

Воспоминания. Маршрутизация

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

Не требующие таблиц маршрутизации:
Лавинная
От источника

Требующие таблиц маршрутизации

Адаптивные

Статические

Дистанционно-векторные

Состояния связей

Routing Information Protocol

RIP – протокол динамической маршрутизации, протокол динамической маршрутизации, относящийся к дистанционно-векторным (Distance Vector) протоколам.

Применяется в небольших компьютерных сетях, позволяет маршрутизаторам динамически обновлять маршрутную информацию (направление и дальность в хопах), получая ее от соседних маршрутизаторов.

Создан в: 1969 г.

Порт: 520/UDP

Спецификация: RFC 1058 (v1), RFC 2453 (v2)

Лекция № 2. Протокол OSPF

Мотивировка и базовые определения.

Простейший вариант работы OSPF, пример.

Зоны (Area) и их типы, типы маршрутизаторов.

Объявления о состоянии канала (Link-state advertisement).

Open Shortest Path First

OSPF — протокол динамической маршрутизации, основанный на технологии отслеживания состояния канала (link-state technology).

Используется метрика стоимости, вычисляемая на основе полосы пропускания каналов. Использует алгоритм Дейкстры для нахождения кратчайшего пути.

Протокол внутридоменной маршрутизации.

Создан в: 1988 г.

Не использует TCP/UDP в качестве транспорта

Спецификация: RFC 2328 OSPF version 2

Возможности OSPF

- Неограниченное число переходов
- Многоадресатные (multicast) анонсы
- Интеллектуальное использование VLSM и CIDR
- Поддержка областей и суммирование маршрутов
- Аутентификация маршрутизации
- Передача и маркировка внешних маршрутов

Понятие канала и его состояния

Канал – интерфейс на маршрутизаторе.

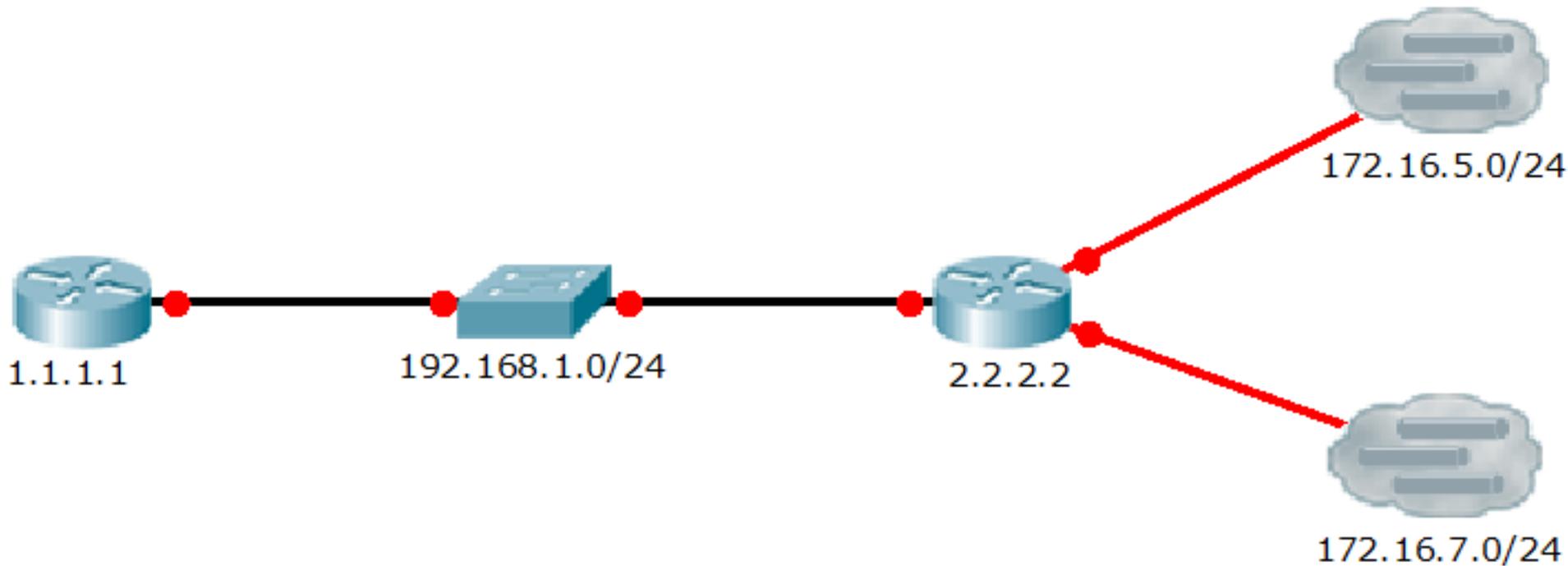
Состояние канала – описание интерфейса и его отношений с соседними маршрутизаторами.

- IP-адрес
- Маска
- Тип сети, к которой он подключен,
- Маршрутизаторы, подключенные к этой сети и т. п.

Базу данных состояний каналов – коллекция всех состояний каналов представляет собой.

