

Расширенные возможности OSPF

Содержание

● OSPF расширенные возможности

- принципы области
- Summary LSA Operation пример1
- Summary LSA Operation пример 2
- пример вычисления (Computation)
- области заглушки (Stub Areas)
- Суммирование маршрута
- Виртуальные каналы

● детали заголовка OSPF

- Формат сообщения
- Форматы LSA

OSPF домен/ область OSPF

- **OSPF домен может быть разделен на множество областей OSPF**
 - для улучшения производительности
 - путем разбиения сети на части
- **Улучшение производительности достигается**
 - Ограничением Router-LSA и Network-LSA в другие области
 - ✓ поскольку получение Router-LSA приведёт к выполнению в них SPF алгоритма
- **Фактически разбивая на части обеспечиваем**
 - суммирование маршрута, которое возможно при использовании бесклассовой маршрутизации и “правильного” IP-адресного плана

OSPF домен / область OSPF

- **Каждая область имеет свою собственную базу данных топологии**
 - при разделении AS на области, роутерам одной области не известна информация о детальной топологии других областей
- **Изменение топологии**
 - порождаемый алгоритмом Dijkstra OSPF-трафик остается в области, где появляются изменения
 - суммирование маршрута значительно уменьшает OSPF-трафик
- **Каждой области присваивается идентификатор (IDs)**
 - уникальный в пределах OSPF домена
 - записанный в формате IP-адреса или в десятичной форме
- **OSPF домен содержит**
 - одну единственную область или несколько областей

OSPF пограничный маршрутизатор области

- **OSPF области связаны специальными роутерами**
 - ABR (Area Border Router) - Пограничный маршрутизатор области
- **ABR**
 - обслуживает базу данных для каждой области, с которой он связан
- **Все OSPF области должны быть связаны с магистральной областью (Backbone Area)**
 - магистральная область (Backbone Area)
 - ✓ ID-области = 0.0.0.0
 - ✓ или ID = 0
 - если только одна область в домене OSPF, то эта область будет магистральной

OSPF базовая область

● Не магистральные области не должны быть связаны непосредственно

- подключение осуществляется только через магистральную область

● OSPF правило разбиения на области

- топология “звезда” с магистральной областью в центре

● ABRs

- Магистральная область формирует ядро сети OSPF. Все остальные области соединены с ней, межобластная маршрутизация происходит через роутер, соединенный с магистралью
- Магистральная область ответственна за распространение маршрутизирующей информации между не магистральными областями
- Магистральная область должна быть смежной с другими областями, но она не обязательно должна быть физически смежной, соединение с базовой областью может быть установлено и с помощью виртуальных каналов

OSPF типы маршрутизации (1)

● OSPF предоставляет 3 типа маршрутизации:

1. Маршрутизация внутри области:

- ✓ в области (используя Level 1 Router; внутренний роутер (Internal router - IR))
- ✓ Router Link LSA (LSA тип1)
- ✓ Network Link LSA (LSA тип 2)
- ✓ замечание: магистральный роутер – внутренний роутер магистральной области

2. Маршрутизация между областями:

- ✓ между областями через магистральную область (используя пограничный роутер области ABR)
- ✓ Summary Link LSA (LSA тип 3 и тип 4)
- ✓ тип 3 для объявления сетей
- ✓ тип 4 для объявления IP-адреса ASBRs

OSPF типы маршрутизации (2)

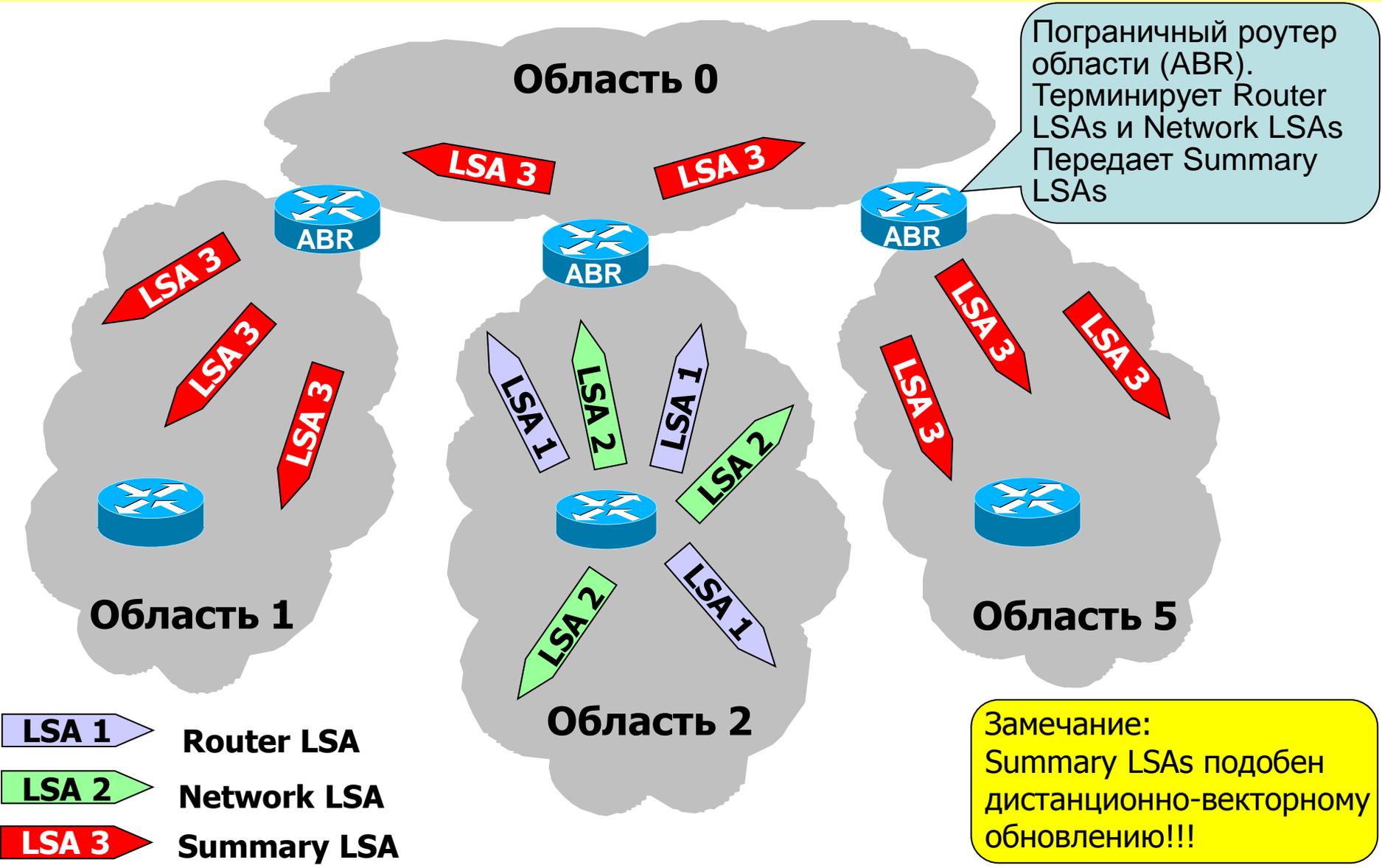
3. Внешняя маршрутизация:

- ✓ Пути к внешним адресатам (другим AS) формируются статически или импортируются с помощью EGP или BGP, используя пограничные маршрутизаторы автономной области (ASBRs)
 - ▶ Autonomous System Boundary Router – ASBR
- ✓ AS External Summary LSA (LSA тип 5) для объявления внешних сетей

Пограничный маршрутизатор (ABR)

- **Пограничный маршрутизатор (ABR) поддерживает 2 карты топологии**
 - одна для его области
 - одна для магистральной области
- **ABR экспортирует маршруты из своей области в магистральную область**
 - собирает всю информацию об области и посылает Summary LSAs в магистральную область
- **ABR импортирует все маршруты других областей в собственную область**
 - используя Summary LSAs

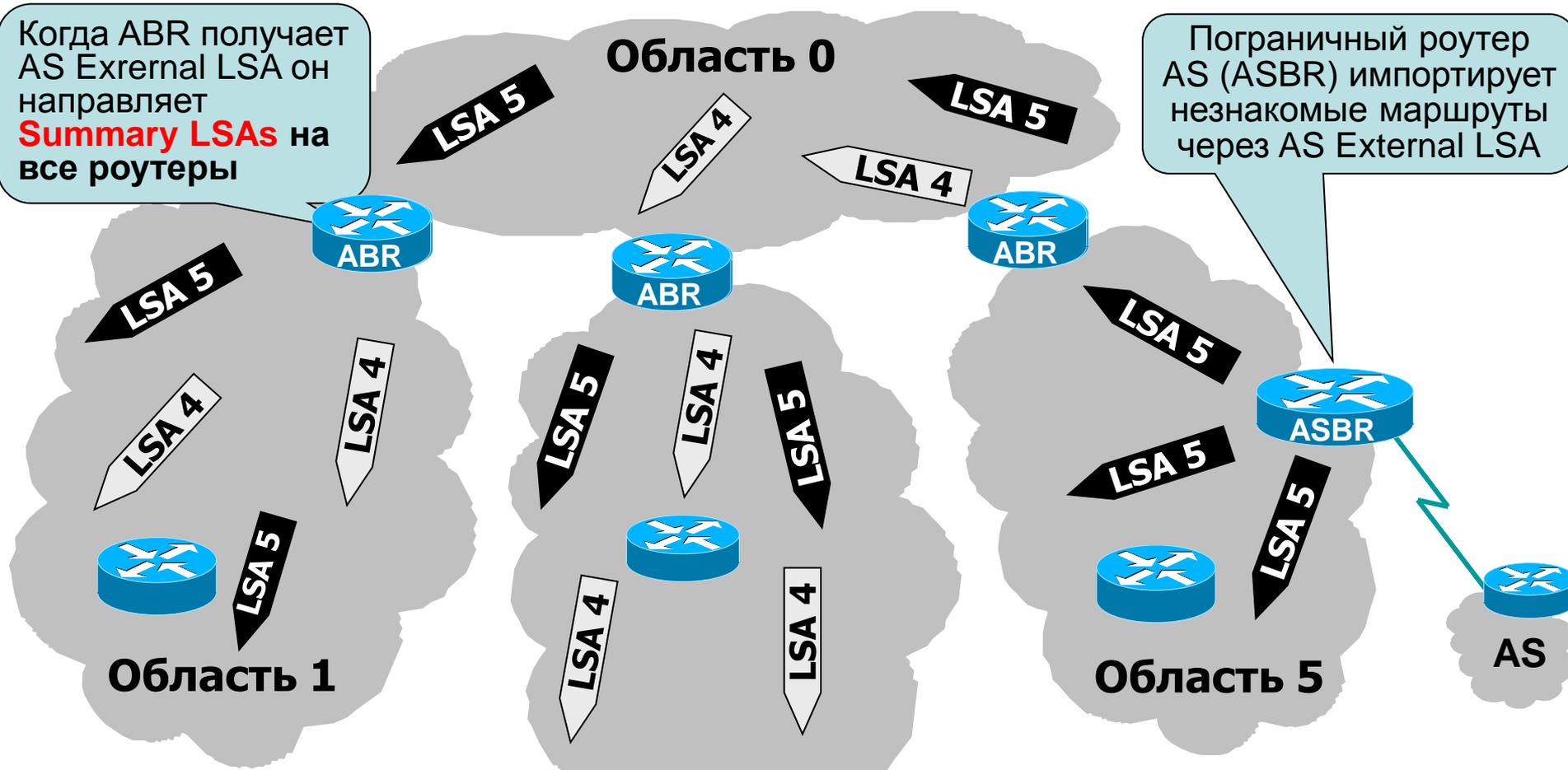
ABR - Area Border Router



ASBR - Autonomous System Border Router

Когда ABR получает AS External LSA он направляет **Summary LSAs** на все роутеры

Пограничный роутер AS (ASBR) импортирует незнакомые маршруты через AS External LSA



- LSA 1** Router LSA
- LSA 2** Network LSA
- LSA 3** Summary LSA

- LSA 4** ASBR Summary LSA
- LSA 5** AS External LSA

Содержание

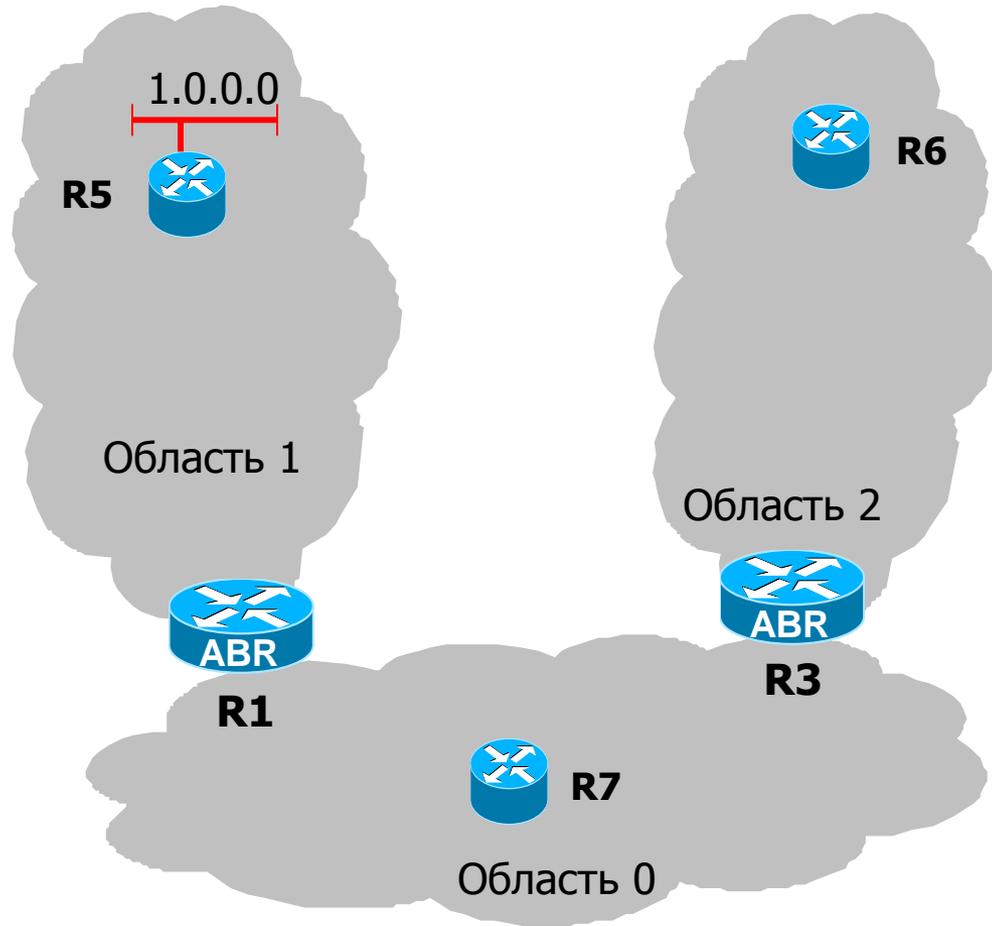
● OSPF расширенные возможности

- принципы области
- Summary LSA Operation пример1
- Summary LSA Operation пример 2
- пример вычисления (Computation)
- области заглушки (Stub Areas)
- Суммирование маршрута
- Виртуальные каналы

● детали заголовка OSPF

- Формат сообщения
- Форматы LSA

Области и топология (отдельные ABRs)



