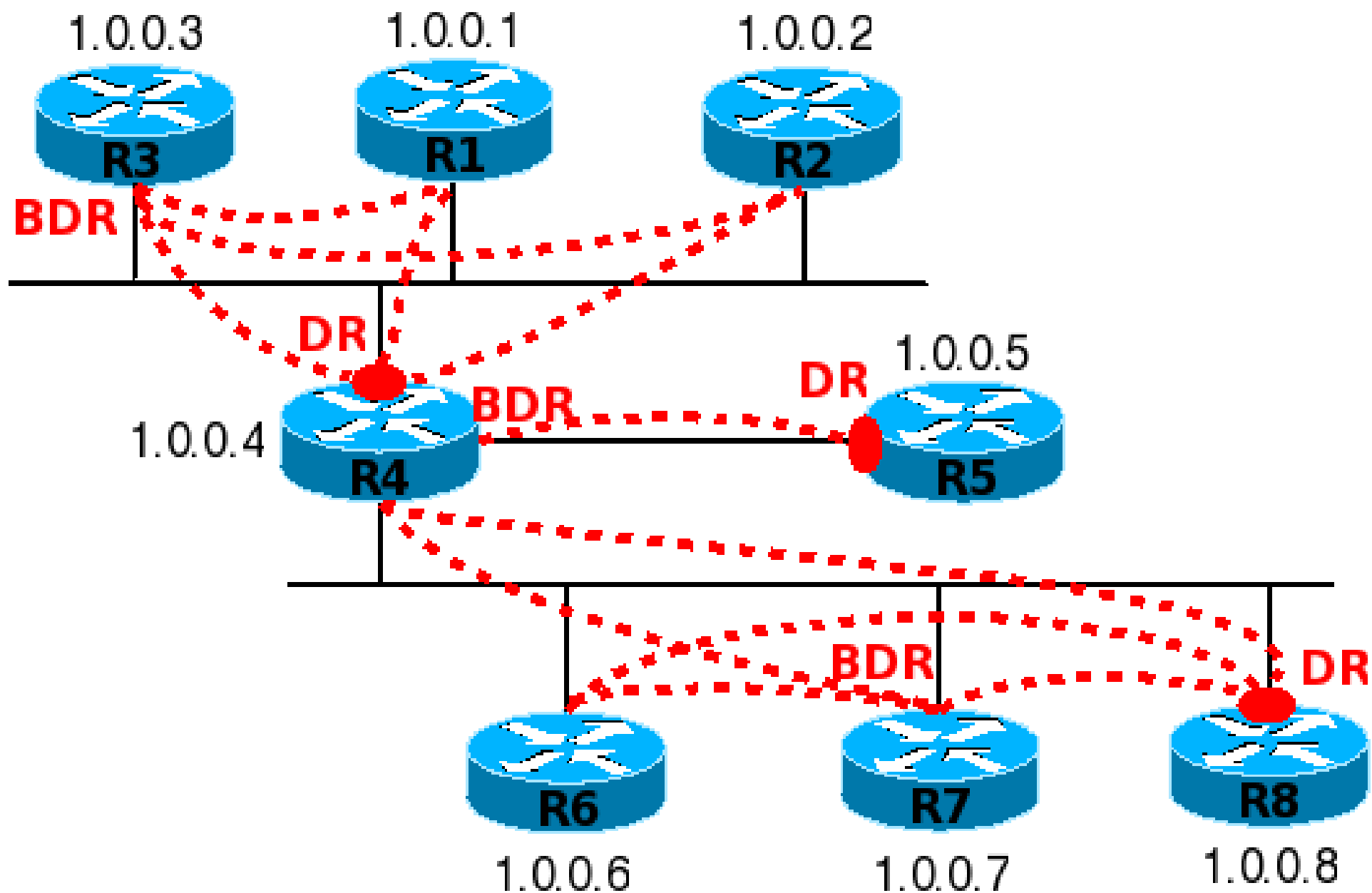
|<----- 32 ----->|

Version #	1	Packet length
Router ID		
Area ID		
Checksum	AuType	
Authentication		
Network Mask		
HelloInterval	Options	Rtr Pri
RouterDeadInterval		
Designated Router		
Backup Designated Router		
Neighbor		
...		

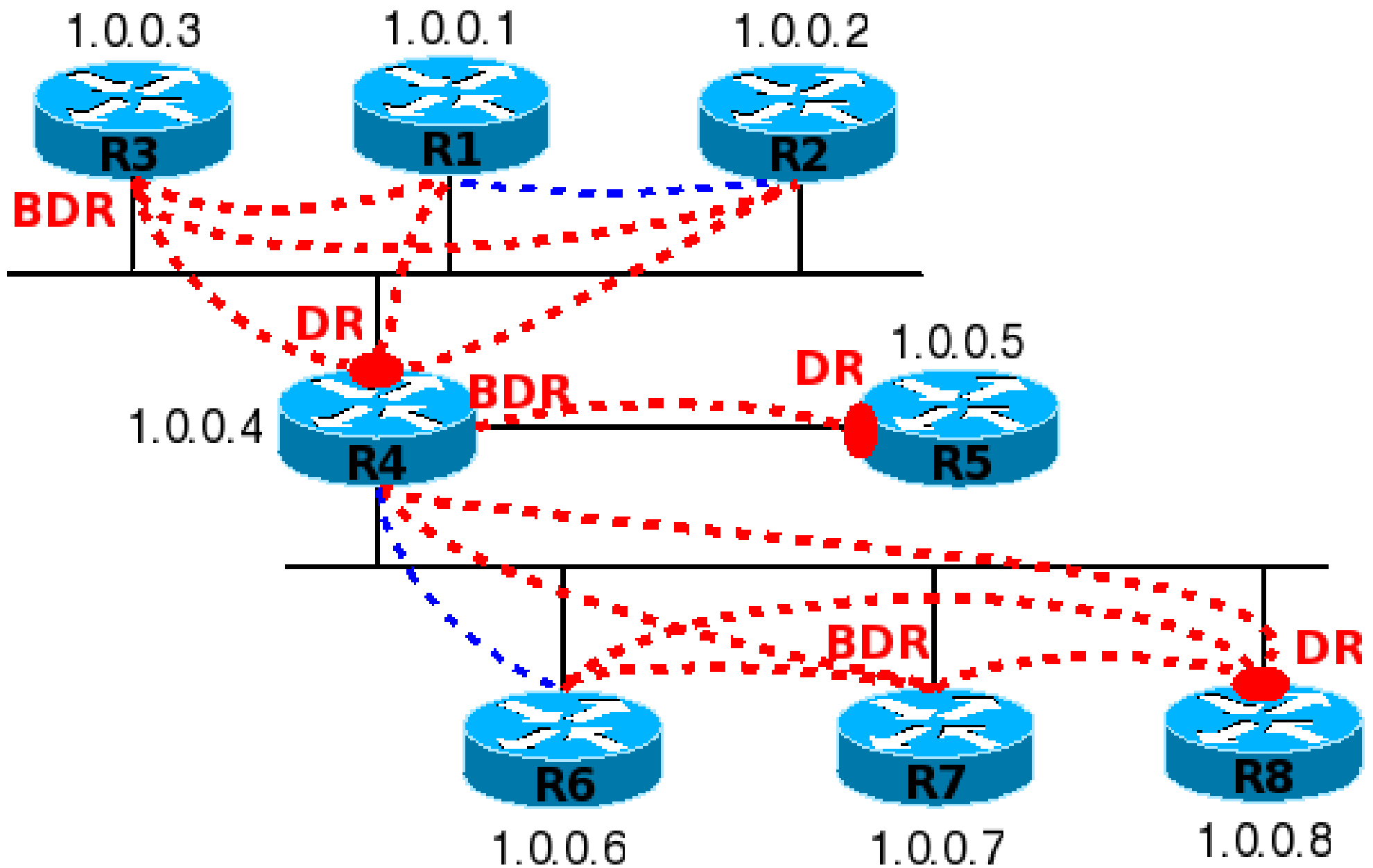
Designated Router (DR) Backup Designated Router (BDR)