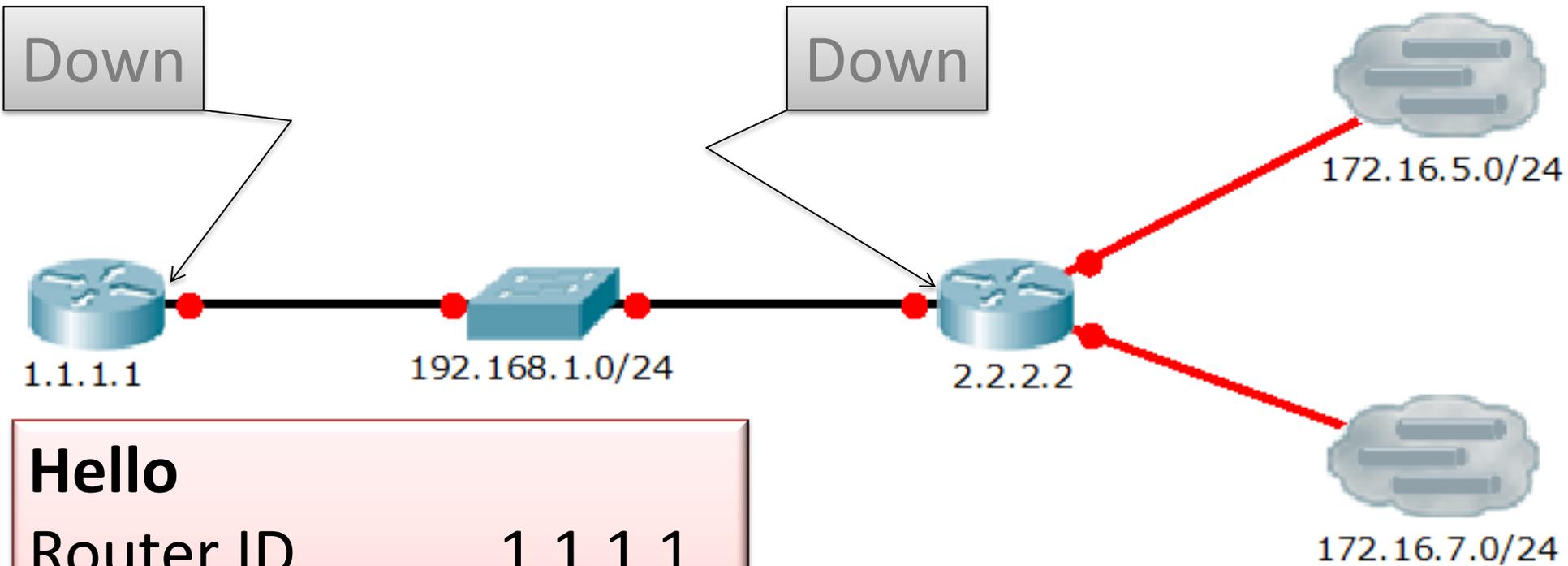
Схема алгоритма состояния канала

1. Инициализация или изменение маршрутных данных
2. Маршрутизатор генерирует Link State Advertisement
3. Маршрутизаторы обмениваются LSA
4. Заполнение базы данных каждого маршрутизатора
5. Маршрутизатор использует алгоритм Дейкстры для вычисления дерева кратчайших путей.



1. Маршрутизаторы связаны через Ethernet
2. Маршрутизатор 2.2.2.2 предполагается DR (и уже работает)
3. В сети 192.168.0.1 уже есть и другие маршрутизаторы, но их мы не рисуем (для упрощения схемы)

Роутер 1 включился

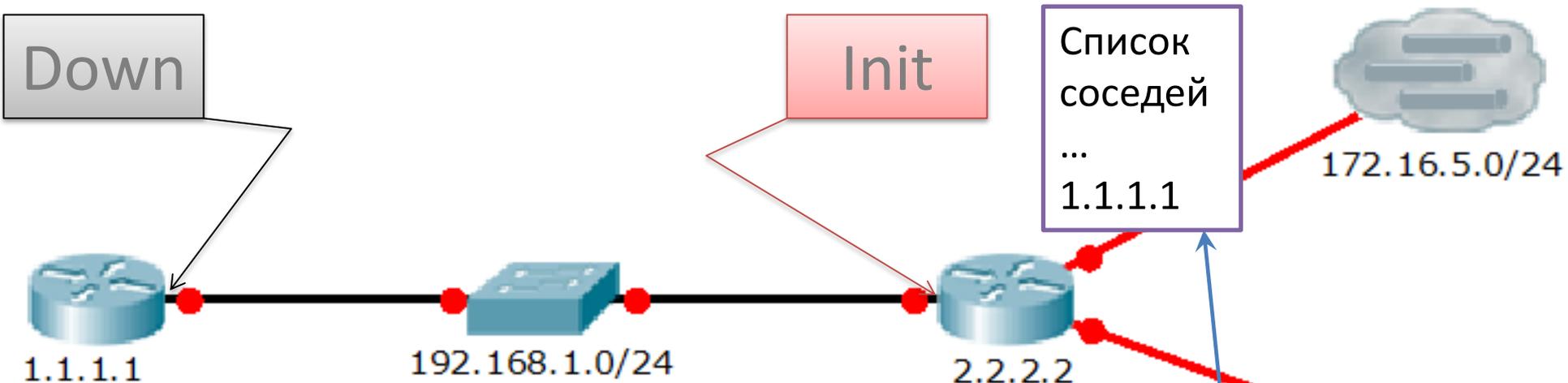


Hello

Router ID	1.1.1.1
Hello Interval	10
Dead Interval	40
Neighbors	Null
Area ID	0
DR	0

Маршрутизатор рассылает Hello-пакеты на мультикастный адрес 224.0.0.5 со всех интерфейсов, где запущен OSPF.