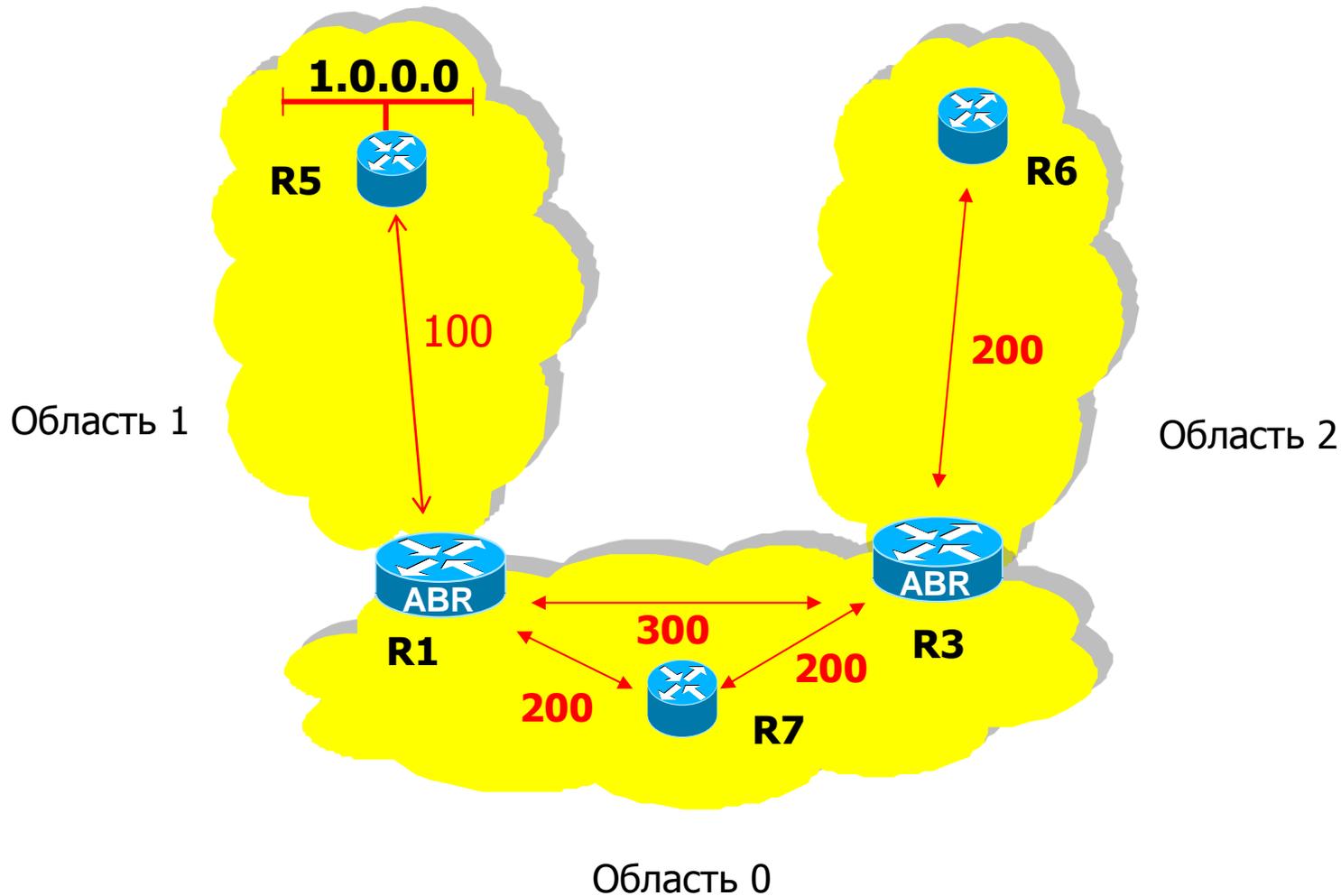
Область 0 ... Магистральная область

R1, R3 ... Пограничные маршрутизаторы области (ABR)

R5, R6, R7 ... Внутренний маршрутизатор

R1, R3, R7 ... магистральный маршрутизатор

OSPF стоимости лучших путей

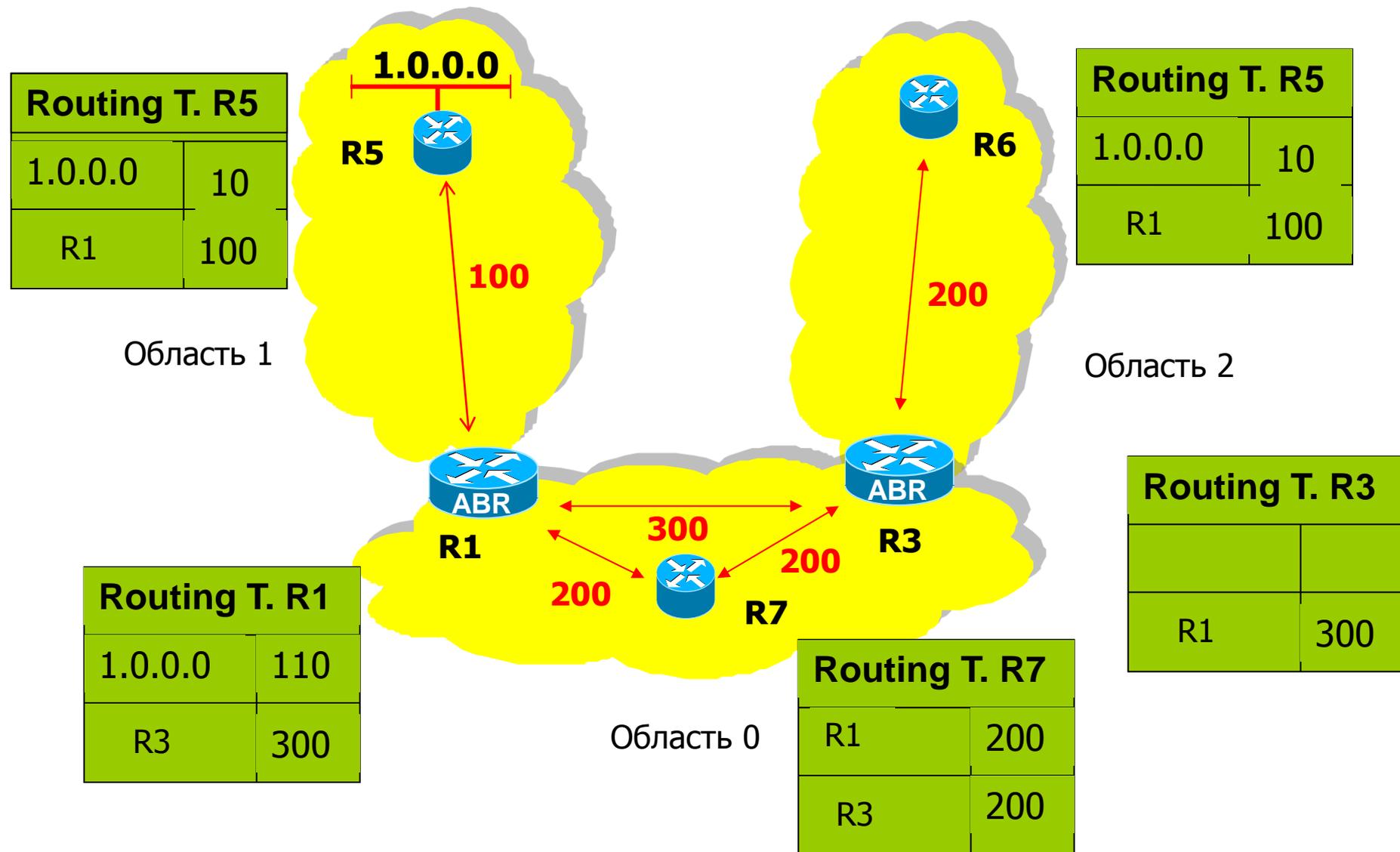


Topology Information Maintained

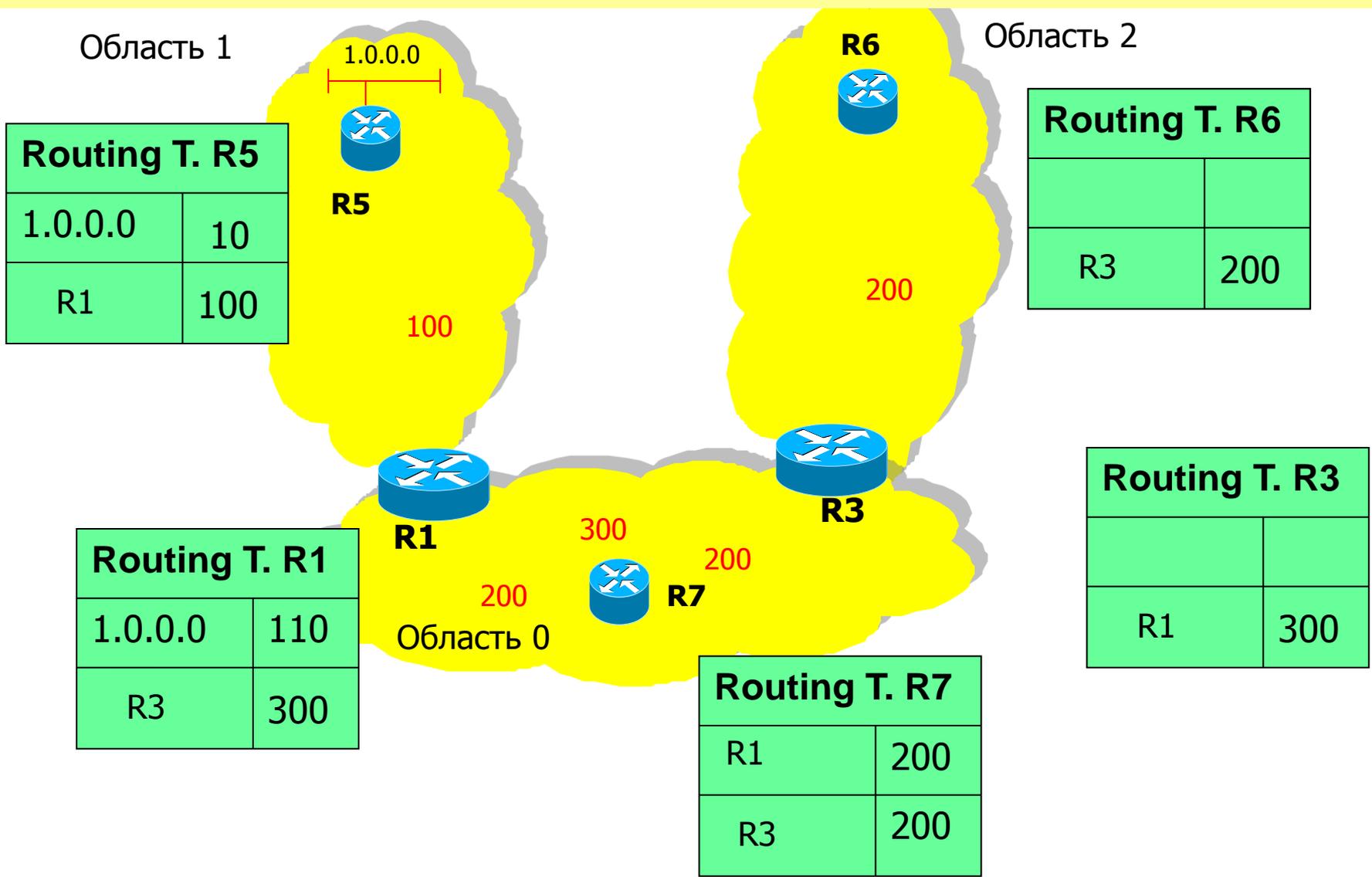
● каждый роутер знает о

- точной топологии собственной области
- лучших путях ко всем сетям от его сети
 - ✓ лучшие пути хранятся в таблице маршрутизации
 - например, для R5 -> 1.0.0.0 доступен со стоимостью 10
 - например, для R1 -> 1.0.0.0 доступен со стоимостью 110
- ABR of its own area and costs to reach ABRs
 - ✓ ABRs сохранены в отдельном списке
 - например, для R5 -> ABR R1 доступен со стоимостью 100
 - например, для R1 -> ABR R3 доступен со стоимостью 300
- активация сети (on activation of a network)
 - ✓ соответствующий Summary LSA отослан ABR
 - с актуальной (реальной) стоимостью, чтобы достичь сеть от данного ABR

Активация 1.0.0.0



Активация 1.0.0.0

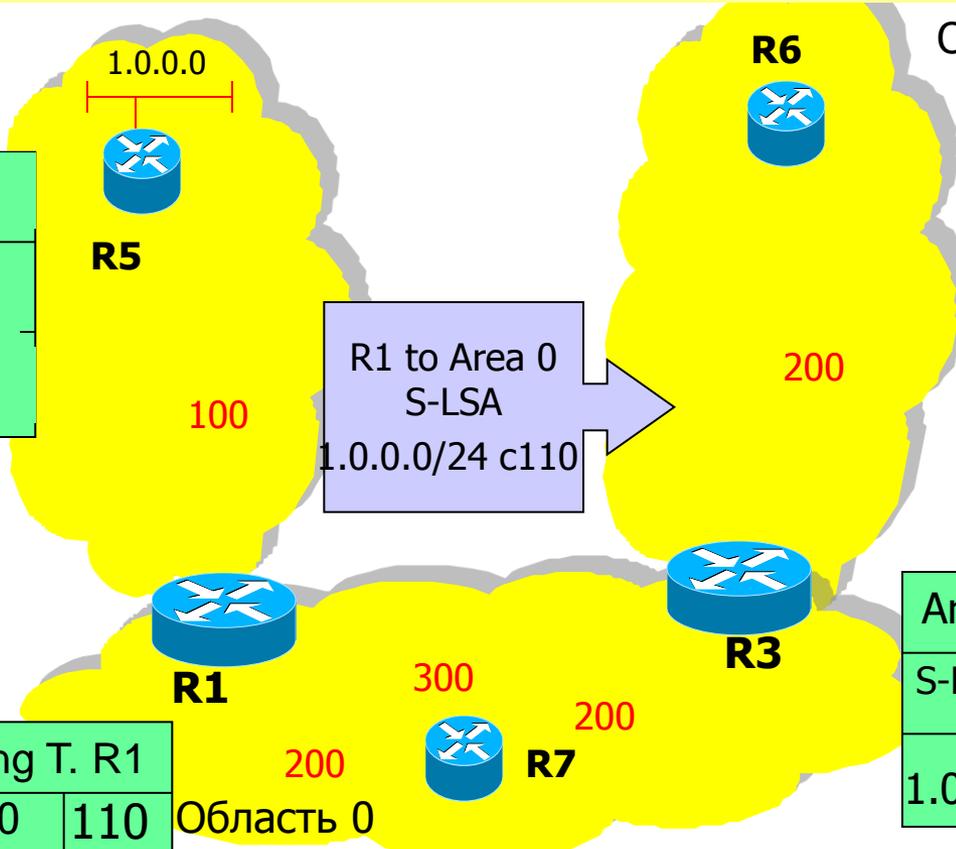


ABR R1 -> Summary LSA 1.0.0.0

Область 1

Область 2

Routing T. R5	
1.0.0.0	10
R1	100



Routing T. R6	
R3	200

Area 0 out		Routing T. R1		
S-LSA Table R1		1.0.0.0	110	
1.0.0.0	R1	110	R3	300

Area 0 in			Routing T. R3	
S-LSA Table R3				
1.0.0.0	R1	110	R1	300

Routing T. R7		Area 0 in		
R1	200	S-LSA Table R7		
R3	200	1.0.0.0	R3	200

Topology Information Actualized

● Если роутер получает Summary LSA

- чтобы достичь объявления ABR - стоимость, объявленную Summary LSA, добавляют к стоимости
- результат записывается в таблицу маршрутизации