Designated Router (DR) Backup Designated Router (BDR)



Designated Router (DR) Backup Designated Router (BDR)

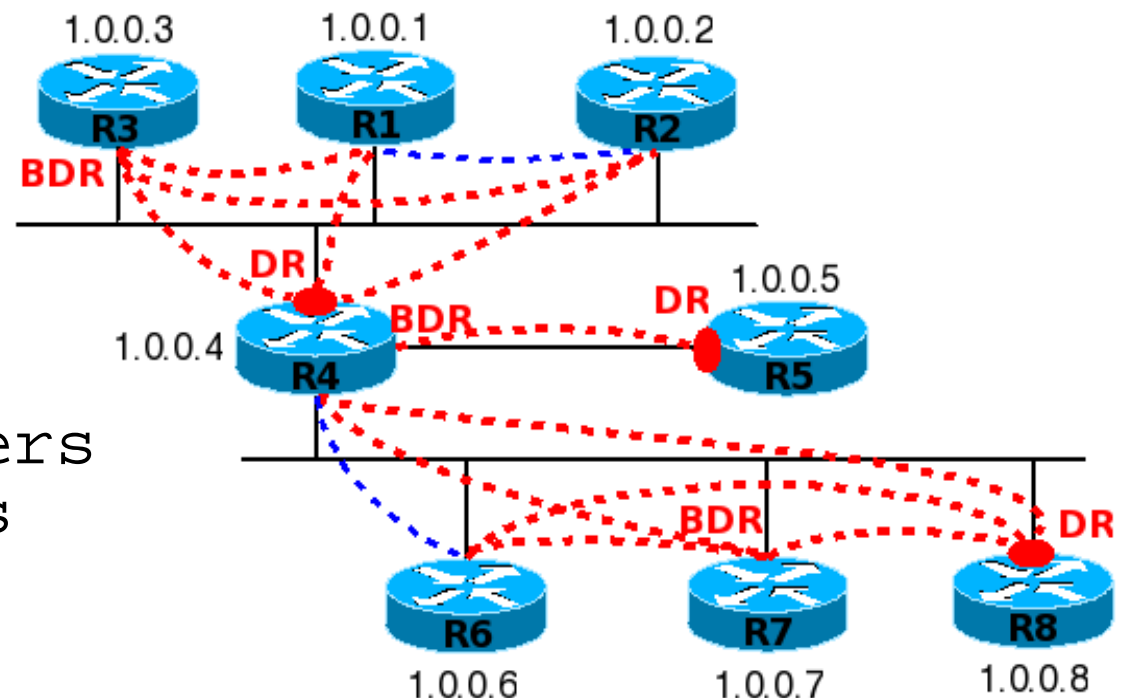


Designated Router (DR) Backup Designated Router (BDR)

Designated Router (DR)

- Максимальный приоритет
 - = 0 – маршрутизатор не может стать DR или BDR
- Максимальный Router ID
- Роль интерфейса, а не маршрутизатора

224.0.0.5 AllSPFRouters
224.0.0.6 AllDRouters



Типы пакетов OSPF

- Hello — используется для обнаружения соседей и построения отношений соседства с ними.
- Database Description (DBD, DD) — проверяет синхронизацию базы данных между маршрутизаторами.
- Link-State Request (LSR) — запрашивает определенные записи о состоянии каналов от маршрутизатора к маршрутизатору.
- Link-State Update (LSU) — отправляет определенные записи о состоянии каналов в ответ на запрос.
- Link-State Acknowledgment (LSAck) — подтверждает получение других типов пакетов.

Состояния отношений соседства

- | | |
|-------------|--|
| 1. Down | начальное состояние |
| 2. Init | отправил соседу hello, ждет от него ответа |
| 3. Two-way | увидел свой RID в списке соседей в hello |
| 4. Exstart | определение master/slave |
| 5. Exchange | обмен DBD (DD) |
| 6. Loading | обмен LSR, LSU |
| 7. Full | LSDB синхронизирована |

Стабильные состояния:

- 2Way
- Full

Установка отношений соседства

```
OSPF: Interface FastEthernet1/0 going Up
OSPF: 2 Way Communication to 192.0.0.2 on
FastEthernet1/0, state 2WAY
OSPF: Backup seen Event before WAIT timer on
FastEthernet1/0
OSPF: DR/BDR election on FastEthernet1/0
OSPF: Elect BDR 192.0.0.1
OSPF: Elect DR 192.0.0.2
OSPF: Elect BDR 192.0.0.1
OSPF: Elect DR 192.0.0.2
      DR: 192.0.0.2 (Id)      BDR: 192.0.0.1 (Id)
```