Роутер 2 получил Hello пакет



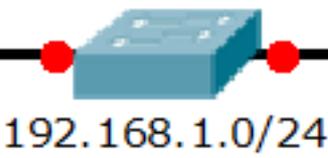
Hello	
Router ID	1.1.1.1
Hello Interval	10
Dead Interval	40
Neighbors	Null
Area ID	0
DR	0

Роутер 2 формирует свой Hello пакет

Down

Init

Список соседей
...
1.1.1.1



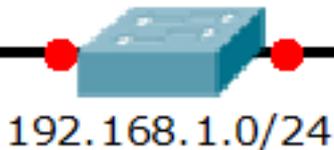
Hello	
Router ID	2.2.2.2
Hello Interval	10
Dead Interval	40
Neighbors	..., 1.1.1.1
Area ID	0
DR	2.2.2.2

Роутер 1 получает Hello пакет, видит там себя

ExStart

Список соседей
...
2.2.2.2

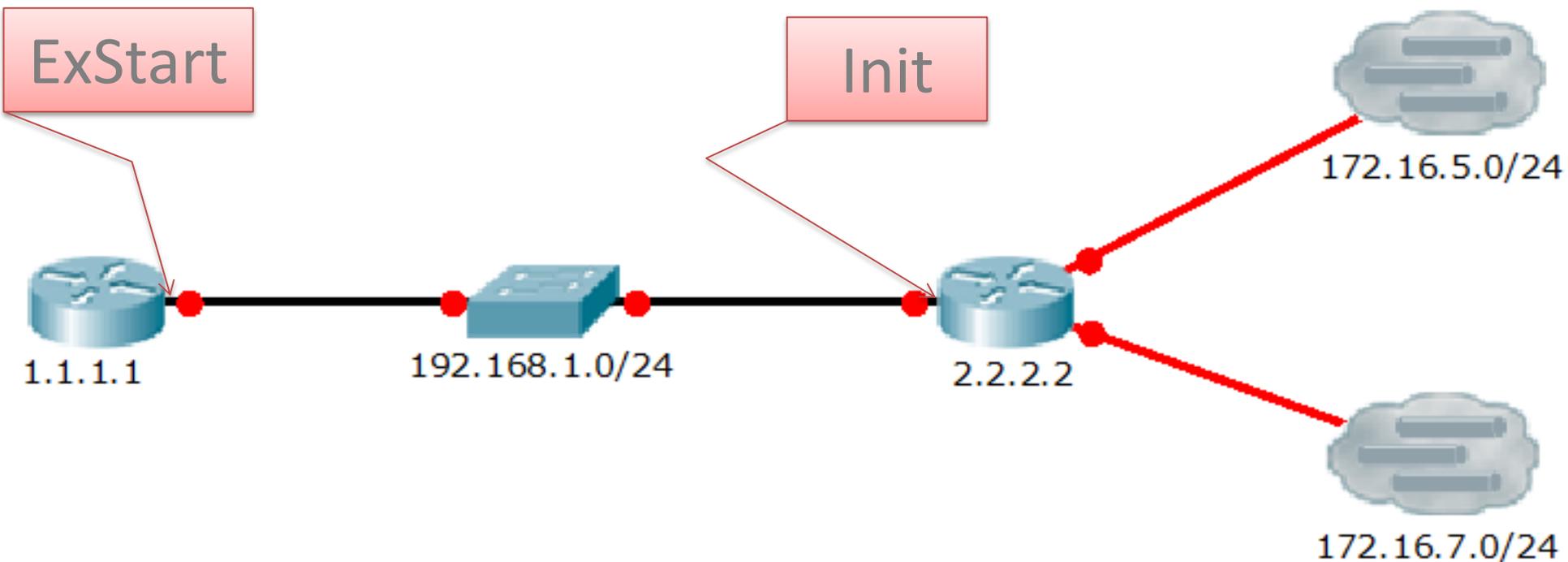
Init



Hello

Router ID	2.2.2.2
Hello Interval	10
Dead Interval	40
Neighbors	..., 1.1.1.1
Area ID	0
DR	2.2.2.2