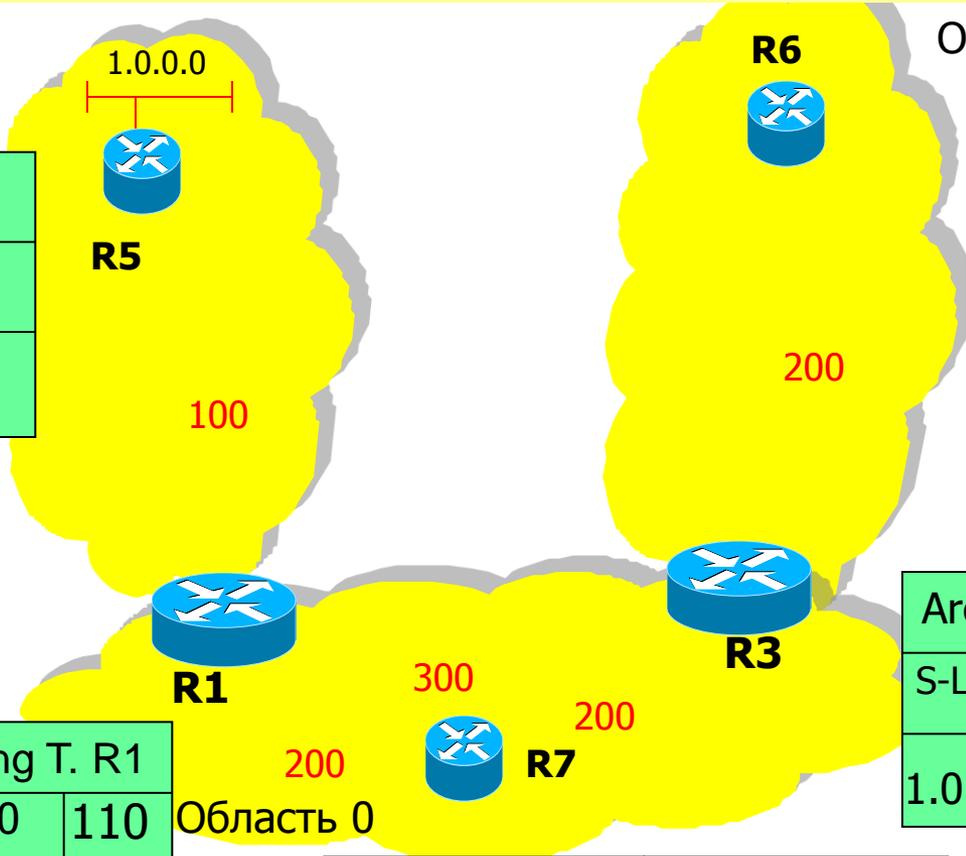
● Если ABR маршрутизатор получает Summary LSA от базового

- чтобы достичь объявления ABR - стоимость, которая объявляется в Summary LSA, добавлена к стоимости
- результат записывается в таблицу маршрутизации
- a Summary LSA is send out in the other Area with the culminated costs and ABR-ID set to the actual value

Вычисления R7, ABR R3

Область 1

Область 2



Routing T. R5	
1.0.0.0	10
R1	100

Routing T. R6	
R3	200

Area 0 out			Routing T. R1	
S-LSA Table R1			1.0.0.0	110
1.0.0.0	R1	110	R3	300

Area 0 in			Routing T. R3	
S-LSA Table R3				
1.0.0.0	R1	110	R1	300
			1.0.0.0	410

Routing T. R7		Area 0 in		
R1	200	S-LSA Table R7		
R3	200	1.0.0.0	R1	110
1.0.0.0	310			

ABR R3 -> Summary LSA 1.0.0.0

Область 1

Область 2

Routing T. R5	
1.0.0.0	10
R1	100

1.0.0.0

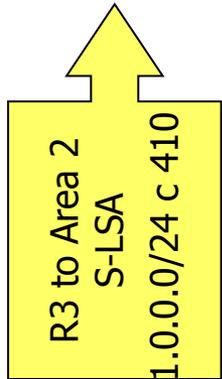
R5

100

Area 2 in		Routing T. R6		
S-LSA Table R6				
1.0.0.0	R3	410	R3	200

R6

200



R1

300



R3

200



R7

200

Область 0

Area 0 out		Routing T. R1		
S-LSA Table R1				
1.0.0.0	R1	110	R3	300

Area 0 in		Routing T. R3		
S-LSA Table R3				
1.0.0.0	R1	110	R1	300
1.0.0.0				410

Routing T. R7		Area 0 in		
R1	200	S-LSA Table R7		
R3	200	1.0.0.0	R1	110
1.0.0.0	310			

Вычисления R6

Область 1

1.0.0.0

R5

100

Routing T. R5	
1.0.0.0	10
R1	100

Область 2

R6

Area 2 in		Routing T. R6		
S-LSA Table R6				
1.0.0.0	R3	410	R3	200
			1.0.0.0	610

200

R1

300

200



R7

Область 0

200

Area 0 out		Routing T. R1		
S-LSA Table R1		1.0.0.0	110	
1.0.0.0	R1	110	R3	300

Area 0 in		Routing T. R3		
S-LSA Table R3				
1.0.0.0	R1	110	R1	300
			1.0.0.0	410

Routing T. R7		Area 0 in		
R1	200	S-LSA Table R7		
R3	200	1.0.0.0	R1	110
1.0.0.0	310			

Содержание

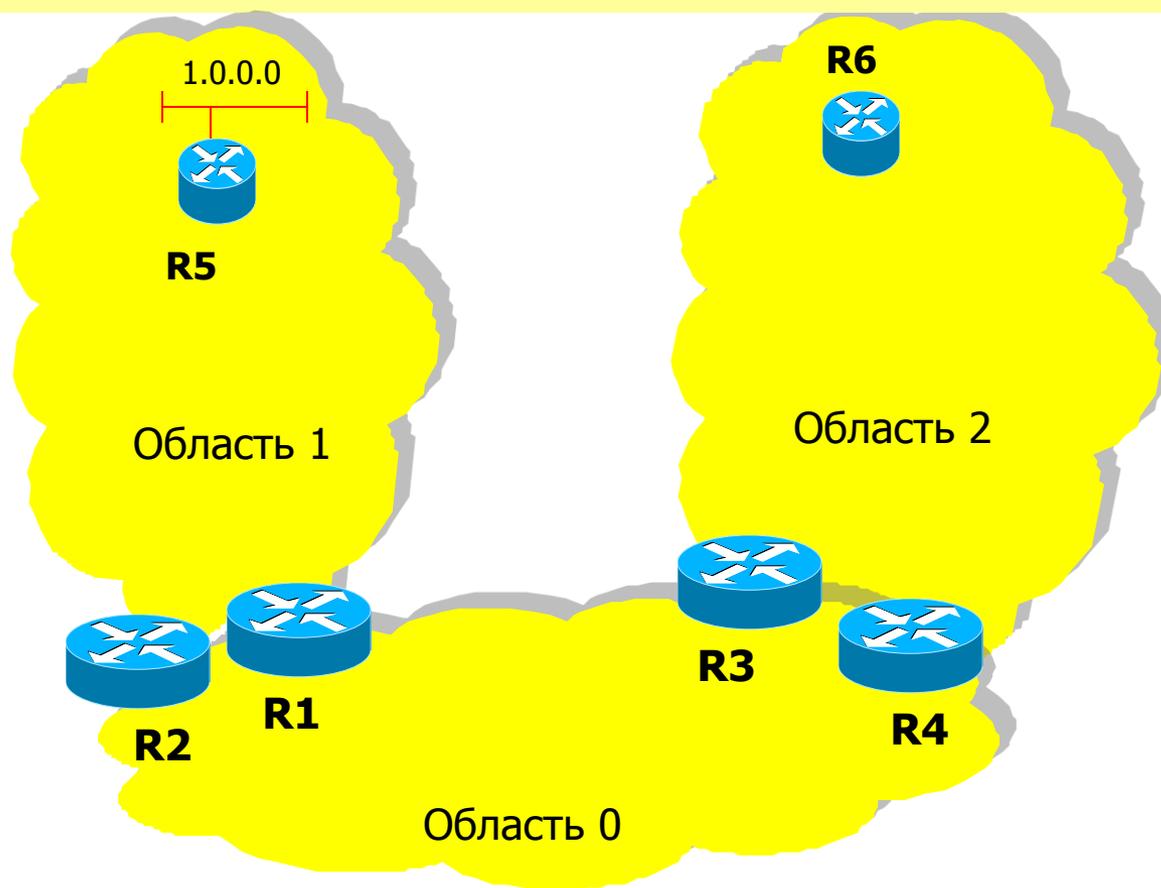
● OSPF расширенные возможности

- принципы области
- Summary LSA Operation пример1
- Summary LSA Operation пример 2
- пример вычисления (Computation)
- области заглушки (Stub Areas)
- Суммирование маршрута
- Виртуальные каналы

● детали заголовка OSPF

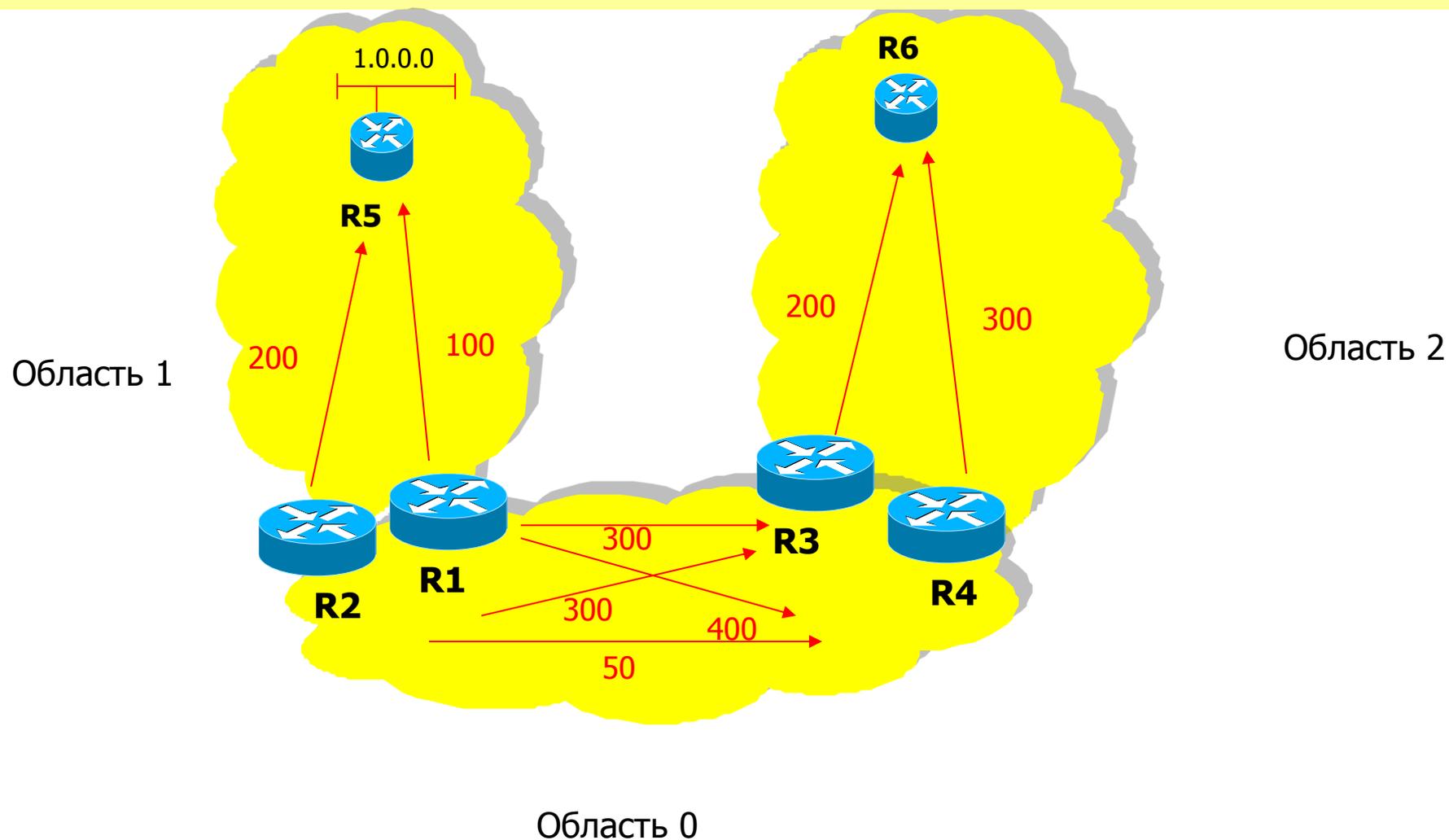
- Формат сообщения
- Форматы LSA

Области и топология (избыточные ABRs)



Область 0 ... Базовая область
R1, R2, R3, R4 ... Пограничные маршрутизаторы (ABR)
R5, R6, R7 ... Внутренний маршрутизатор
R1, R2, R3, R4 ... Базовый маршрутизатор