Установка отношений соседства

```
OSPF: FastEthernet1/0 Nbr 192.0.0.2: Prepare dbase
exchange
OSPF: Send DBD to 192.0.0.2 on FastEthernet1/0 seq
0x10C8 opt 0x52 flag 0x7 len 32
OSPF: Build router LSA for area 1, router ID
192.0.0.1, seq 0x80000001, process 1
OSPF: Build router LSA for area 0, router ID
192.0.0.1, seq 0x80000018, process 1
OSPF: Send DBD to 192.0.0.2 on FastEthernet1/0 seq
0x10C8 opt 0x52 flag 0x7 len 32
OSPF: Retransmitting DBD to 192.0.0.2 on
FastEthernet1/0 [1]
OSPF: Rcv DBD from 192.0.0.2 on FastEthernet1/0 seq
0x18E7 opt 0x52 flag 0x7 len 32  mtu 1500 state
EXSTART
```

Установка отношений соседства

```
OSPF: NBR Negotiation Done. We are the SLAVE
OSPF: FastEthernet1/0 Nbr 192.0.0.2: Summary list
built, size 2
OSPF: Send DBD to 192.0.0.2 on FastEthernet1/0 seq
0x18E7 opt 0x52 flag 0x2 len 72
OSPF: Rcv DBD from 192.0.0.2 on FastEthernet1/0 seq
0x18E8 opt 0x52 flag 0x1 len 132 mtu 1500 state
EXCHANGE
OSPF: Exchange Done with 192.0.0.2 on
FastEthernet1/0
OSPF: Send LS REQ to 192.0.0.2 length 48 LSA count 4
OSPF: Send DBD to 192.0.0.2 on FastEthernet1/0 seq
0x18E8 opt 0x52 flag 0x0 len 32
OSPF: Rcv LS UPD from 192.0.0.2 on FastEthernet1/0
length 156 LSA count 4
OSPF: Synchronized with 192.0.0.2 on
FastEthernet1/0, state FULL

%OSPF-5-ADJCHG: Process 1, Nbr 192.0.0.2 on
FastEthernet1/0 from LOADING to FULL, Loading Done
```


Соседи

```
dyn1#show ip ospf neighbor
```

Neighbor ID	Pri	State	Dead Time	Address	Interface
192.0.0.2	1	FULL/DR	00:00:39	192.0.1.2	Fa0/0
192.0.0.3	1	2WAY/DROTHER	00:00:37	192.0.1.3	Fa0/0
192.2.2.4	1	2WAY/DROTHER	00:00:30	192.0.1.4	Fa0/0
192.3.2.12	1	FULL/BDR	00:00:33	192.0.1.12	Fa0/0
192.0.0.2	1	FULL/DR	00:00:38	192.0.2.2	Fa1/0

Link-State Advertisement (LSA)

Link-State Advertisement (LSA)

Объявление о состоянии канала (LSA) — единица данных, которая описывает локальное состояние маршрутизатора или сети.

Множество всех LSA, описывающих маршрутизаторы и сети, образуют базу данных состояния каналов (LSDB).

LSA передаются внутри других пакетов:

DD	передается описание всех LSA, которые хранятся в LSDB маршрутизатора
LSR	передается запрос с описанием тех LSA, которых не хватает в LSDB
LSU	передаются полные LSA
LSAck	передается подтверждение о получении конкретных LSA

Link-State Advertisement (LSA)

Type 1 LSA	Router LSA
Type 2 LSA	Network LSA
Type 3 LSA	Network Summary LSA
Type 4 LSA	ASBR Summary LSA
Type 5 LSA	AS External LSA
Type 7 LSA	AS External LSA for NSSA

Link-State Advertisement (LSA)

Номер LSA	Название LSA	Link-State ID	Кто отправляет	Область распространения
LSA 1	Router LSA	Router ID отправителя	Все маршрутизаторы	Внутри зоны (IntraArea)
LSA 2	Network LSA	IP-адрес интерфейса DR	DR (в сетях со множественным доступом)	Внутри зоны (IntraArea)
LSA 3	Network Summary LSA	Сети назначения и маска сети	ABR	AS (InterArea)
LSA 4	ASBR Summary LSA	Router ID ASBR	ABR	AS (InterArea)
LSA 5	AS External LSA	Внешняя сеть и маска	ASBR	AS (InterArea)
LSA 7	AS External LSA for NSSA	Внешняя сеть и маска	ASBR в NSSA	NSSA

Link-State Advertisement (LSA)

Type 1 LSA — Router LSA — объявление о состоянии каналов маршрутизатора.

Эти LSA распространяются всеми маршрутизаторами. Распространяются только в пределах одной зоны.

Type 2 LSA — Network LSA — объявление о состоянии каналов сети.

Распространяется DR в сетях со множественным доступом. Не создается для сетей в которых не выбирается DR. Распространяются только в пределах одной зоны.

LSA type 1

```
dyn3#sh ip ospf database router 192.0.0.1
```

```
        OSPF Router with ID (192.0.0.3) (Process ID 1)  
        Router Link States (Area 0)
```

```
LS age: 395  
Options: (No TOS-capability, DC)  
LS Type: Router Links  
Link State ID: 192.0.0.1  
Advertising Router: 192.0.0.1  
LS Seq Number: 8000001F  
Checksum: 0x1B84  
Length: 60  
Number of Links: 3
```

```
Link connected to: a Stub Network  
  (Link ID) Network/subnet number: 192.0.0.1  
  (Link Data) Network Mask: 255.255.255.255  
    Number of TOS metrics: 0  
      TOS 0 Metrics: 1
```

```
Link connected to: a Transit Network  
  (Link ID) Designated Router address: 192.0.2.2  
  (Link Data) Router Interface address: 192.0.2.1  
    Number of TOS metrics: 0  
      TOS 0 Metrics: 1
```

```
Link connected to: a Transit Network  
  (Link ID) Designated Router address: 192.0.1.2  
  (Link Data) Router Interface address: 192.0.1.1  
    Number of TOS metrics: 0  
      TOS 0 Metrics: 1
```

LSA type 2

```
dyn3#sh ip ospf database network 192.0.1.2
```

```
OSPF Router with ID (192.0.0.3) (Process ID 1)  
Net Link States (Area 0)
```

```
Routing Bit Set on this LSA
```

```
LS age: 761
```

```
Options: (No TOS-capability, DC)
```

```
LS Type: Network Links
```

```
Link State ID: 192.0.1.2 (address of Designated Router)
```

```
Advertising Router: 192.0.0.2
```

```
LS Seq Number: 8000000B
```

```
Checksum: 0x17A3
```

```
Length: 44
```

```
Network Mask: /24
```

```
Attached Router: 192.0.0.2
```