Роутер 1 заявляет себя ведущим



Database Description

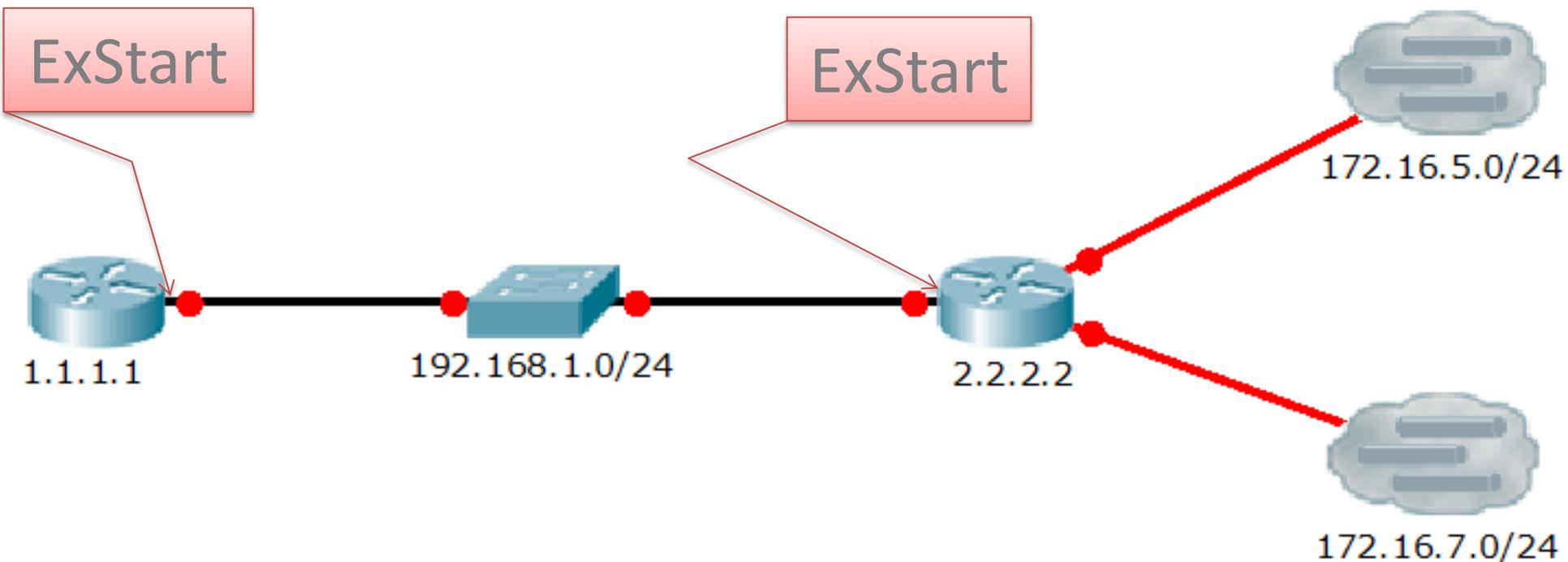
Seq X

Master

Биты I, M

Роутер 1 начинает заявлять себя как ведущий в обмене, устанавливает порядковый номер пакета