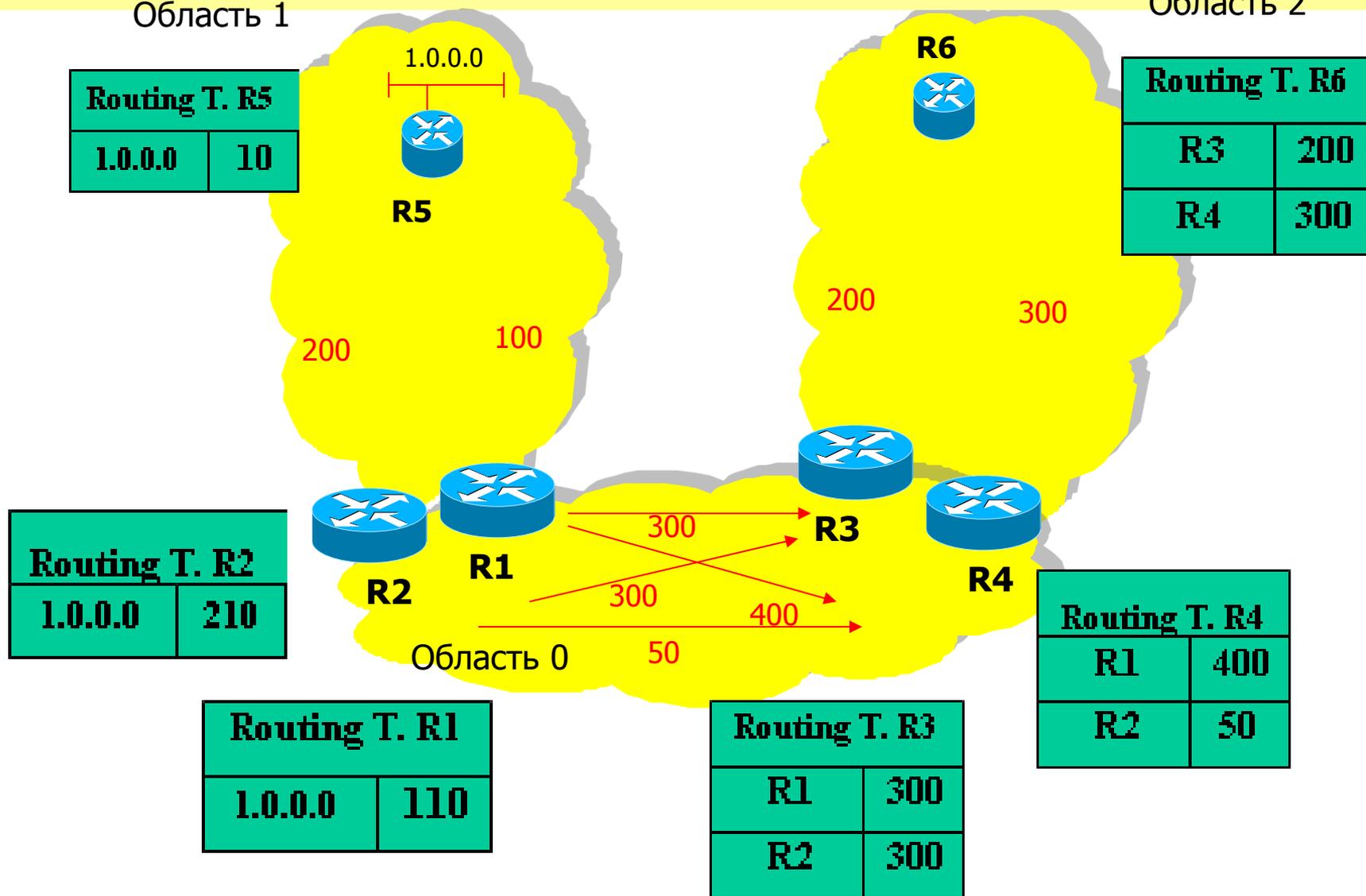
OSPF стоимость



Активация 1.0.0.0

Область 1

Область 2



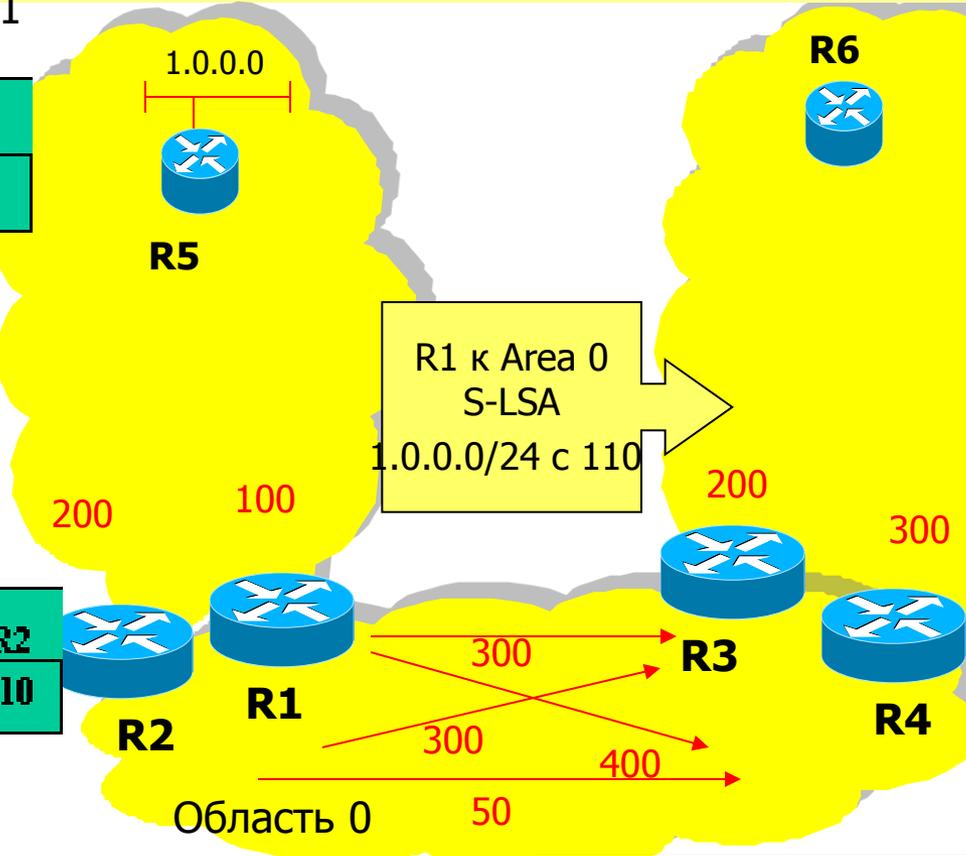
ABR R1 -> Summary LSA 1.0.0.0

Область 1

Область 2

Routing T. R5	
1.0.0.0	10

Routing T. R6	
R3	200
R4	300



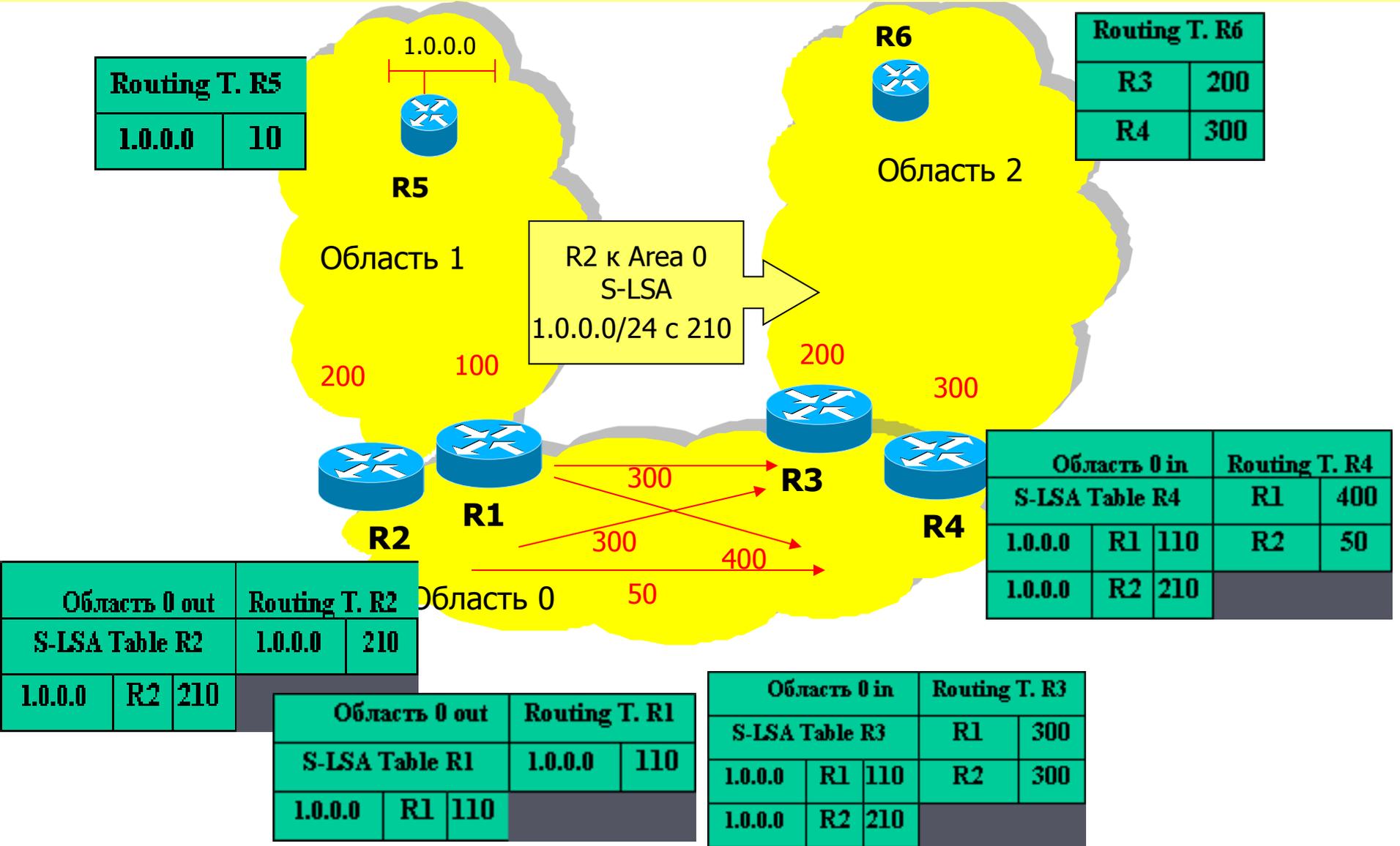
Routing T. R2	
1.0.0.0	210

Область 0 in		Routing T. R4		
S-LSA Table R4		R1	400	
1.0.0.0	R1	110	R2	50

Область 0 out		Routing T. R1	
S-LSA Table R1		1.0.0.0	110
1.0.0.0	R1	110	

Область 0 in		Routing T. R3		
S-LSA Table R3		R1	300	
1.0.0.0	R1	110	R2	300

ABR R2 -> Summary LSA 1.0.0.0



Routing T. R5	
1.0.0.0	10

Routing T. R6	
R3	200
R4	300

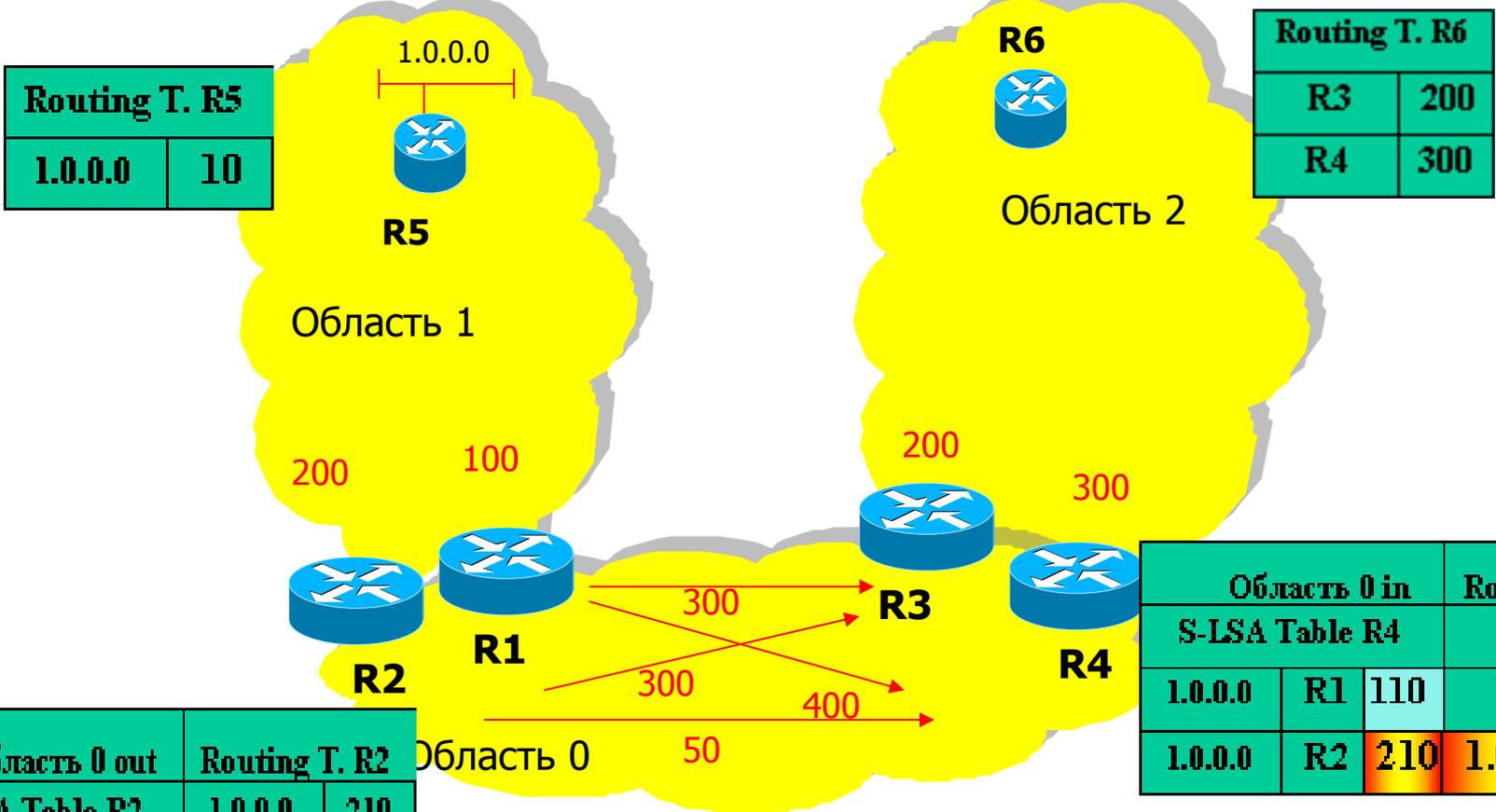
Область 0 out			Routing T. R2	
S-LSA Table R2			1.0.0.0	210
1.0.0.0	R2	210		

Область 0 in			Routing T. R4	
S-LSA Table R4			R1	400
1.0.0.0	R1	110	R2	50
1.0.0.0	R2	210		

Область 0 out			Routing T. R1	
S-LSA Table R1			1.0.0.0	110
1.0.0.0	R1	110		

Область 0 in			Routing T. R3	
S-LSA Table R3			R1	300
1.0.0.0	R1	110	R2	300
1.0.0.0	R2	210		

Вычисления R3, R4



Routing T. R5	
1.0.0.0	10

Routing T. R6	
R3	200
R4	300

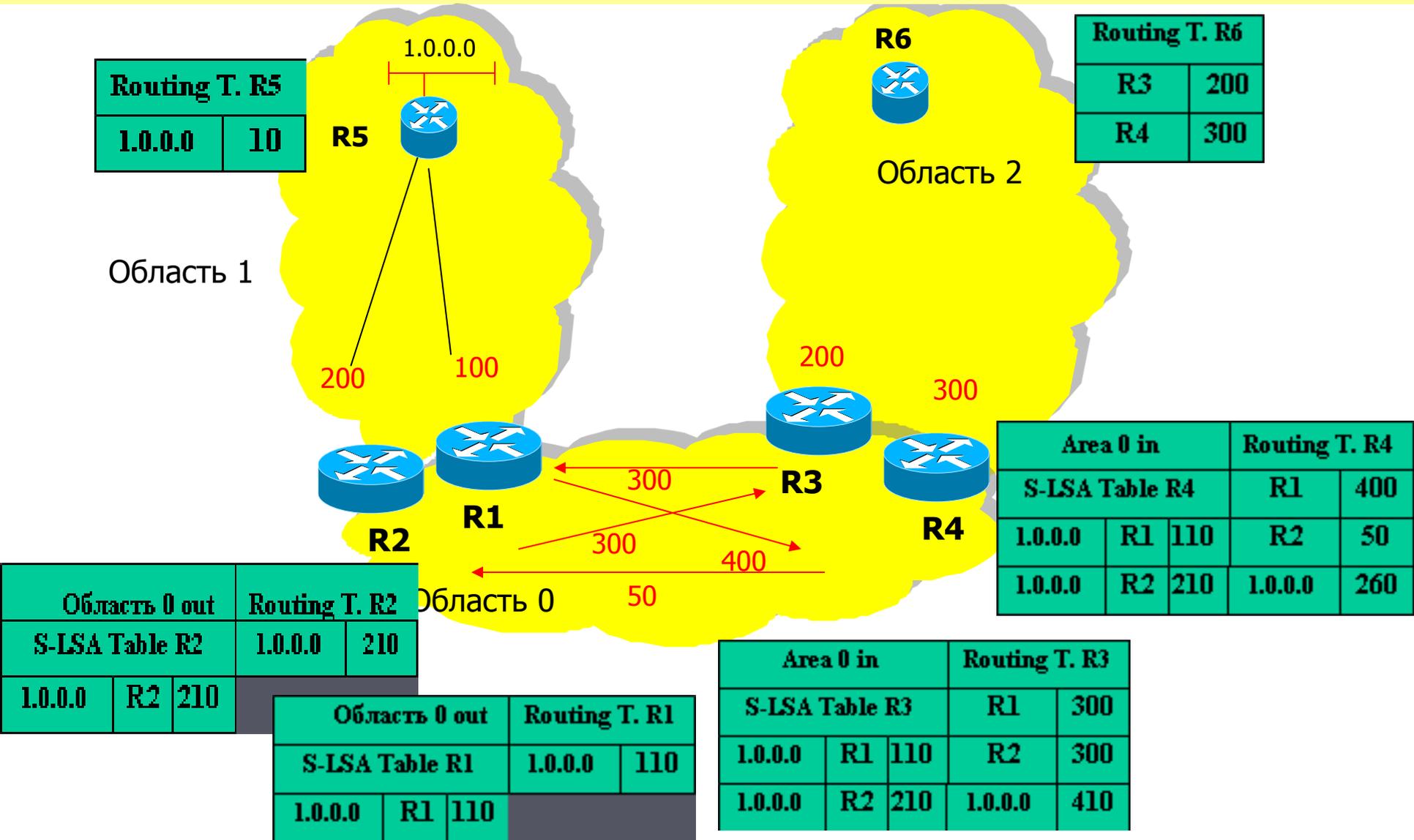
Область 0 out			Routing T. R2	
S-LSA Table R2			1.0.0.0	210
1.0.0.0	R2	210		