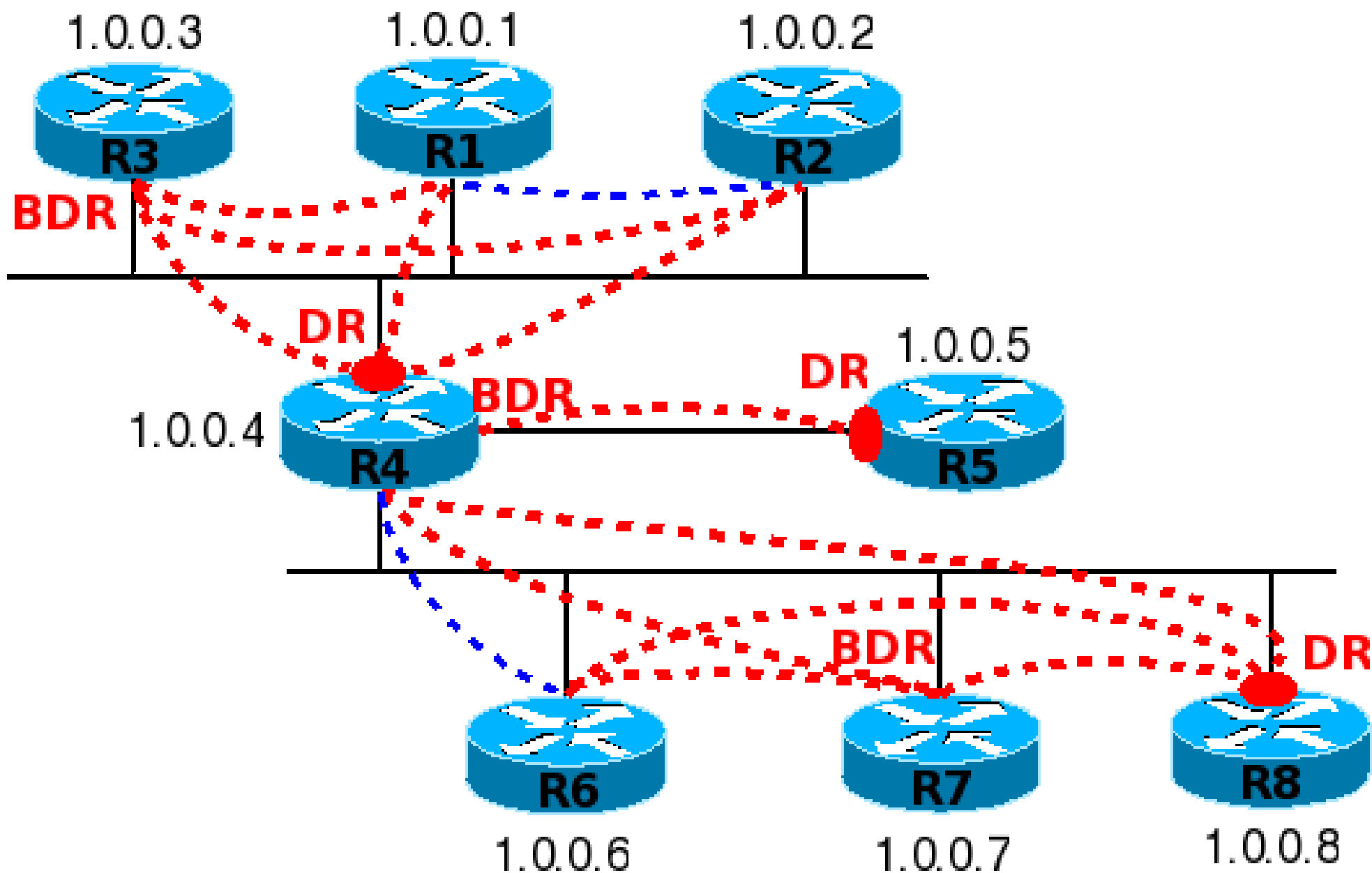
```
Attached Router: 192.0.0.1
```

```
Attached Router: 192.0.0.3
```

```
Attached Router: 192.2.2.4
```

```
Attached Router: 192.3.2.12
```