Роутер 2 отправляет свои параметры



Database Description

Seq y

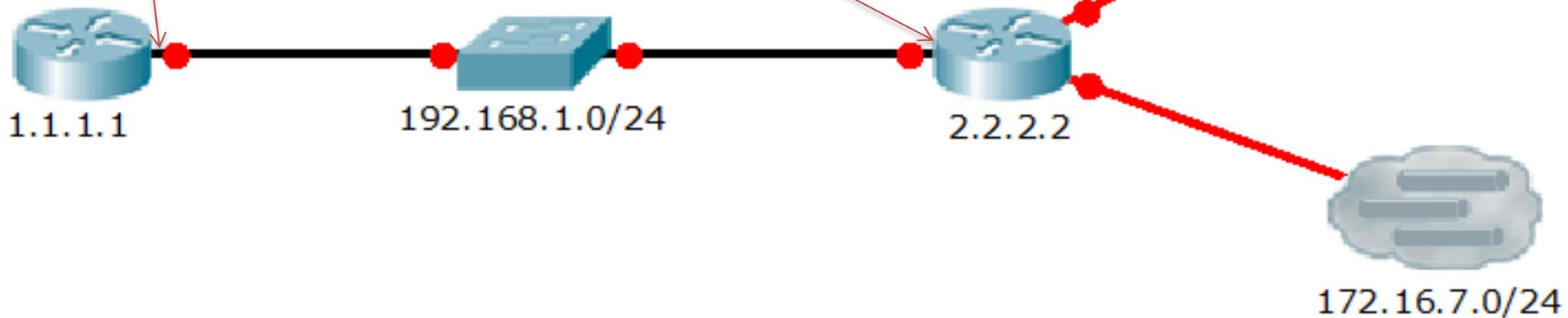
Master

Биты I, M

Роутер 1 становится ведомым, делает запрос

Exchange

ExStart



Database Description

Seq y

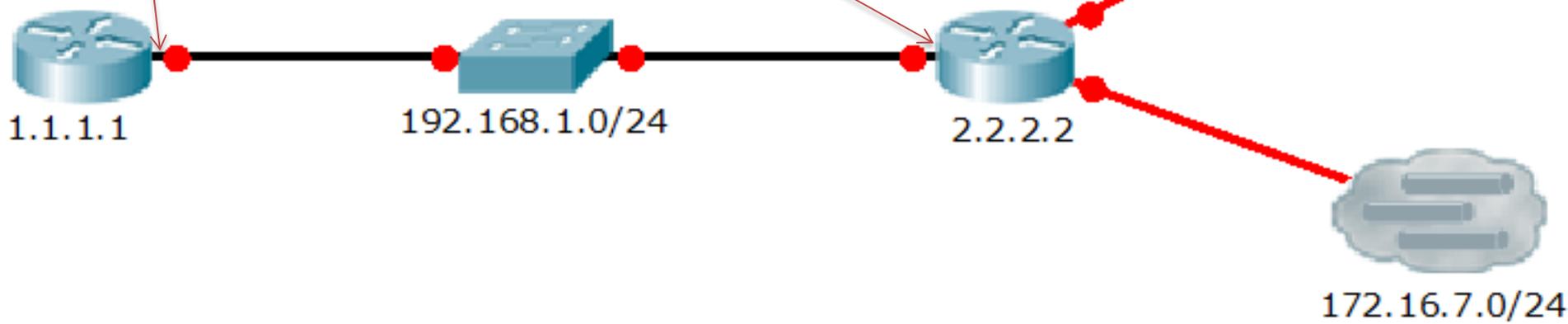
Slave

БИТЫ M

Роутер 2 отправляет анонсы своей БД

Exchange

Exchange



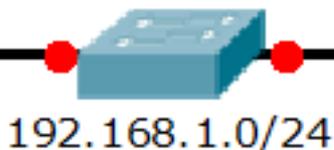
Предполагается, что БД
Роутера 1 пустая

Database Description
172.16.5.0/24
172.16.7.0/24
182.168.1.0/24

Роутер 1 делает Link State Request

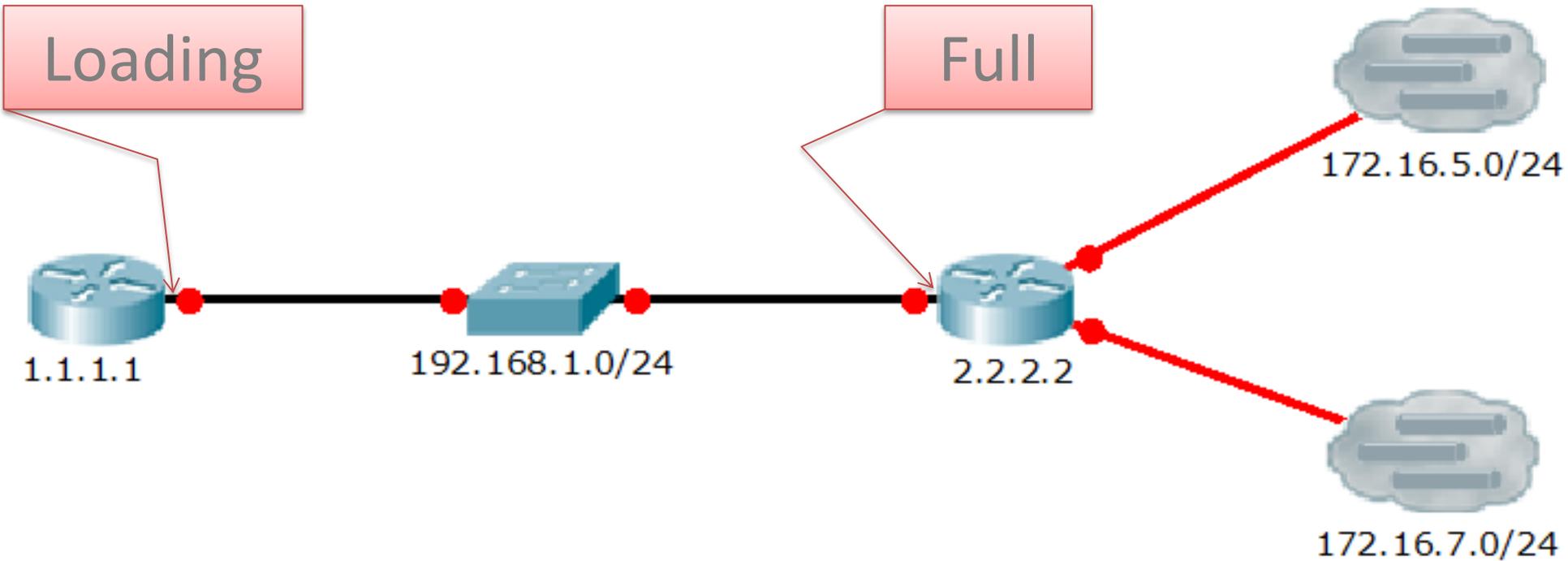
Loading

Full



Link State Request
172.16.5.0/24
172.16.7.0/24

Роутер 2 передает Link State Update



Предполагается, что БД Роутера 2 полностью актуальна

Link State Update

172.16.5.0/24

172.16.7.0/24

Базы данных согласованы

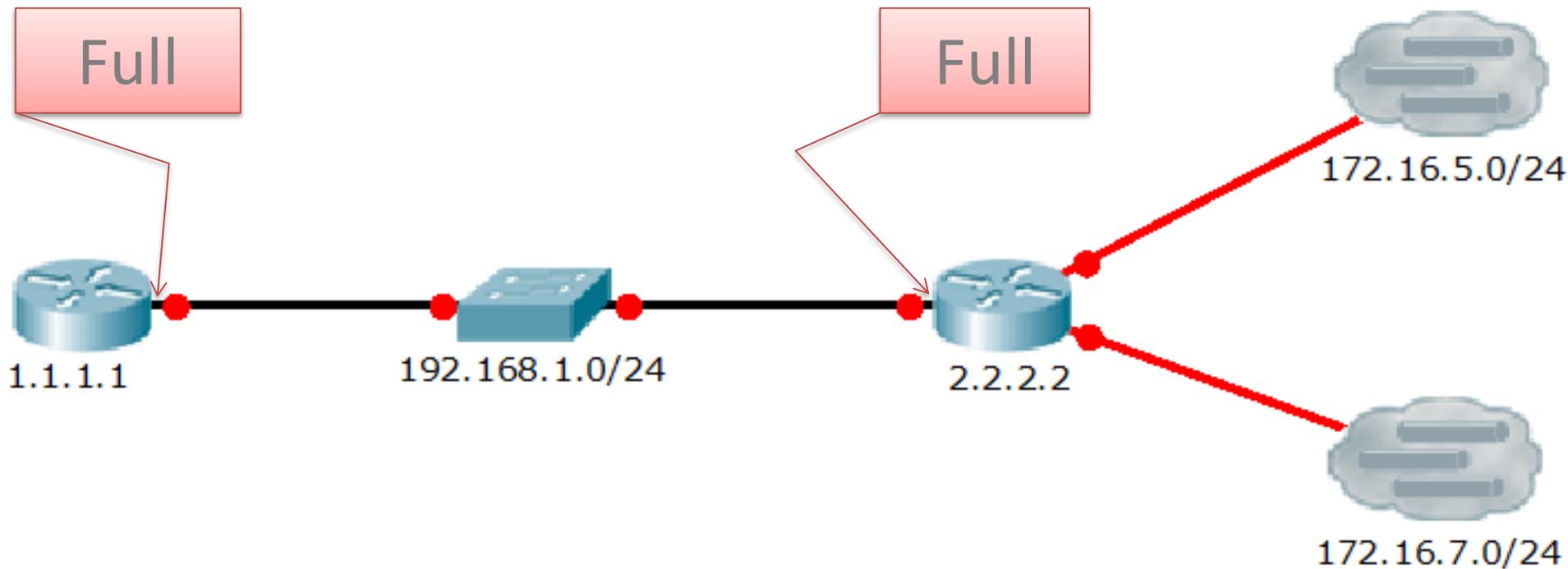


Схема работы OSPF

1. Маршрутизаторы обмениваются hello-пакетами через все интерфейсы, на которых активирован OSPF.
2. Маршрутизатор переходит в состояние смежности с соседями.
3. Маршрутизатор посылает объявление о состоянии канала маршрутизаторам, с которыми находится в состоянии смежности.