Область 0 out			Routing T. R1	
S-LSA Table R1			1.0.0.0	110
1.0.0.0	R1	110		

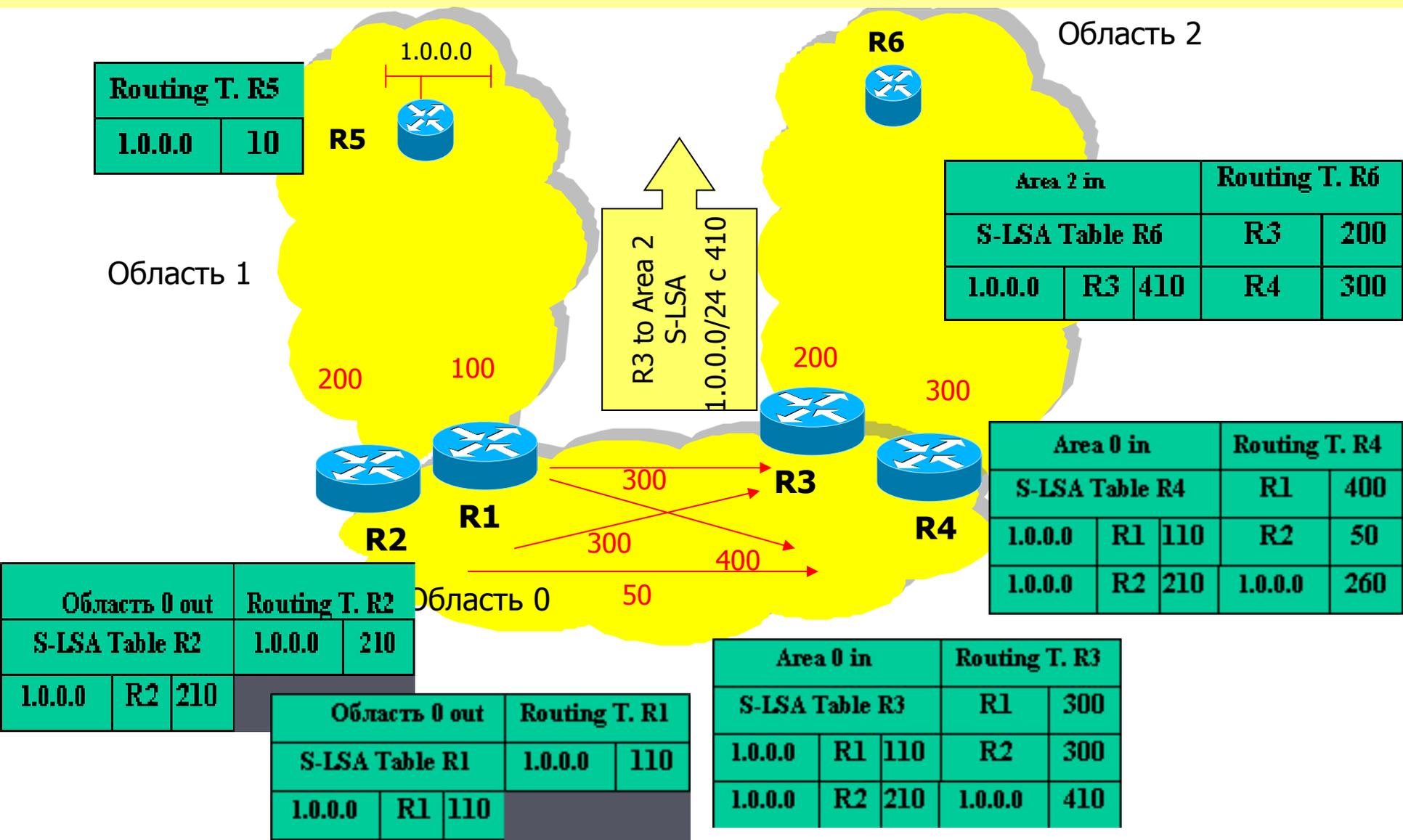
Область 0 in			Routing T. R4	
S-LSA Table R4			R1	400
1.0.0.0	R1	110	R2	50
1.0.0.0	R2	210	1.0.0.0	260

Область 0 in			Routing T. R3	
S-LSA Table R3			R1	300
1.0.0.0	R1	110	R2	300
1.0.0.0	R2	210	1.0.0.0	410