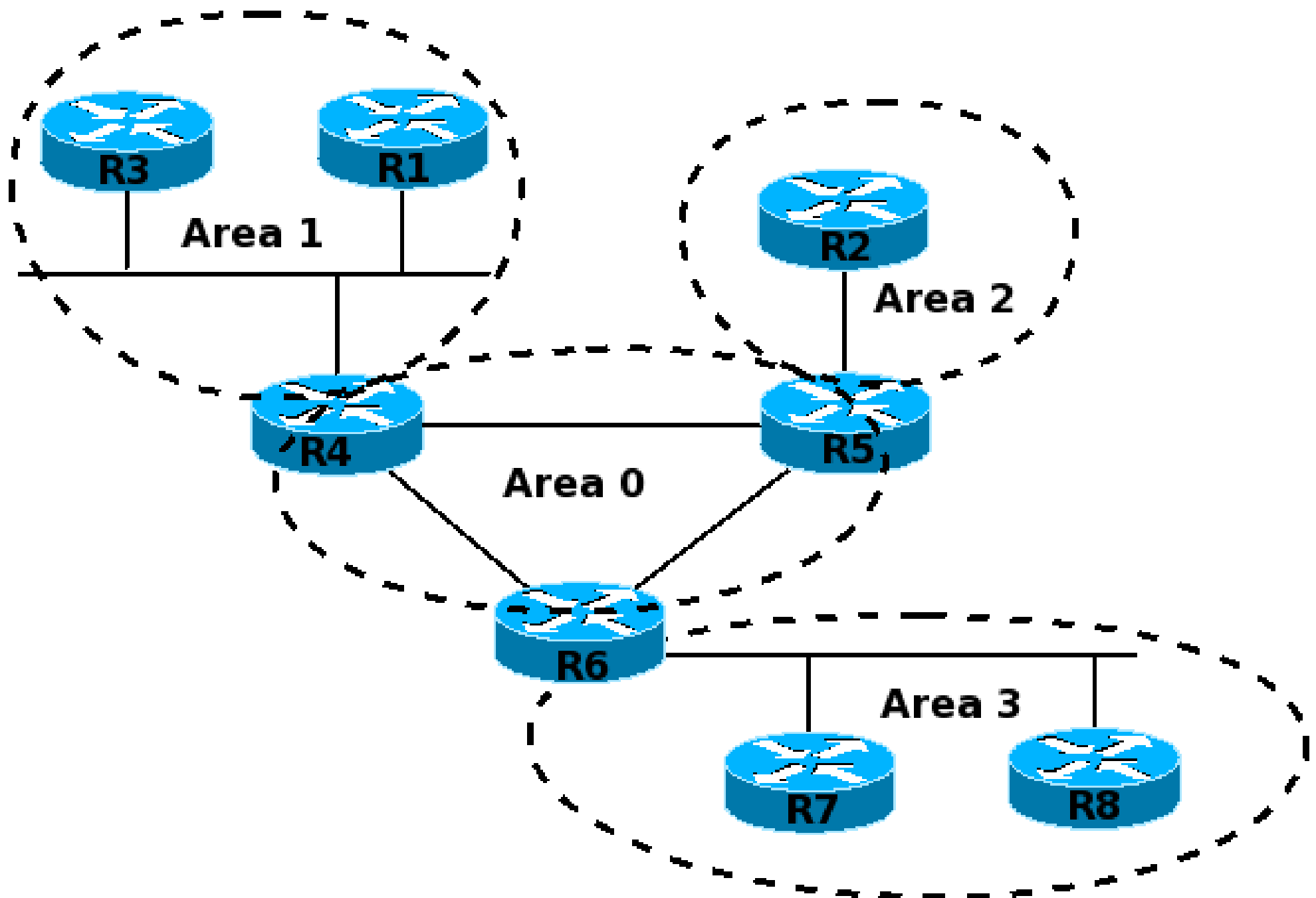

Количество LSA в LSDB?



Настройка OSPF в нескольких зонах

Типы маршрутизаторов

Зоны OSPF



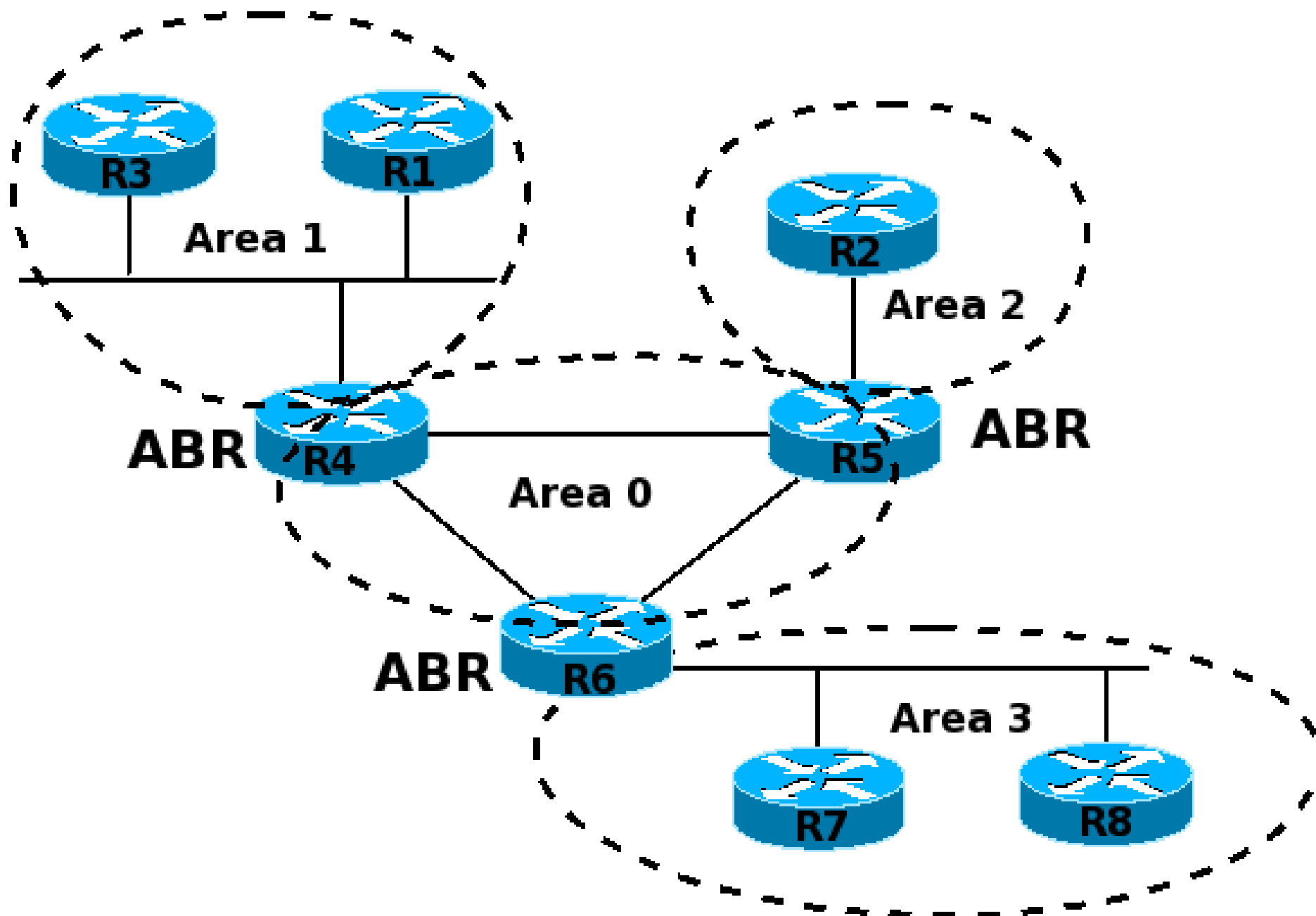
Зоны OSPF

При разделении автономной системы на зоны, маршрутизаторам, принадлежащим к одной зоне, не известна информация о детальной топологии других зон.

Разделение на зоны позволяет:

- * Снизить нагрузку на ЦПУ маршрутизаторов за счет уменьшения количества перерасчетов по алгоритму SPF
- * Уменьшить размер таблиц маршрутизации
- * Уменьшить количество пакетов обновлений состояния канала.

Пограничный маршрутизатор (ABR)



Link-State Advertisement (LSA)

Type 1 LSA	Router LSA
Type 2 LSA	Network LSA
Type 3 LSA	Network Summary LSA
Type 4 LSA	ASBR Summary LSA
Type 5 LSA	AS External LSA
Type 7 LSA	AS External LSA for NSSA

Link-State Advertisement (LSA)

Type 3 LSA — Network Summary LSA — суммарное объявление о состоянии каналов сети. Объявление распространяется пограничными маршрутизаторами.

Маршрутизатор отправляет информацию о сетях и о стоимости пути к этим сетям, но не отправляет информацию о топологии сети. Пограничный маршрутизатор отправляет отдельное объявление для каждой известной ему сети.