4. Маршрутизатор, получивший объявление от соседа, записывает передаваемую в нем информацию в базу данных состояния каналов маршрутизатора и рассылает копию объявления всем другим своим соседям.
5. Рассылая объявления через зону, все маршрутизаторы строят идентичную базу данных состояния каналов маршрутизатора.
6. Когда база данных построена, каждый маршрутизатор использует алгоритм "кратчайший путь первым" (shortest path first) для вычисления графа без петель, который будет описывать кратчайший путь к каждому известному пункту назначения с собой в качестве корня. Этот граф — дерево кратчайшего пути.
7. Каждый маршрутизатор строит таблицу маршрутизации, основываясь на своем дереве кратчайшего пути.

Зоны OSPF

Зона (Area) – совокупность сетей и маршрутизаторов, имеющих один и тот же идентификатор зоны.

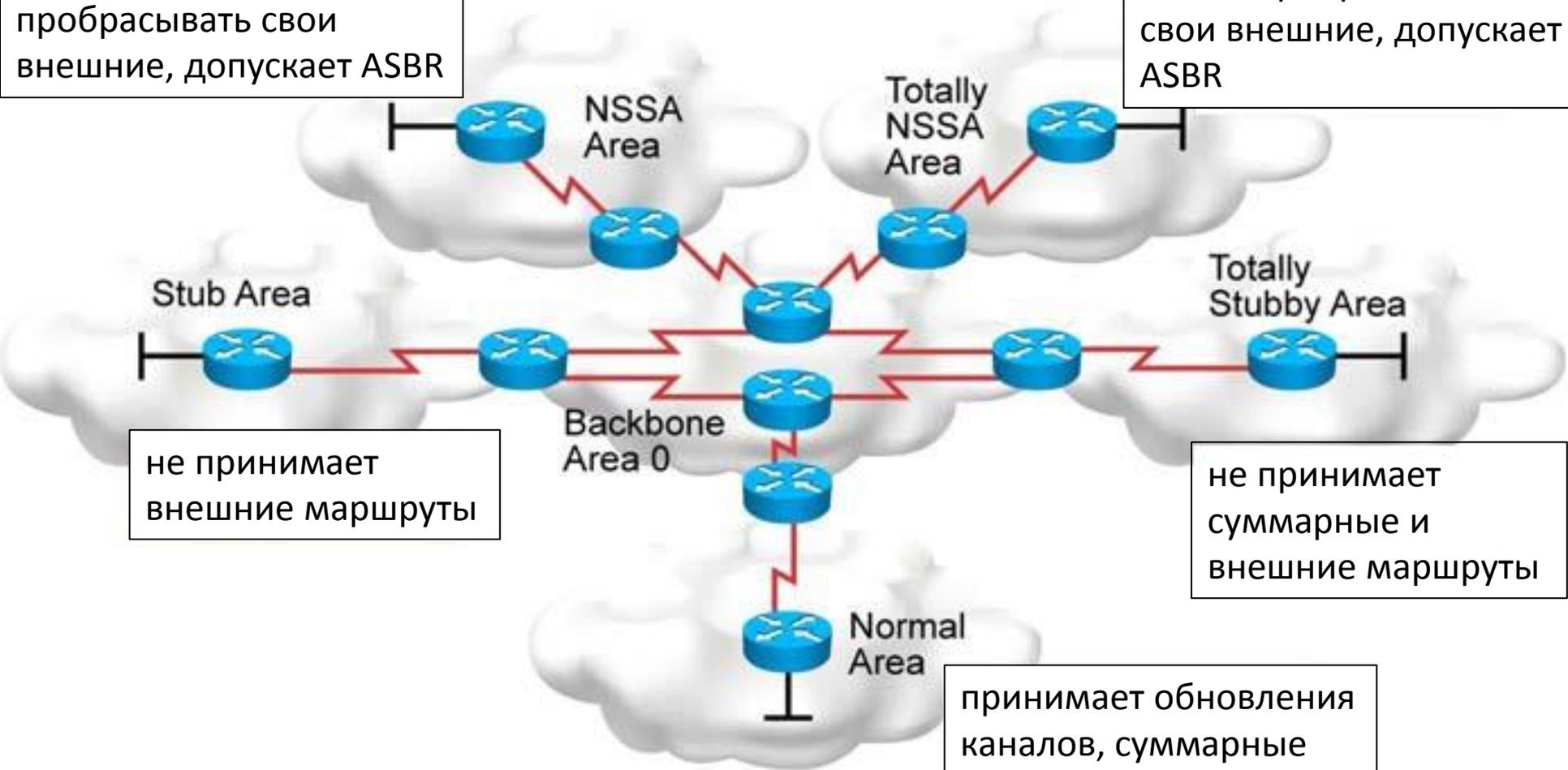
Разделение на зоны позволяет:

1. Снизить нагрузку на ЦПУ маршрутизаторов за счет уменьшения количества перерасчетов по алгоритму SPF;
2. Уменьшить размер таблиц маршрутизации;
3. Уменьшить количество пакетов обновлений состояния канала.