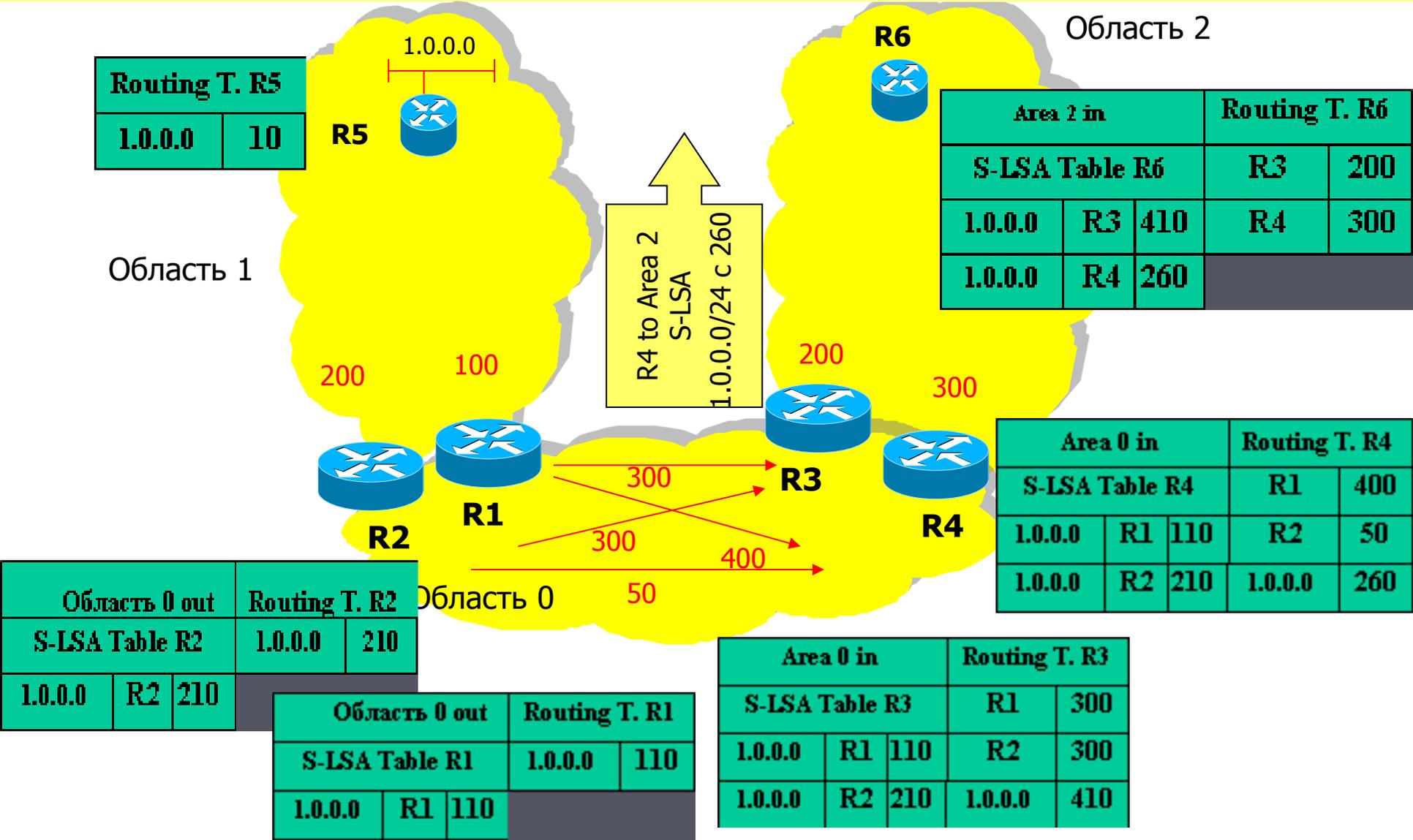
Лучший путь к 1.0.0.0 для R3, R4



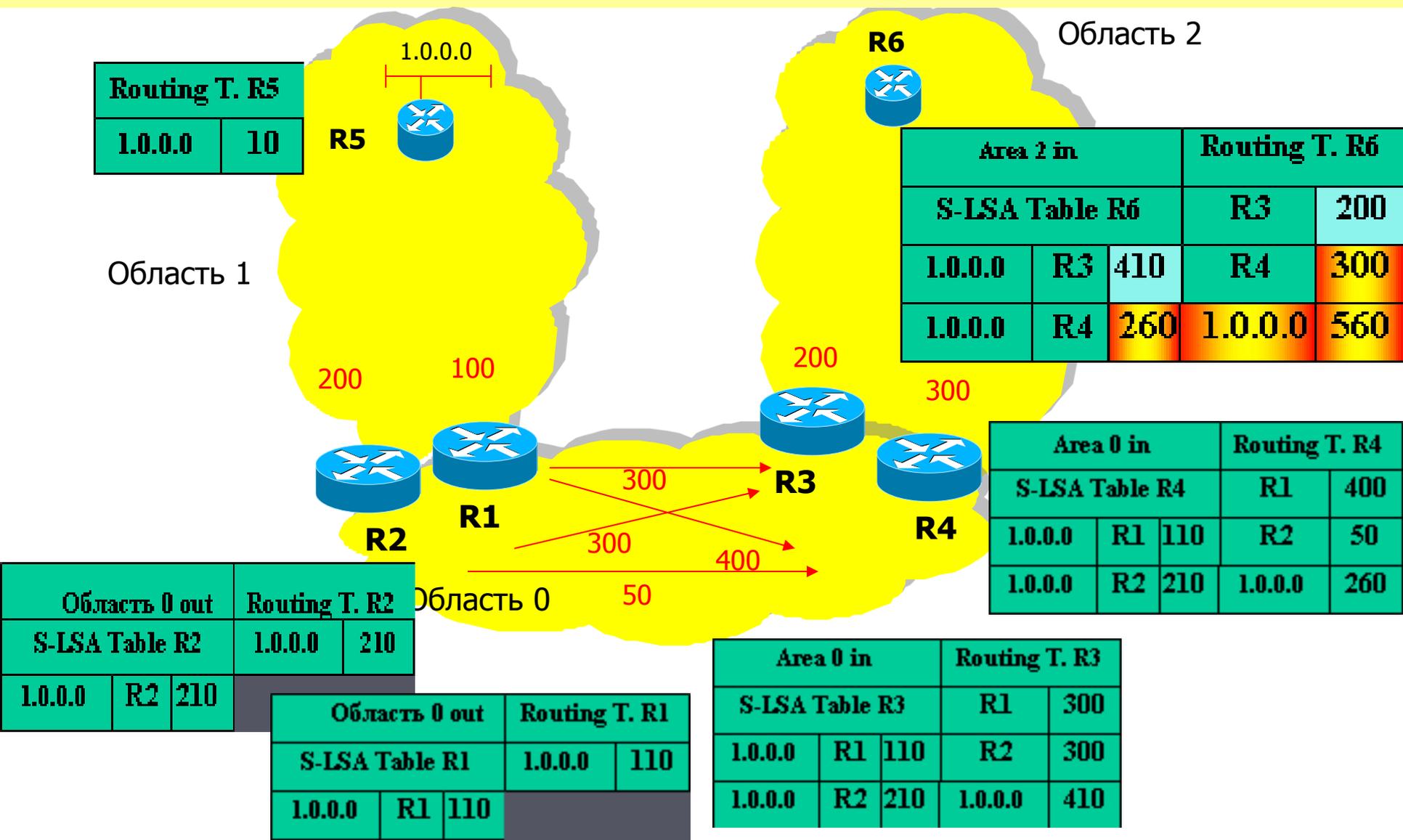
ABR R3 -> Summary LSA 1.0.0.0



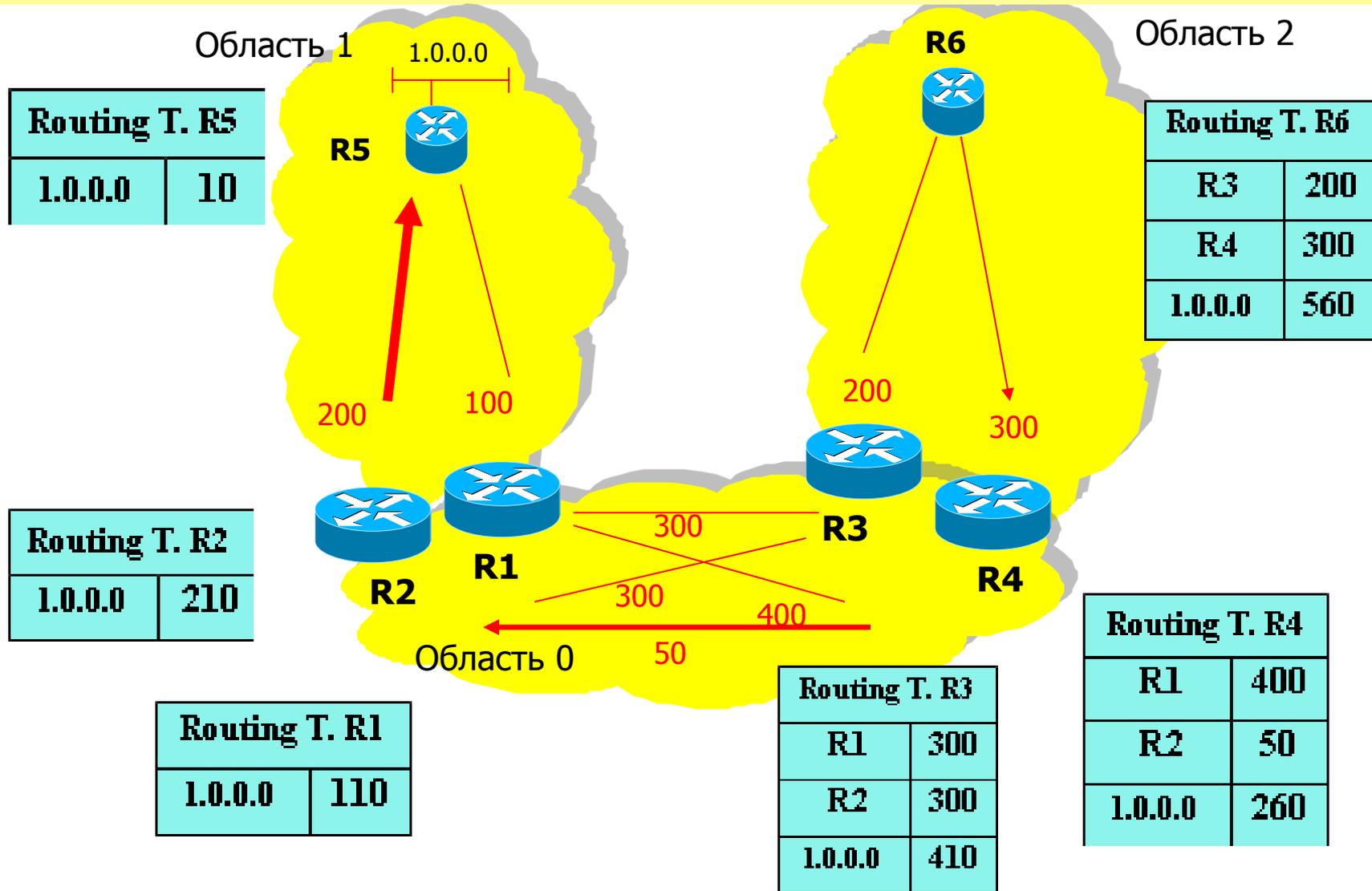
ABR R4 -> Summary LSA 1.0.0.0



ВЫЧИСЛЕНИЯ R6



Лучший путь к 1.0.0.0 для R6



Содержание

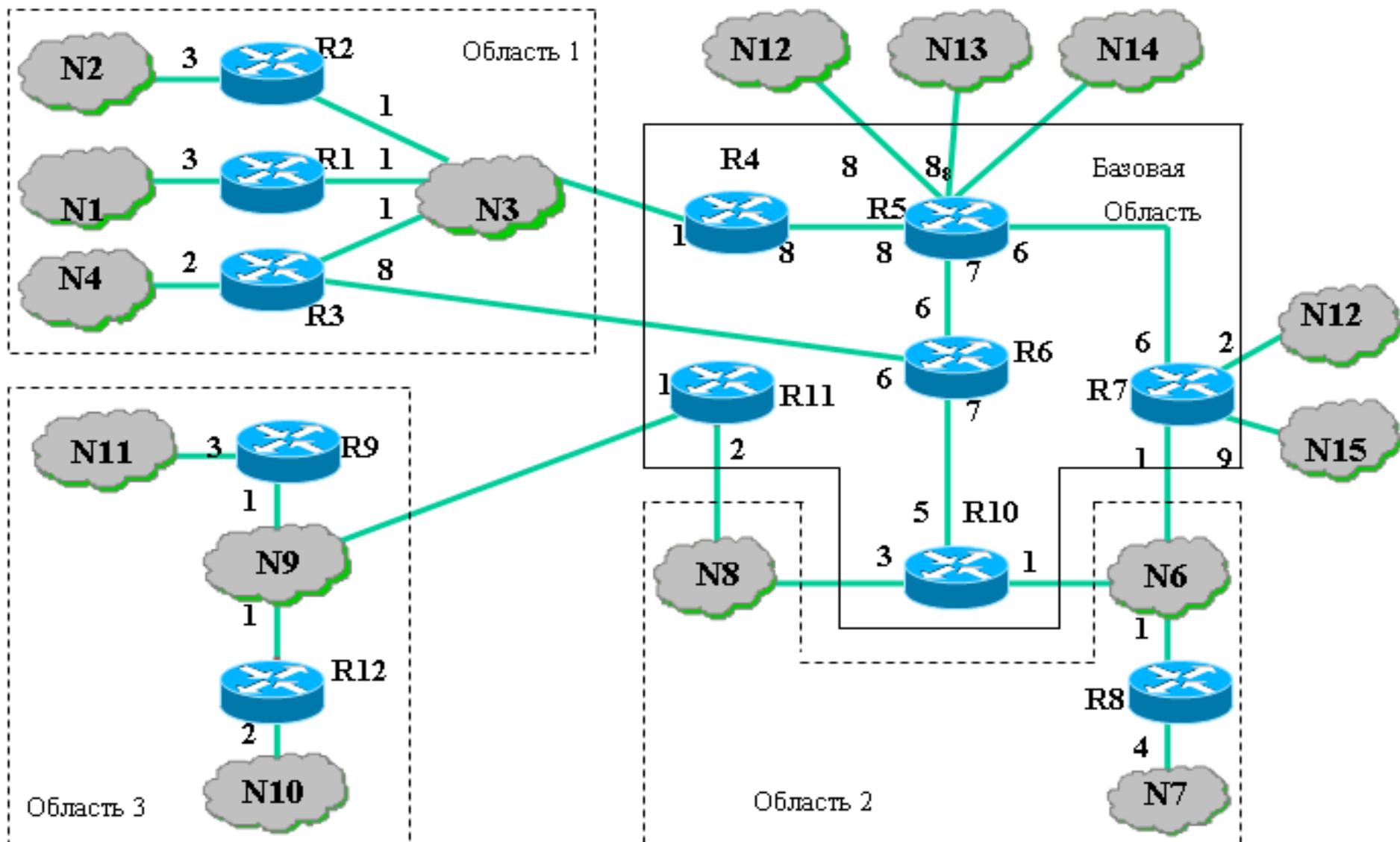
● OSPF расширенные возможности

- принципы области
- Summary LSA Operation пример1
- Summary LSA Operation пример 2
- пример вычисления (Computation)
- области заглушки (Stub Areas)
- Суммирование маршрута
- Виртуальные каналы

● детали заголовка OSPF

- Формат сообщения
- Форматы LSA

Домен OSPF с 4 областями



Домен OSPF с 4 областями

● **внутренние роутеры: 1, 2, 5, 6, 8, 9, 12**

- роутер 1,2 область 1
- роутер 8 область 2
- роутер 9, 12 ... область 3
- роутер 5,6 базовая область

● **пограничные роутеры: 3, 4, 7, 10, 11**

- роутер 3, 4 топология области 1 и базовой
- роутер 7, 10 топология области 2 и базовой
- роутер 11 топология области 3 и базовой

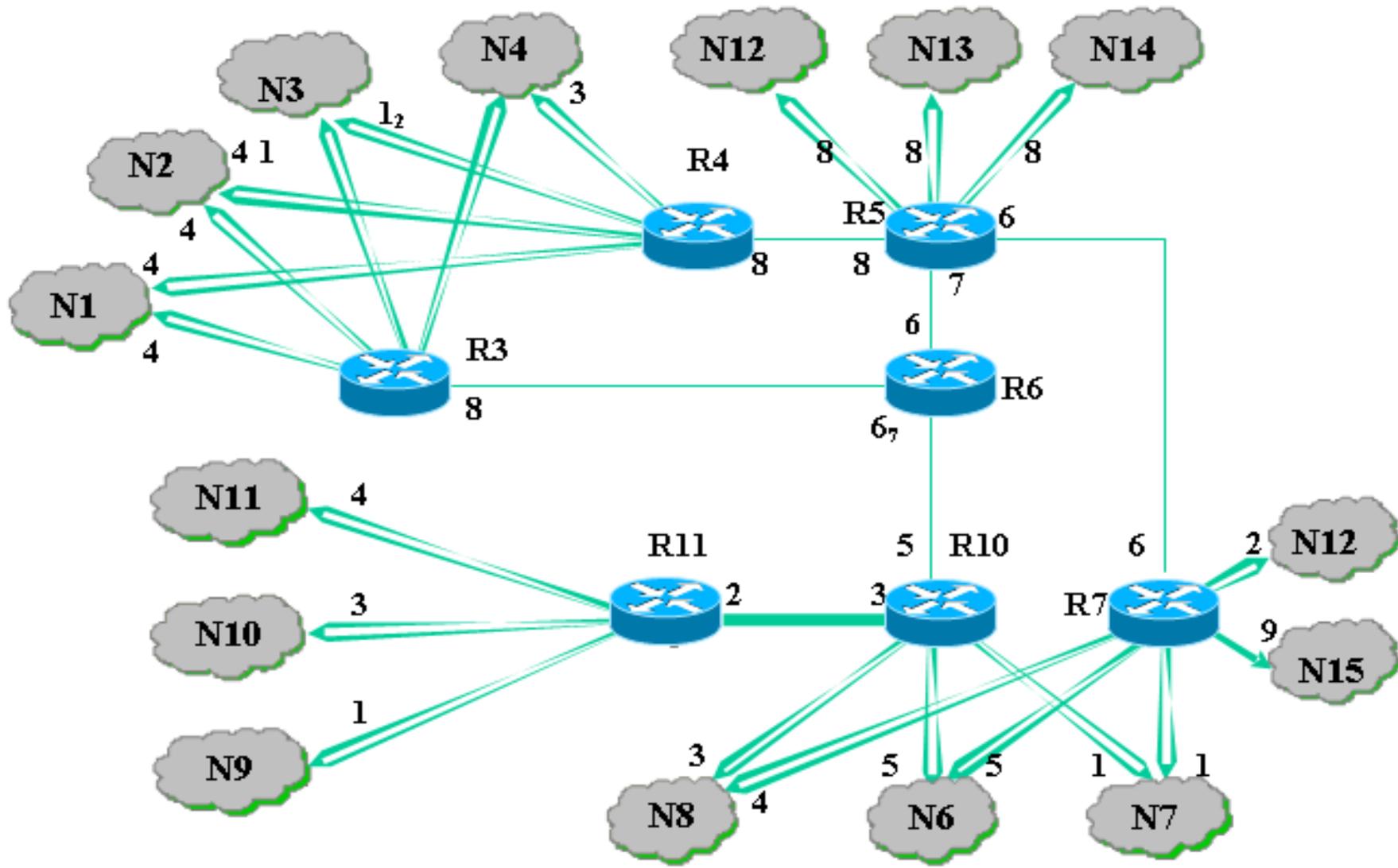
● **базовые роутеры: 4, 5, 6, 7, 10, 11**

- роутер 11 связан с базовым (роутер 10) по виртуальному каналу

Домен OSPF с 4 областями

- **Пограничный роутер автономной системы: 5, 7**
 - дополнительно, роутер 5 и 7 обеспечивают подключения к внешним AS

Базовая топология базы данных



Роутер 3/4 Summary LSAs -> Базовой

- роутер 3 и 4 имеют карту топологии области 1
- Пограничные роутеры 3 и 4 передают сетевую
- информацию (стоимости для достижения внутренних адресатов) в виде Summary LSAs базовой области

Сеть	Стоимость, зарегистрированная R3	Стоимость, зарегистрированная R4
N1	4	4
N2	4	4
N3	1	1
N4	2	3

Роутер 7 Summary LSAs -> Backbone

- у роутера 7 есть карта топологии области 2
- Пограничный роутер 7 передает сетевую информацию области 2 в виде Summary LSA базовой области
- таким образом, регистрируя также R3 и R4

сеть	Стоимость, зарегистрированная R7
N6	1
N7	5
N8	4

Router 10 Summary LSAs -> Backbone

- у роутера 10 есть карта топологии области 2
- Пограничный роутер 10 передает сетевую информацию области 2 через Summary LSA базовой области
- таким образом, регистрируя также R3 и R4

сеть	Стоимость, зарегистрированная R10
N6	1
N7	5
N8	3

Router 11 Summary LSAs -> Backbone

- роутер 11 имеет карту топологии области 3
- пограничный роутер 11 передает сетевую информацию области 3 через Summary LSA базовой области
- таким образом, регистрируя также R3 и R4

сеть	Стоимость, зарегистрированная R11
N9	1
N10	3
N11	4

Router 3/4 SPF Calculation for Backbone

- роутер 3 и 4 имеют карту топологии базовой области
-> роутер 3 и 4 могут вычислить SPF к любому пограничному роутеру

Пограничный роутер	Стоимость R3	Стоимость R4
к R3	*	21
к R4	22	*
к R7	20	14
к R10	15	22
к R11	18	25
к R5	14	8
к R7	20	14

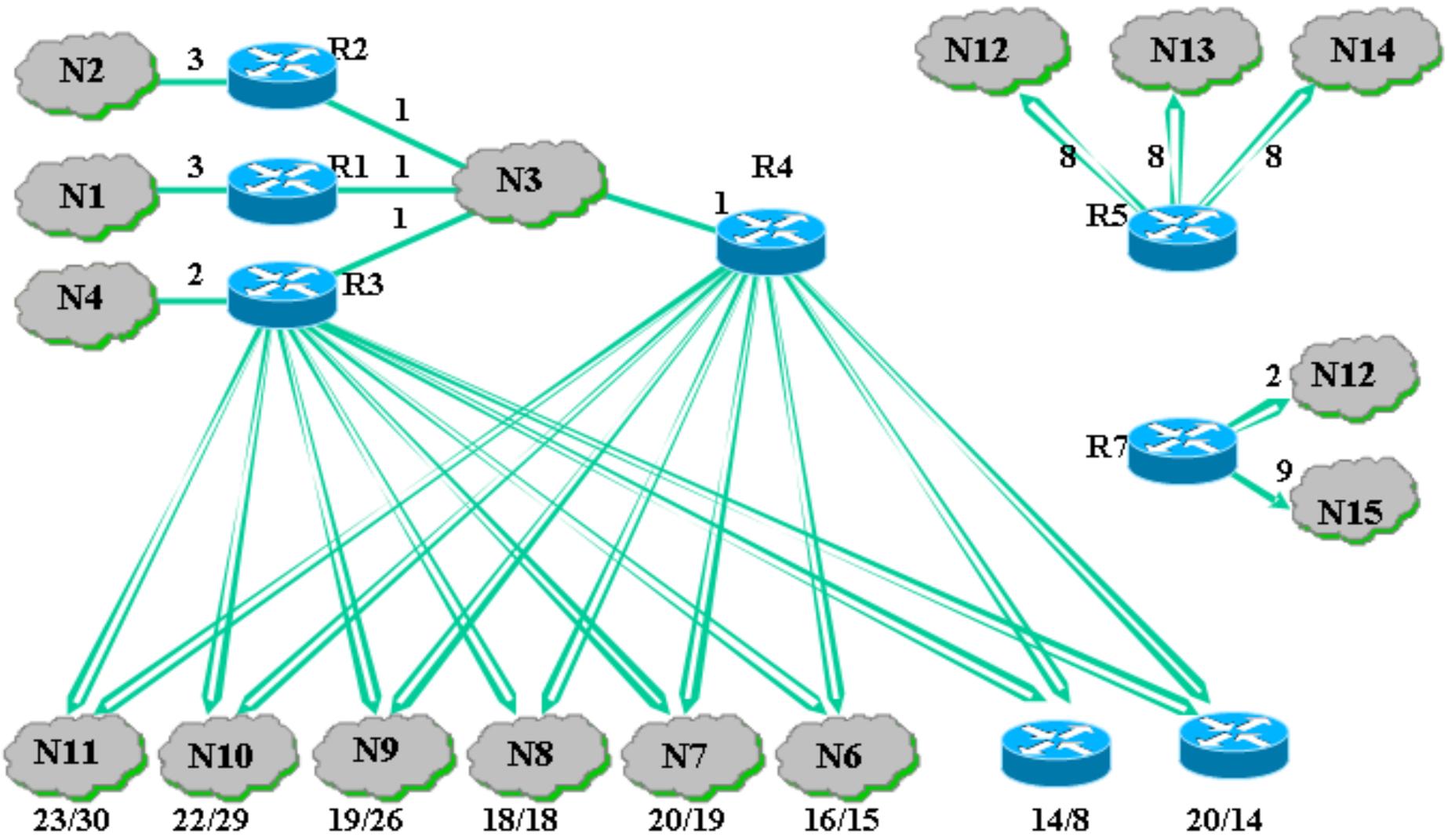
Router 3/4 S-LSAs -> Area 1

• router 3 and 4 может вычислить лучшую стоимость к любым адресатам за пределами области 1

- анализируя Summary LSAs от других ABRs
- и рассчитать SPF до базовых роутеров

расстояние	Стоимость, зарегистрированная R3	Стоимость, зарегистрированная R4
N6	16 (R10)	15 (R7)
N7	20 (R10)	19 (R7)
N8	18 (R10)	18 (R7)
N9	19 (R11)	26 (R11)
N10	21 (R11)	28 (R11)
N11	22 (R11)	29 (R11)
R5	14	8
R7	20	14

Топология базы данных области 1



Стоимость роутера 3 / роутера 4

Таблица маршрутизации R1, R2

- **содержит информацию о стоимости к любой сети (предоставленную Summary LSA от роутера 3 и 4) за пределами области 1**
 - добавлены к внутренним коротким путям пограничных маршрутизаторов R3 и R4 и внутренним маршрутизаторам R1 и R2
 - определение лучших путей к любой подсети
 - лучший путь сохранен в таблице маршрутизации
 - лучший путь от R1, R2 к
 - ✓ N6 через R4 со стоимостью 16
 - ✓ N7 через R4 со стоимостью 20
 - ✓ N8 через R3/R4 со стоимостью 19
 - ✓ N9 через R3 со стоимостью 20 и т.д.