Link-state ID — номер сети назначения.

Настройка ABR

```
router ospf 1
  network 192.0.1.0 0.0.0.255 area 0
  network 192.2.1.0 0.0.0.255 area 2
  network 192.2.2.0 0.0.0.255 area 2

interface Loopback0
  ip address 192.0.0.1 255.255.255.255
  ip ospf 1 area 0
```


Отличия в обозначении маршрутов

Внутризональный маршрут:

```
dyn1#sh ip route
O    192.4.4.0/24 [110/11] via 192.4.1.11, 00:09:37, Fa2/0
```

```
dyn1#sh ip route 192.4.4.0
```

```
Routing entry for 192.4.4.0/24
```

```
Known via "ospf 1", distance 110, metric 11, type intra
area
```

```
Last update from 192.4.1.11 on Fa2/0, 00:10:43 ago
```

```
Routing Descriptor Blocks:
```

```
* 192.4.1.11, from 192.4.4.11, 00:10:43 ago, via Fa2/0
```

```
Route metric is 11, traffic share count is 1
```

Межзональный маршрут:

```
dyn1#sh ip route
```

```
O IA 192.1.4.0/24 [110/3] via 192.0.1.3, 00:10:51, Fa0/0
```

```
dyn1#sh ip route 192.1.4.0
```

```
Routing entry for 192.1.4.0/24
```

```
Known via "ospf 1", distance 110, metric 3, type inter area
```

```
Last update from 192.0.1.3 on Fa0/0, 00:12:25 ago
```

```
Routing Descriptor Blocks:
```

```
* 192.0.1.3, from 192.0.0.3, 00:12:25 ago, via Fa0/0
```

```
Route metric is 3, traffic share count is 1
```

Суммирование сетей на ABR

```
router ospf 1
  area 0 range 192.0.0.0 255.255.0.0
  area 4 range 192.4.0.0 255.255.0.0
```

Суммарные маршруты на ABR

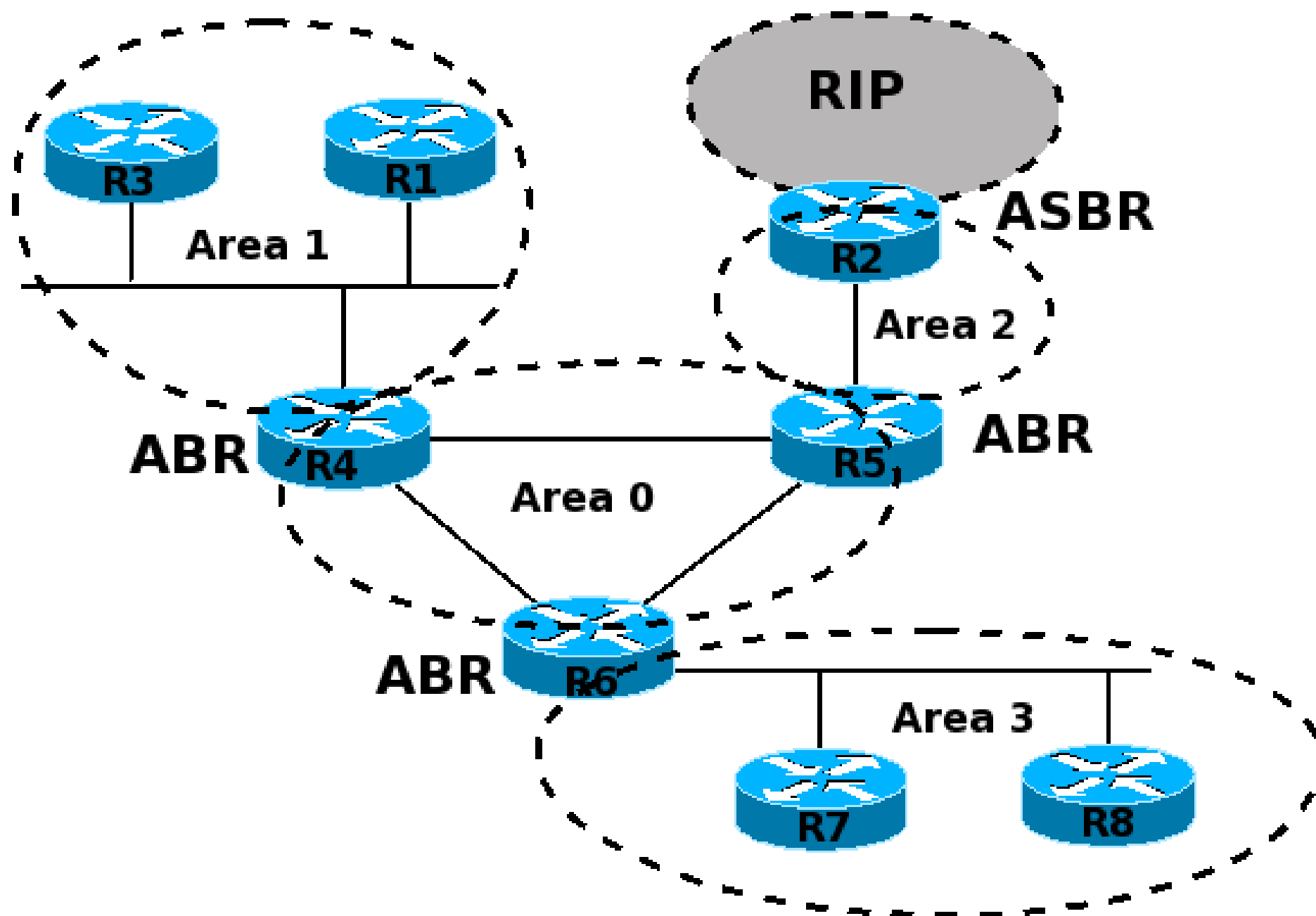
```
dyn1#sh ip route
```

```
...
```

```
O      192.4.4.0/24 [110/11] via 192.4.1.11, 00:05:17, FastEthernet2/0
      192.0.0.0/32 is subnetted, 4 subnets
C      192.0.0.1 is directly connected, Loopback0
O      192.0.0.2 [110/2] via 192.0.2.2, 00:05:17, FastEthernet1/0
O      192.0.0.3 [110/2] via 192.0.1.3, 00:05:17, FastEthernet0/0
O      192.0.0.4 [110/2] via 192.0.1.4, 00:05:17, FastEthernet0/0
C      192.0.1.0/24 is directly connected, FastEthernet0/0
C      192.4.1.0/24 is directly connected, FastEthernet2/0
C      192.0.2.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
O      192.4.2.0/24 [110/11] via 192.4.1.9, 00:05:17, FastEthernet2/0
O      192.4.3.0/24 [110/11] via 192.4.1.10, 00:05:17, FastEthernet2/0
O      192.0.0.0/16 is a summary, 00:05:17, Null0
O IA 192.1.0.0/16 [110/2] via 192.0.1.3, 00:05:17, FastEthernet0/0
O IA 192.2.0.0/16 [110/2] via 192.0.1.4, 00:05:19, FastEthernet0/0
O IA 192.3.0.0/16 [110/21] via 192.0.1.12, 00:05:19, FastEthernet0/0
O      192.4.0.0/16 is a summary, 00:05:19, Null0
```