Зоны OSPF

не принимает внешние маршруты, может пробрасывать свои внешние, допускает ASBR

не принимает внешние и суммарные маршруты, может пробрасывать свои внешние, допускает ASBR



не принимает внешние маршруты

не принимает суммарные и внешние маршруты

принимает обновления каналов, суммарные маршруты и внешние маршруты

Типы маршрутизаторов

Внутренний маршрутизатор (internal router)

Пограничный маршрутизатор (area border router, ABR)

Магистральный маршрутизатор (backbone router)

Пограничный маршрутизатор автономной системы (AS boundary router, ASBR)

Объявления о состоянии канала (LSA)

(LSA) — единица данных, которая описывает локальное состояние маршрутизатора или сети.

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

Router LSA и **Network LSA** описывают каким образом соединены маршрутизаторы и сети внутри зоны.

Summary LSA предназначены для сокращения количества передаваемой информации о зонах.

AS External LSA позволяет передавать по автономной системе информацию, которая получена из внешних источников (например, из другого протокола маршрутизации).

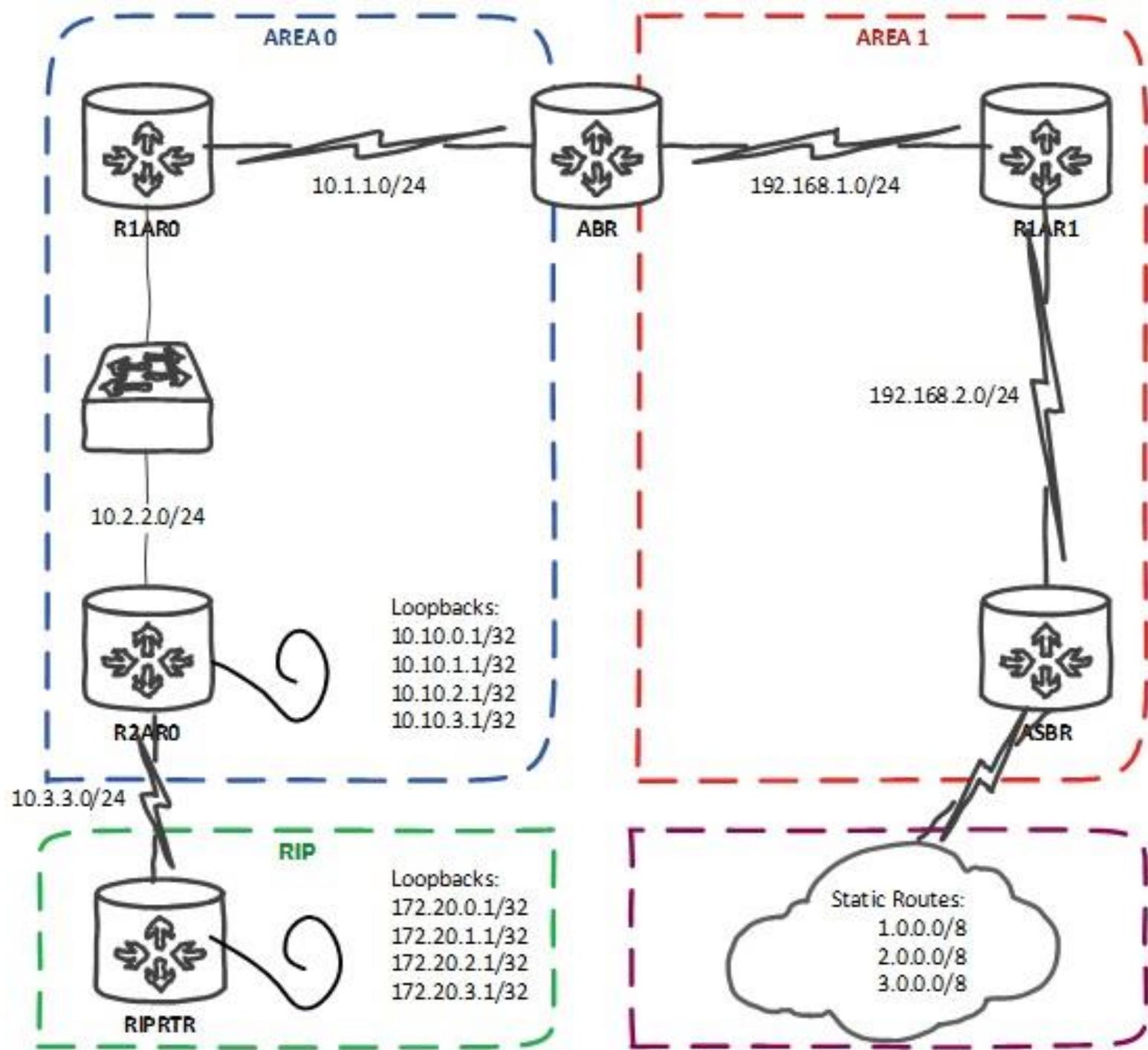


Таблица маршрутизации

```
R1AR0#sh ip ro
```

10.0.0.0/8 is variably subnetted, 6 subnets, 2 masks

- O 10.10.1.1/32 [110/2] via 10.2.2.2, 00:07:47, FastEthernet1/0
- O 10.10.0.1/32 [110/2] via 10.2.2.2, 00:07:47, FastEthernet1/0
- O 10.10.3.1/32 [110/2] via 10.2.2.2, 00:07:47, FastEthernet1/0
- O 10.10.2.1/32 [110/2] via 10.2.2.2, 00:07:47, FastEthernet1/0
- C 10.2.2.0/24 is directly connected, FastEthernet1/0
- C 10.1.1.0/24 is directly connected, Serial0/0

База данных LSDB

```
R1AR0#sh ip ospf database database-summary
```

OSPF Router with ID (10.2.2.1) (Process ID 1)

Area 0 database summary

LSA Type	Count	Delete	Maxage
Router	3	0	0
Network	1	0	0
Summary Net	0	0	0
Summary ASBR	0	0	0
Type-7 Ext	0	0	0
Prefixes redistributed in Type-7	0		
Opaque Link	0	0	0
Opaque Area	0	0	0
Subtotal	4	0	0

Router LSA (тип 1), пример

```
R1AR0#sh ip ospf database router
```

```
OSPF Router with ID (1.1.1.1) (Process ID 1)
```

Router Link States (Area 0)

LS age: 14

Options: (No TOS-capability, DC)

LS Type: Router Links

Link State ID: 1.1.1.1

Advertising Router: 1.1.1.1

LS Seq Number: 80000001

Checksum: 0xD17C

Length: 60

Number of Links: 3

Router LSA (тип 1) , пример

Link connected to: a Transit Network

(Link ID) Designated Router address: 10.2.2.2

(Link Data) Router Interface address: 10.2.2.1

Number of TOS metrics: 0

TOS 0 Metrics: 1

Link connected to: another Router (point-to-point)

(Link ID) Neighboring Router ID: 1.1.2.2

(Link Data) Router Interface address: 10.1.1.1

Number of TOS metrics: 0

TOS 0 Metrics: 64

Link connected to: a Stub Network

(Link ID) Network/subnet number: 10.1.1.0