Содержание

● OSPF расширенные возможности

- принципы области
- Summary LSA Operation пример1
- Summary LSA Operation пример 2
- пример вычисления (Computation)
- области заглушки (Stub Areas)
- Суммирование маршрута
- Виртуальные каналы

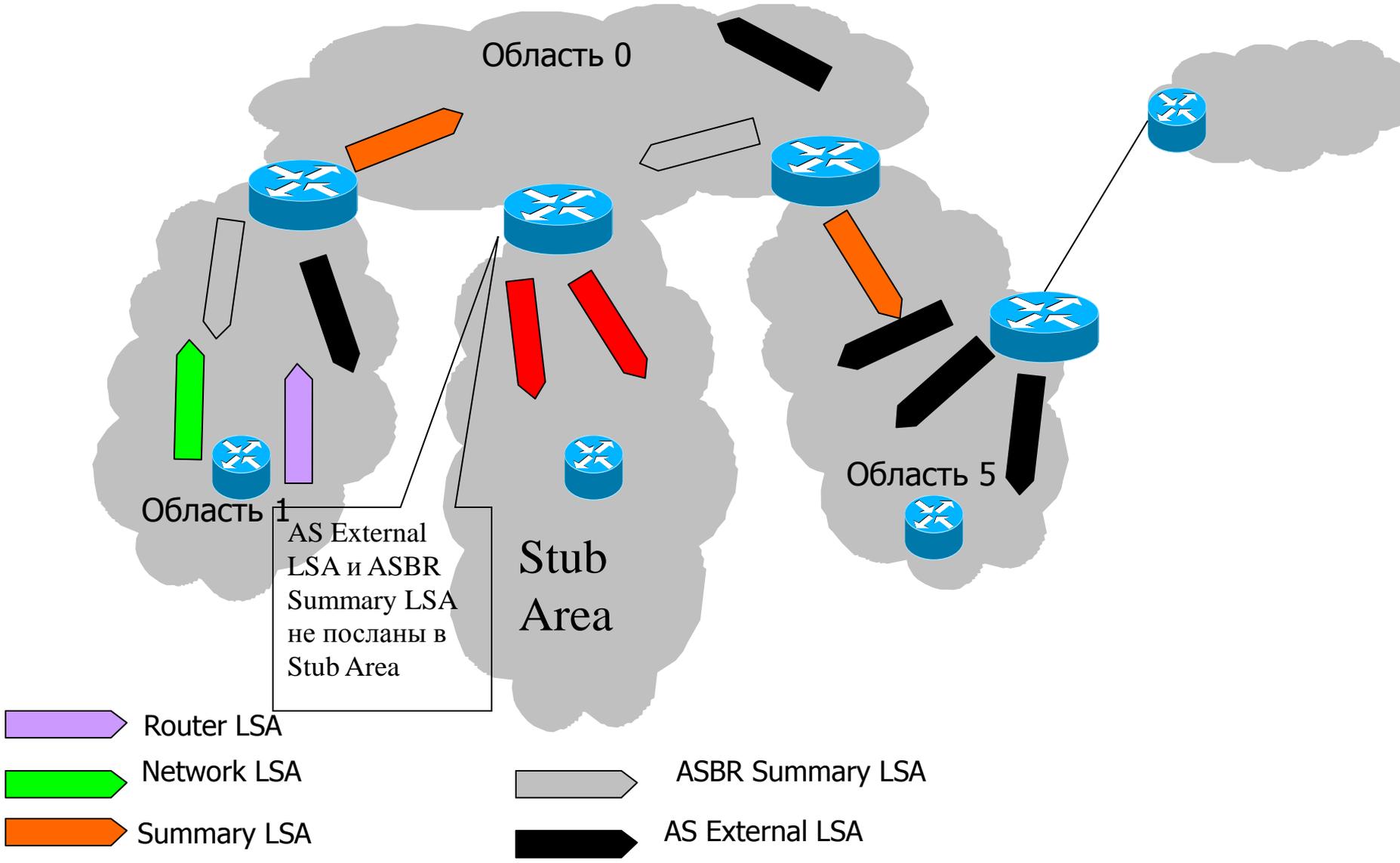
● детали заголовка OSPF

- Формат сообщения
- Форматы LSA

OSPF Stub Areas

- **обычно, каждый внутренний роутер получает информацию обо всех сетях**
 - внутренние и внешние NET-IDs
- **OSPF позволяет определить Stub Areas**
 - минимизировать требования к памяти внутренних маршрутизаторов небазовых областей для внешних сетей
 - только пограничный маршрутизатор специфической (particular) области знает всех внешних адресатов
 - внутренние маршрутизаторы получают только вход маршрута по умолчанию (к ABR)

Stub Area



OSPF полные короткие области

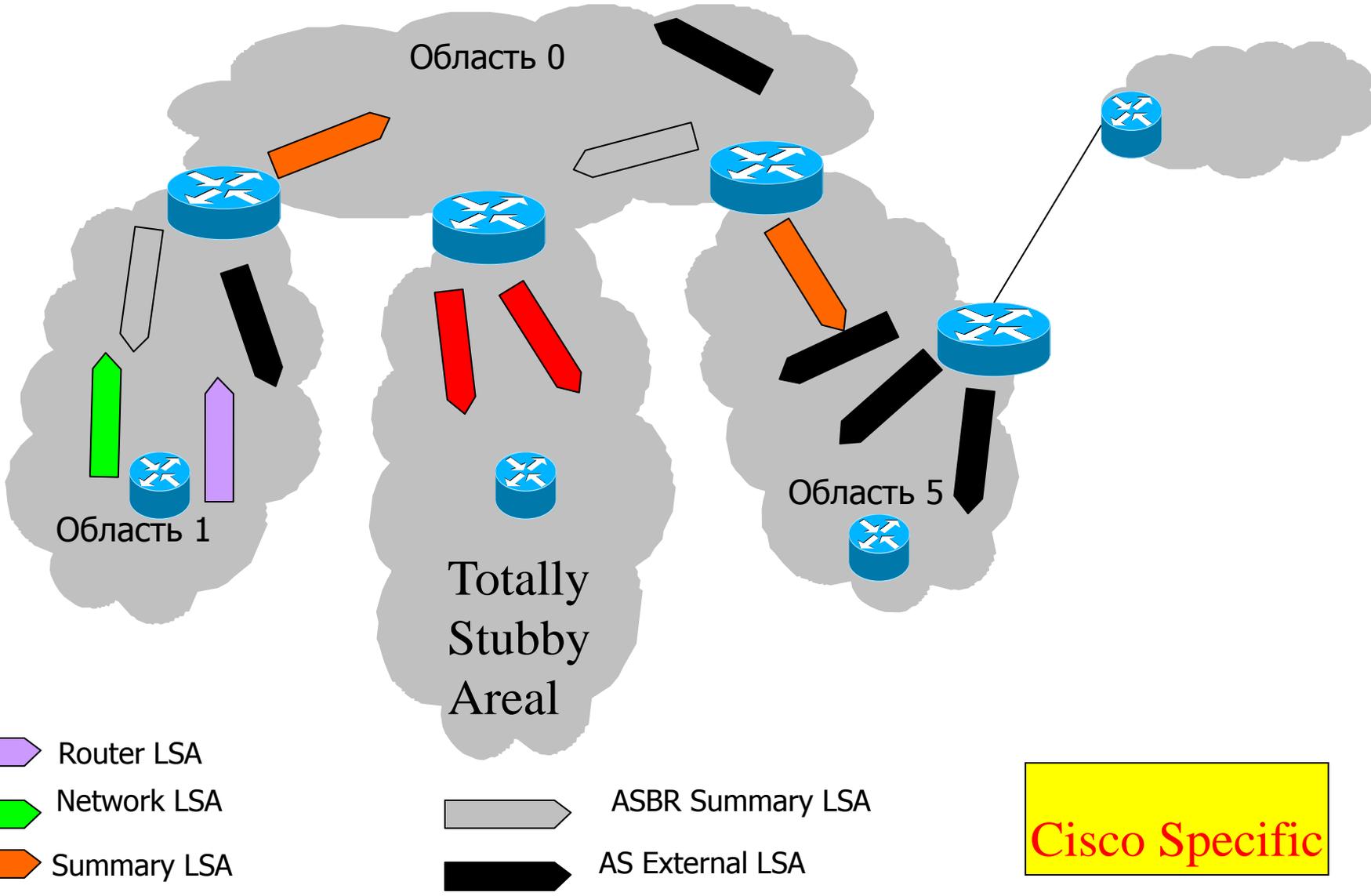
● Cisco позволяет определить Totally Stubby Areas

- внутренние роутеры следуют за маршрутом по умолчанию для сетей других областей (никакой Summary-LSA)
- это предназначается для внутренних сетей других областей

● В такой области

- ASBRs запрещены

Полностью Stubby Area



Cisco Specific

Содержание

● OSPF расширенные возможности

- принципы области
- Summary LSA Operation пример1
- Summary LSA Operation пример 2
- пример вычисления (Computation)
- области заглушки (Stub Areas)
- Суммирование маршрута
- Виртуальные каналы

● детали заголовка OSPF

- Формат сообщения
- Форматы LSA

Summary LSA и суммирование маршрута

- **Summary LSA сгенерирован пограничным маршрутизатором, чтобы сообщить**
 - маршрутизаторам в его области о стоимости сетей снаружи
 - ✓ --> import of net-IDs
 - маршрутизаторам вне его области о стоимости внутренних сетей
 - ✓ --> export of net-IDs
- **Дополнительно Summary Link LSA может использоваться для суммирования маршрута**
 - несколько net-IDs могут быть суммированы с одним net-ID, используя соответствующую маску подсети

Суммирование маршрута (1)

- **Суммирование маршрута может быть сформировано вручную для пограничных маршрутизаторов**
 - минимизировать число входов таблицы маршрутизации
 - обеспечить разделение областей OSPF
- **в основном, домен OSPF позволяет объединить любой IP-адрес с любыми произвольными масками подсети**
 - Бесклассовая маршрутизация
- **никакого автоматического суммирования маршрута IP адреса на границе класса (A, B или C) как в RIPv1**
 - замечание: RIPv1 осуществляет классовую маршрутизацию

Суммирование маршрута (2)

- **суммирование может произойти в любом месте IP-адреса**
- **например, многие адреса класса C могут быть суммированы с одним адресом (с префиксом)**
 - ✓ адреса класса C от 201.1.0.0 до 201.1.255.0 (маска подсети 255.255.255.0) могут быть суммированы с одним 201.1.0.0 с маской подсети 255.255.0.0
 - замечание1: суммируя несколько сетей, сообщают только о самой низкой стоимости всех этих сетей (RFC1583)
 - замечание2: суммируя несколько сетей, сообщают только о самой высокой стоимости всех этих сетей (RFC 2328)

Суммирование маршрута (3)

• OSPF Route Summarization demands

- умное (clever) присваивание (assignment) IP-адресов и областей для суммирования маршрута

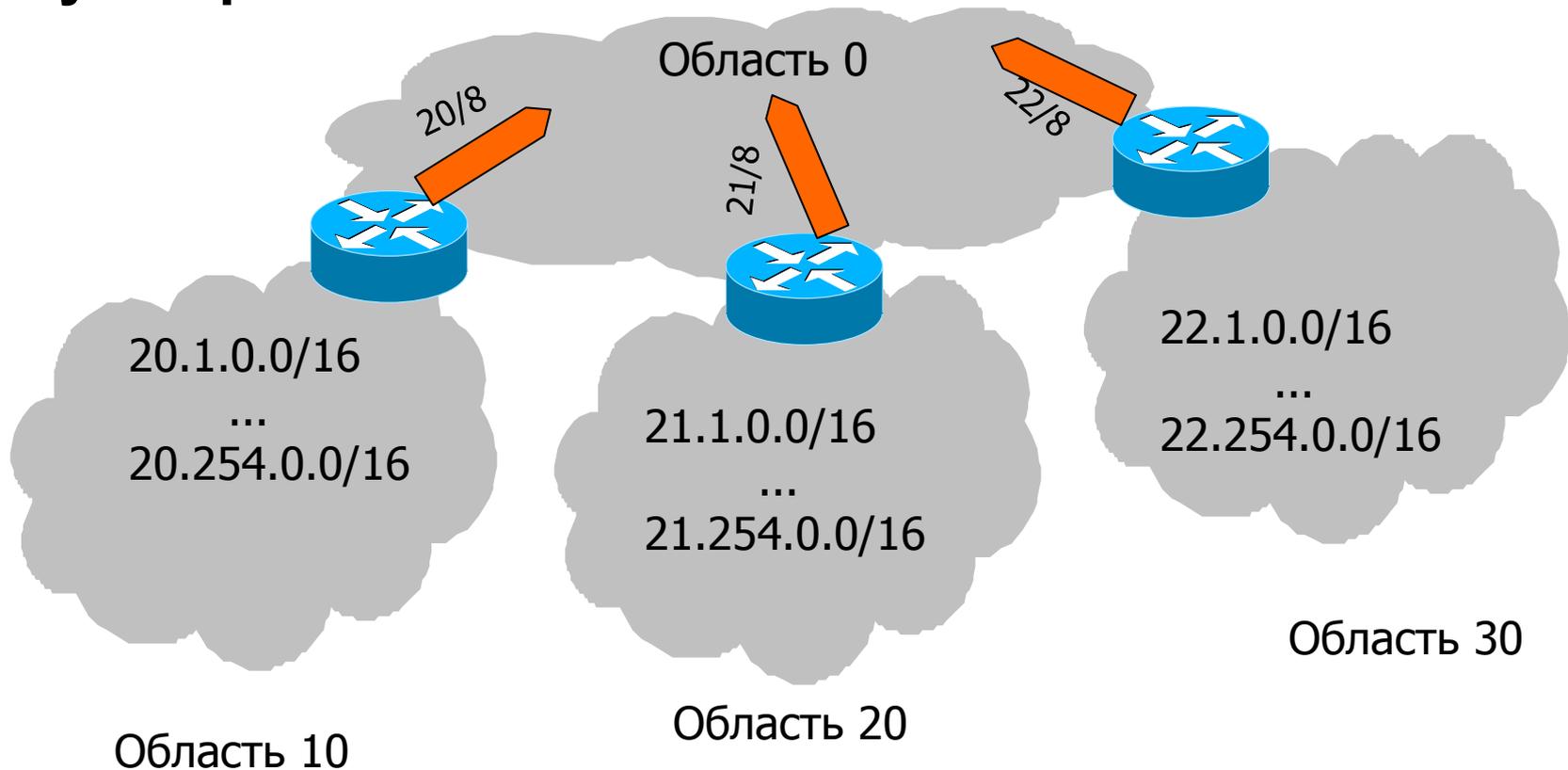
• hence OSPF not only forces a star shaped area topology but also demands for a sound IP-address design

• замечание:

- это возможно, для использования произвольных масок подсети и произвольных адресов где-нибудь в сети вследствие бесклассовой маршрутизации
- в случае конфликта применено "Longest Match Routing Rule"
- это значит плохой network design

Пример суммирования

- Эффективный OSPF address design требует иерархической адресации
- План адреса (Address plan) должен поддерживать суммирование в ABRs



Содержание

● OSPF расширенные возможности

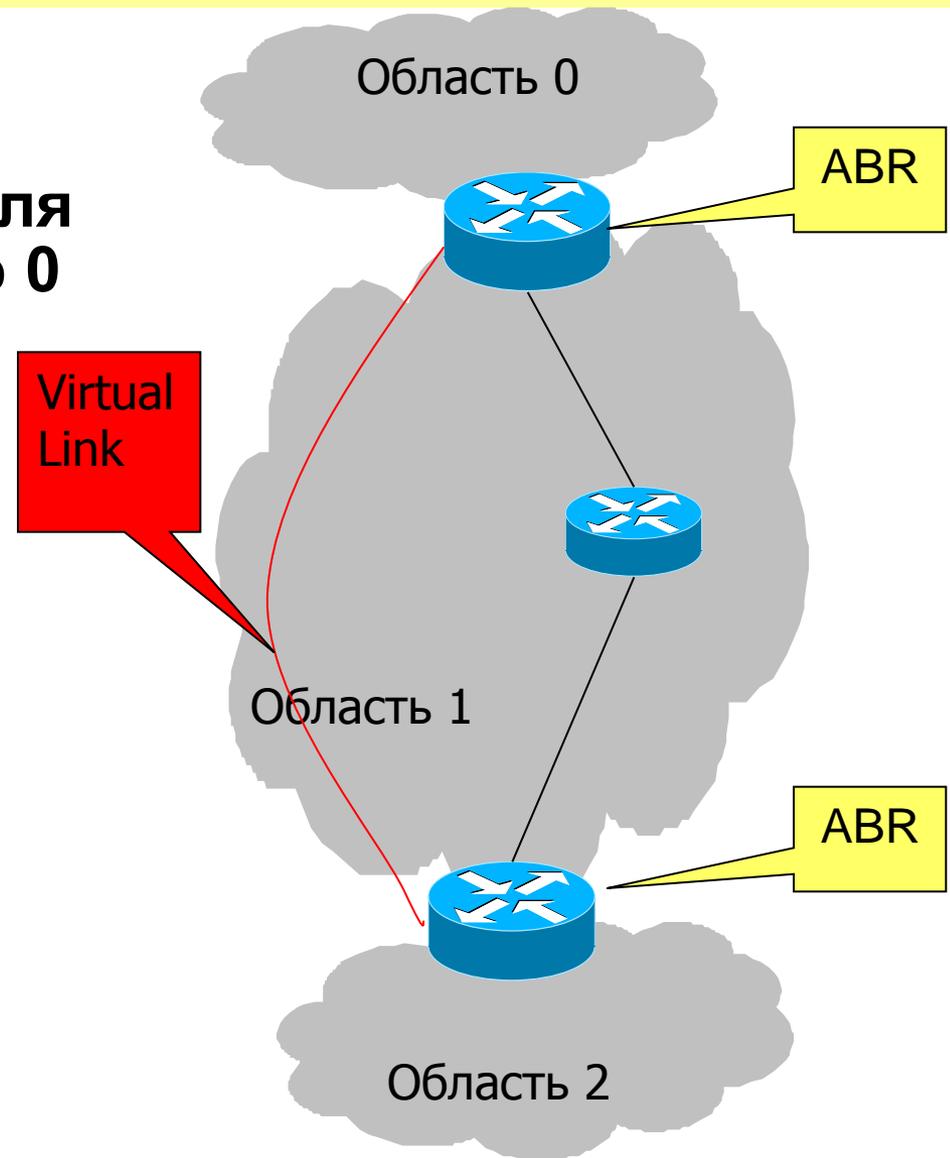
- принципы области
- Summary LSA Operation пример1
- Summary LSA Operation пример 2
- пример вычисления (Computation)
- области заглушки (Stub Areas)
- Суммирование маршрута
- Виртуальные каналы