Внешние маршруты OSPF

Внешние маршруты OSPF



Внешние маршруты OSPF

OSPF использует два типа маршрутов для описания сетей вне автономной системы маршрутизатора:

- * Type 1 external routes (E1)
- * Type 2 external routes (E2)

Метрика внешнего маршрута E1 это сумма метрик:

- * метрика внешнего маршрута, которая указана в type 5 LSA,
- * стоимость пути к ASBR, которая анонсируется в type 4 LSA,
- * стоимость пути к ABR, который анонсировал type 4 LSA.

Метрика внешнего маршрута E2 (используется по умолчанию для внешних маршрутов) — стоимость внешнего маршрута. При передаче по сети стоимость не увеличивается. Другие маршрутизаторы, при получении type 5 LSA, просто добавляют в свою таблицу маршрутизации маршрут во внешнюю сеть со стоимостью, которая указана в type 5 LSA.

Link-State Advertisement (LSA)

Type 1 LSA	Router LSA
Type 2 LSA	Network LSA
Type 3 LSA	Network Summary LSA
Type 4 LSA	ASBR Summary LSA
Type 5 LSA	AS External LSA
Type 7 LSA	AS External LSA for NSSA

Link-State Advertisement (LSA)

Type 4 LSA — ASBR Summary LSA — суммарное объявление о состоянии каналов пограничного маршрутизатора автономной системы. Объявление распространяется пограничными маршрутизаторами (ABR).

Type 5 LSA — AS External LSA — объявления о состоянии внешних каналов автономной системы. Объявление распространяется пограничным маршрутизатором автономной системы в пределах всей автономной системы.

Перераспределение маршрутов в OSPF

```
router ospf 1
  redistribute <protocol> [metric <metric-value>]
[metric-type <type-value>] [route-map <map-tag>]
[subnets]
```

Параметры команды redistribute:

- * <protocol> — протокол, маршруты которого перераспределяются
- * metric <metric-value> — метрика, которая будет использоваться для перераспределенных маршрутов. По умолчанию равна 20, для BGP — 1.
- * metric-type <type-value> — тип внешних маршрутов OSPF:
 - o 1 — external type 1
 - o 2 — external type 2. Значение по умолчанию
- * route-map <map-tag> — фильтрация маршрутов
- * subnets — маршруты разбитые на подсети также должны перераспределяться. По умолчанию такие маршруты не перераспределяются

```
router ospf 1
  redistribute connected metric 100 metric-type 1 subnets
```

Внешние маршруты в таблице маршрутизации

```
dyn8#sh ip route | i E1|E2
```

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

```
O E1      172.5.1.0 [110/102] via 192.0.1.3, 00:04:35, Fa0/0
O E1      172.5.3.0 [110/102] via 192.0.1.3, 00:04:35, Fa0/0
O E1      172.5.2.0 [110/102] via 192.0.1.3, 00:04:35, Fa0/0
O E1      172.5.5.0 [110/102] via 192.0.1.3, 00:04:35, Fa0/0
O E1      172.5.4.0 [110/102] via 192.0.1.3, 00:04:35, Fa0/0
O E2      172.6.2.0 [110/300] via 192.0.1.3, 00:02:09, Fa0/0
O E2      172.6.3.0 [110/300] via 192.0.1.3, 00:02:09, Fa0/0
O E2      172.6.1.0 [110/300] via 192.0.1.3, 00:02:09, Fa0/0
O E2      172.6.4.0 [110/300] via 192.0.1.3, 00:02:09, Fa0/0
O E2      172.6.5.0 [110/300] via 192.0.1.3, 00:02:09, Fa0/0
```

Суммирование внешних маршрутов

```
router ospf 1
  summary-address 172.5.0.0 255.255.0.0
```