(Link Data) Network Mask: 255.255.255.0

Number of TOS metrics: 0

TOS 0 Metrics: 64

Type 1 LSA — Router LSA

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

- Распространяются всеми маршрутизаторами
- Распространяются только в пределах одной зоны
- Содержит
 - описание всех каналов маршрутизатора,
 - стоимость каждого канала,
 - список соседей на каждом интерфейсе (в зоне)

Network LSA (тип 2), пример

```
R1AR0#sh ip ospf database network
```

```
OSPF Router with ID (1.1.1.1) (Process ID 1)  
Net Link States (Area 0)
```

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

```
LS age: 1449
```

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

```
LS Type: Network Links
```

```
Link State ID: 10.2.2.2 (address of Designated Router)
```

```
Advertising Router: 2.2.2.2
```

```
LS Seq Number: 80000001
```

```
Checksum: 0x1501
```

```
Length: 32
```

```
Network Mask: /24
```

```
Attached Router: 2.2.2.2
```

```
Attached Router: 1.1.1.1
```

Type 2 LSA — Network LSA

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

- Распространяется DR-ом в сетях со множественным доступом
- Распространяются только в пределах одной зоны
- Содержит описание всех маршрутизаторов присоединенных к сети, включая DR.

Type 3 LSA — Network Summary LSA

Type 3 LSA — Network Summary LSA — «суммарное»
объявление о состоянии каналов сети.

- Объявление распространяется ABR-ом
- Распространяется в соседние области
- Конвертирует Router и Network LSA в Summary LSA

Type 5 LSA — AS External LSA

Type 5 LSA — AS External LSA — объявления о состоянии внешних каналов автономной системы.

- Распространяется пограничным маршрутизатором AS
- Распространяется в пределах всей AS
- Содержит описание внешних для AS маршрутов или маршруты по умолчанию (default route)

Итоги по LSA

Тип LSA	Кто создает?	Границы флуда
Router (1)	Все	Область
Network (2)	DR	Область
Summary (3)	ABR	Соседние области
External (5)	ASBR	Все области
NSSA External (7)	ASBR	Только NSSA область. На ABR конвертируется в External LSA и флуд в соседние области.

Зоны OSPF

не принимает внешние маршруты, может пробрасывать свои внешние, допускает ASBR

не принимает внешние и суммарные маршруты, может пробрасывать свои внешние, допускает ASBR



не принимает внешние маршруты

не принимает суммарные и внешние маршруты

принимает обновления каналов, суммарные маршруты и внешние маршруты

Протокол	Админ. дистанция
Connected interface	0
Static route	1
EIGRP summary route	5
External Border Gateway Protocol (BGP)	20
Internal EIGRP	90
IGRP	100
OSPF	110
Intermediate System-to-Intermediate System	115
Routing Information Protocol (RIP)	120
Exterior Gateway Protocol (EGP)	140
On Demand Routing (ODR)	160
External EIGRP	170
Internal BGP	200
Unknown	255