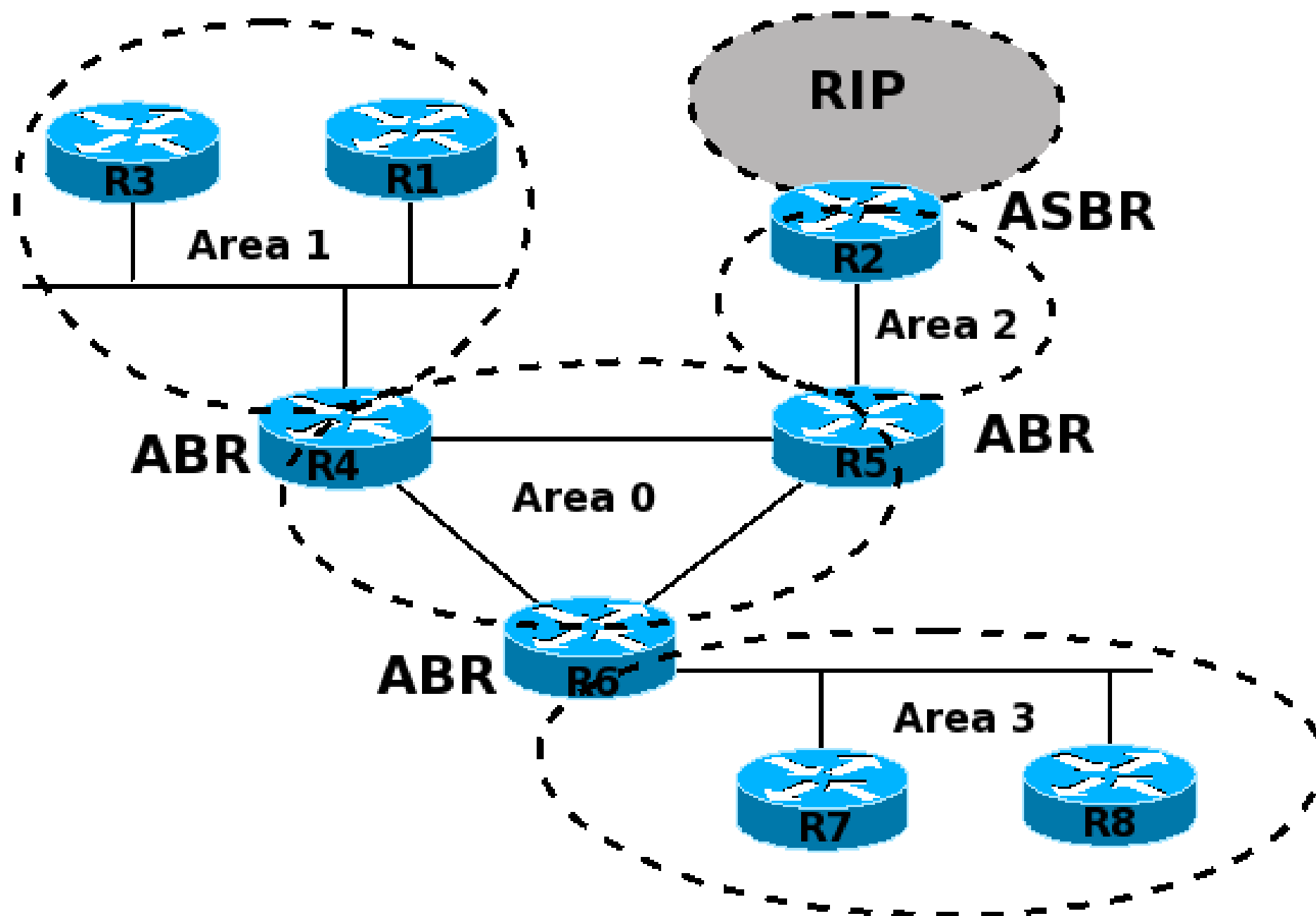
```
dyn8#sh ip route | i E1|E2
```

E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2

```
O E1 172.5.0.0/16 [110/103] via 192.2.1.4, 00:01:19, Fa0/0
O E2 172.6.0.0/16 [110/300] via 192.2.1.4, 00:00:03, Fa0/0
```

Типы зон OSPF

Типы зон OSPF



Зоны OSPF

При разделении автономной системы на зоны, маршрутизаторам, принадлежащим к одной зоне, не известна информация о детальной топологии других зон.

Разделение на зоны позволяет:

- * Снизить нагрузку на ЦПУ маршрутизаторов за счет уменьшения количества перерасчетов по алгоритму SPF
- * Уменьшить размер таблиц маршрутизации
- * Уменьшить количество пакетов обновлений состояния канала.

Специальные типы зон

Stub area — не принимает информацию о внешних маршрутах для автономной системы, но принимает маршруты из других зон.

В тупиковой зоне не может находиться ASBR. Исключение из этого правила — ABR может быть и ASBR.

Totally stubby area — не принимает информацию о внешних маршрутах для автономной системы и маршруты из других зон.

В тупиковой зоне не может находиться ASBR. Исключение из этого правила — ABR может быть и ASBR.

Специальные типы зон

NSSA — не принимает информацию о внешних маршрутах для автономной системы, но принимает маршруты из других зон.

В NSSA зоне может находиться ASBR.

Totally NSSA — не принимает информацию о внешних маршрутах для автономной системы и маршруты из других зон.

В NSSA зоне может находиться ASBR.

Типы зон

Название зоны	Замена маршрутов	Типы LSA
Backbone (area 0)	-	Все LSA разрешены
Normal	-	Все LSA разрешены
Stub	EX => IA 0.0.0.0/0 ASBR запрещен	LSA 5 запрещены
Totally Stub	EX и IA => IA 0.0.0.0/0 ASBR запрещен	LSA 5 запрещены Все LSA 3 заменены на LSA 3 0.0.0.0/0
NSSA	EX => 0.0.0.0 ASBR разрешен	LSA 5 запрещены LSA 7 передает внешние маршруты только в NSSA
Totally NSSA	EX и IA => 0.0.0.0 ASBR разрешен	LSA 5 запрещены Все LSA 3 заменены на LSA 3 0.0.0.0/0 LSA 7 передает внешние маршруты только в NSSA

Link-State Advertisement (LSA)

Type 4 LSA — ASBR Summary LSA — суммарное объявление о состоянии каналов пограничного маршрутизатора автономной системы. Объявление распространяется пограничными маршрутизаторами (ABR).

Type 5 LSA — AS External LSA — объявления о состоянии внешних каналов автономной системы. Объявление распространяется пограничным маршрутизатором автономной системы в пределах всей автономной системы.

Type 7 LSA — AS External LSA for NSSA — объявления о состоянии внешних каналов автономной системы в NSSA зоне. Это объявление может передаваться только в NSSA зоне. На границе зоны пограничный маршрутизатор преобразует type 7 LSA в type 5 LSA.

Настройка специальных типов зон

Stub Area (на всех маршрутизаторах в зоне):

```
router ospf 1  
  area 2 stub
```

Totally Stub Area (только на ABR):

```
router ospf 1  
  area 2 stub no-summary
```

NSSA Area (на всех маршрутизаторах в зоне):

```
router ospf 1  
  area 4 nssa
```

Totally NSSA Area (только на ABR):

```
router ospf 1  
  area 4 nssa no-summary
```

Дополнительные возможности OSPF

Фильтрация маршрутов на ABR

```
router ospf 1
  area 1 range 192.101.2.0 255.255.255.0 not-advertise
  area 1 range 192.101.3.0 255.255.255.0 not-advertise
```

Настройка prefix-list на dyn4, который будет фильтровать межзональные маршруты (LSA type 3) попадающие в зону 2:

```
ip prefix-list area4_in seq 10 deny 192.4.0.0/16
ip prefix-list area4_in seq 15 permit 0.0.0.0/0 le 32
```

Применение фильтра (указывает какие межзональные маршруты передать _в_ зону 4):

```
router ospf 1
  area 2 filter-list prefix area4_in in
```

Фильтрация маршрутов при помещении в таблицу маршрутизации

Настройка prefix-list на dyn2:

```
ip prefix-list OSPF_filt deny 192.3.0.0/16  
ip prefix-list OSPF_filt permit 0.0.0.0/0 le 32
```

Настройка фильтрации на dyn2:

```
router ospf 1  
  distribute-list prefix OSPF_filt in
```

Использование протокола OSPF в корпоративной сети

**Автор курса: Наташа Самойленко
nataliya.samoylenko@gmail.com**