● детали заголовка OSPF

- Формат сообщения
- Форматы LSA

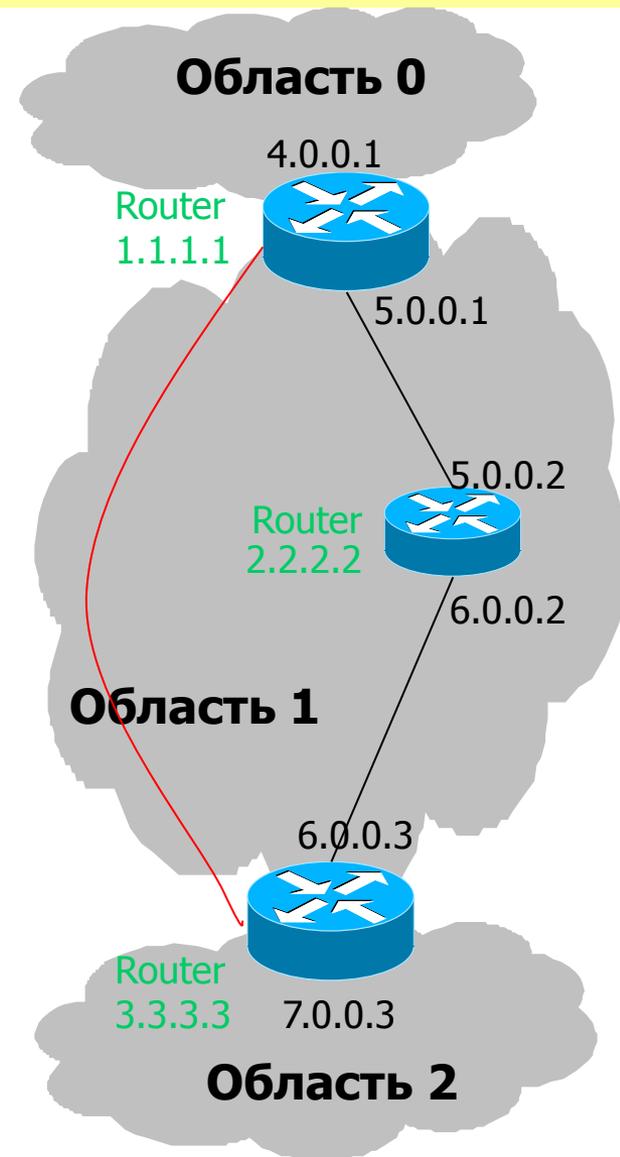
Виртуальные каналы

- Другой способ – использование двухточечного туннеля для подключения с областью 0
- У транзитной области должна быть полная информация маршрутизации
 - Не должна быть область заглушки (stub area)
- Плохой Design!



Пример виртуального канала

- теперь у роутера 3.3.3.3 есть интерфейс в области 0
- Роутер 3.3.3.3 становится пограничным роутером
 - генерирует summary LSA для сети 7.0.0.0/8 в область 1 и область 0



Содержание

● OSPF расширенные возможности

- принципы области
- Summary LSA Operation пример1
- Summary LSA Operation пример 2
- пример вычисления (Computation)
- области заглушки (Stub Areas)
- Суммирование маршрута
- Виртуальные каналы

● детали заголовка OSPF

- Формат сообщения
- Форматы LSA

Формат сообщения OSPF

0	8	16	31
версия	тип	длина пакета	
ID роутера			
ID области			
Контрольная сумма		Тип аутентификации	
аутентификация			

Заголовок OSPF

Заголовок OSPF

• Версия

• тип сообщения OPSF

- 1 Hello Message
- 2 Database Description
- 3 Link Status Request
- 4 Link Status Update
- 5 Link Status Acknowledgement

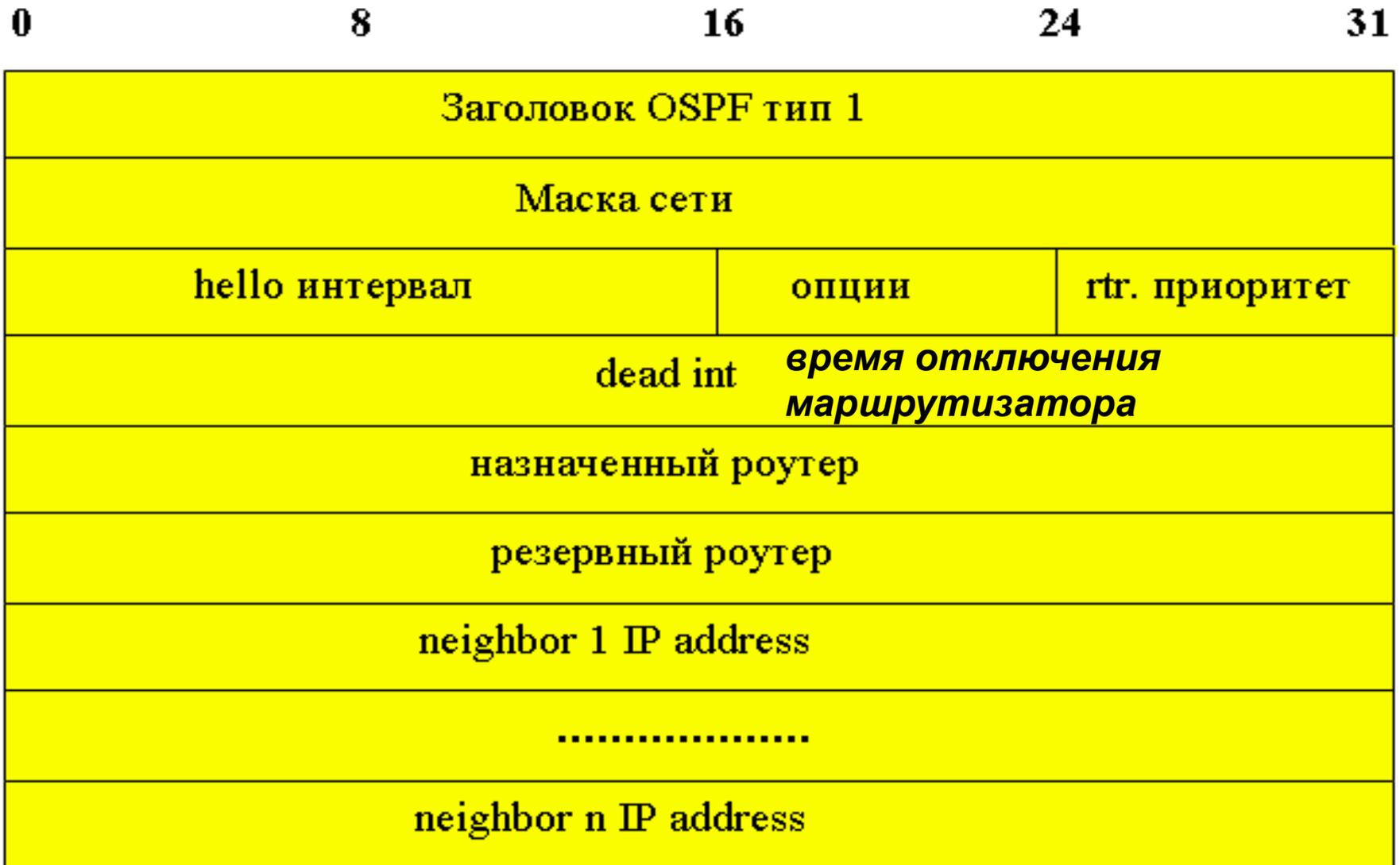
• ID роутера, ID области

- IP -адрес (наибольший IP-адрес или фиктивный IP-адрес) маршрутизатора, посылающего это сообщение, и номер области

• Тип аутентификации

- 0 ... нет аутентификации; 1 простая аутентификация с паролем; 2 ... криптографическая аутентификация

OSPF Hello Message



OSPF Hello Message

● Маска сети

- маска подсети интерфейса, через который было послано сообщение

● HELLO интервал

- Время в секундах между двумя Hello-messages

● RTR PRIORITY

- приоритет для определения назначенного и резервного роутера
 - ✓ целое положительное число, используется при выборе резервного (backup) роутера
 - ✓ Если приоритет равен нулю, данный роутер никогда не будет использован в качестве резервного

● DEAD INT

- временной интервал в секундах, по истечении которого "молчащий" роутер считается вышедшим из строя

OSPF Hello Message

● Опции

- T - бит ... роутер поддерживает маршрутизацию по полю тип сервиса (ToS) IP пакета.
 - ✓ определяет сервисные возможности роутера (ToS).
 - ✓ ToS IP содержит 4 бита (задержка, пропускная способность, надежность, стоимость) -> обеспечивает 16 (???) различных метрик
 - ✓ Если T=0, это означает, что роутер поддерживает только один вид услуг (TOS=0) и он не пригоден для маршрутизации с учетом вида услуг.
 - Такие маршрутизаторы, как правило, не используются для транзитного трафика.
- E – бит характеризует возможность внешней маршрутизации (External Link Advertisements)
 - ✓ E=1 - роутер посылает или получает информацию от внешних AS.
 - ✓ E=0 - роутер не будет посылать или принимать маршрутную информацию от внешних AS.
 - ✓ E - Bit механизм для «Tagged External» (маркировка внешних маршрутов в целой области)

OSPF Hello Message

- M - бит ... указывает multicast OSPF (MOSPF)

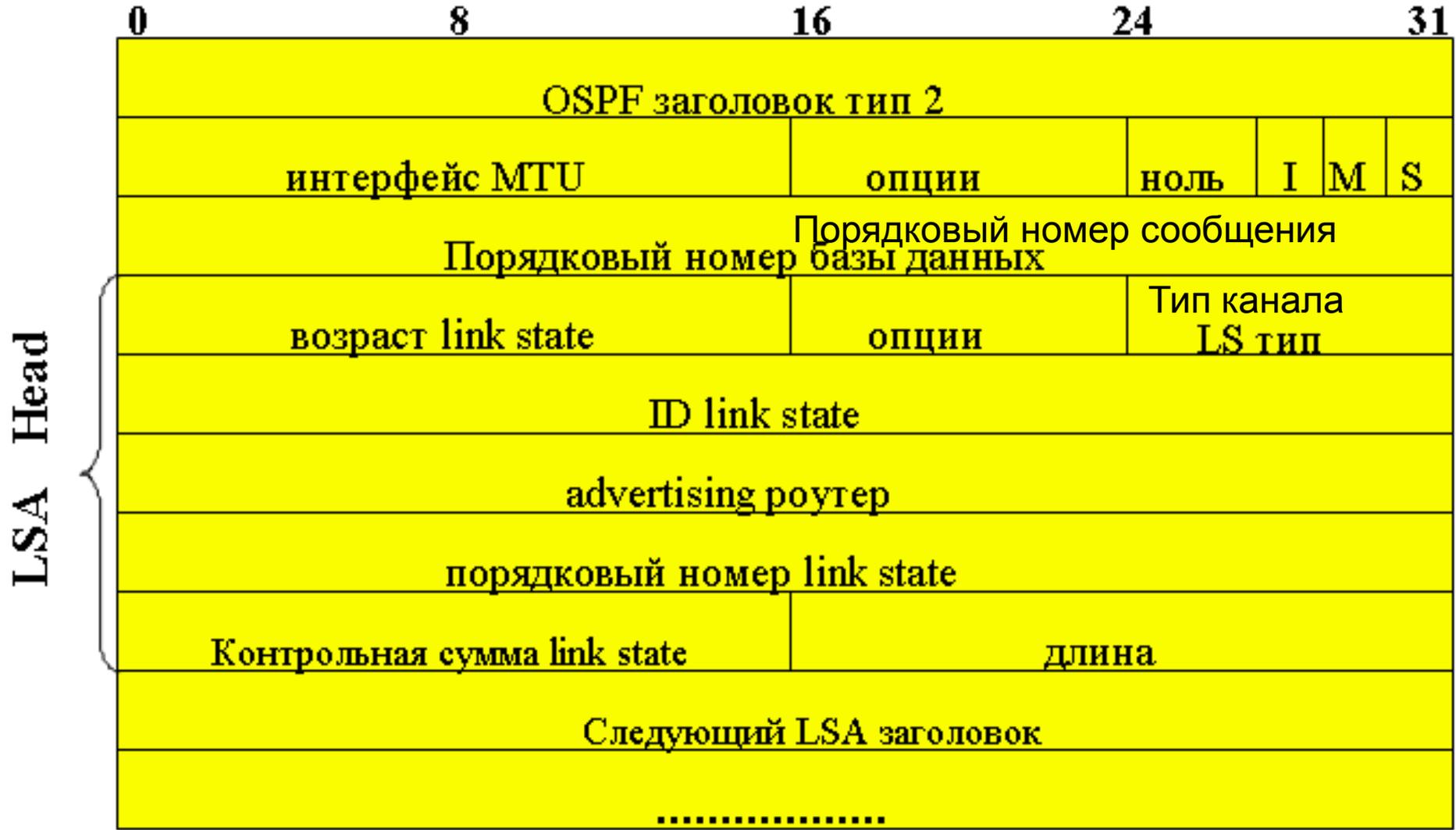
● Назначенный + Резервный роутер

- IP-адреса назначенного и резервного роутеров
 - ✓ Предполагаемые передающим роутером для этого сегмента сети

OSPF использование Hello Message

- установка и тестирование достижимости соседей
- определение назначенных роутеров
- обнаружение отказа (роутера или канала)
- значения **DEAD INT** и **HELLO INTERVAL** влияют на продолжительность времени, в течении которого роутер должен
 - обнаружить отказы и
 - выбрать **НОВЫЙ** путь

Сообщение описания базы данных OSPF



Сообщение описания базы данных OSPF

- используется для инициализации топологии базы данных после установления связи

- принцип клиент-сервер (master / slave)

- опции такие же как в заголовке OSPF

- **Флаги**

Биты I и M для пересылки содержимого базы данных по частям

- I=1 ... первый пакет описания базы данных
- M=1 ... будут следовать дальнейшие пакеты описания базы данных

Бит S определяет кем послано сообщение (иногда называют MS)

- S=1 для сервера (master)
- S=0 для клиента (slave)

Сообщение описания базы данных OSPF

• номер сообщения по порядку

- служит для контроля пропущенных блоков
- Первое сообщение содержит случайное целое число M , последующие $M+1, M+2, \dots, M+L$.

• возраст LINK STATE

- описывает возраст сообщения LINK STATE
- первоначально устанавливается в ноль; увеличивается каждым передающим роутером

• Тип LINK STATE (LS) и LINK STATE ID

- один из пяти LS type
- тип идентифицирует Link State ID и диапазон данных LSA
- Description Message содержит только LSA-заголовки!!!

OSPF Database Description Message

- Тип LS и соответствующий Link State ID:

Link State Type:

Link State ID:

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| 1. Router LSA | -> ID исходного роутера |
| 2. Network LSA | -> IP адрес DR |
| 3. Summary LSA
(IP сети) | -> IP адрес сети адресата |
| 4. Summary LSA
(ASBR) | -> ID роутера ASBR |
| 5. AS External LSA | -> IP адрес сети адресата |

Тип LS → LS ID → назначение

<u>Link State Type:</u>	<u>Link State ID:</u>	<u>Назначение</u>
1. Router LSA	ID исходного роутера	Использует любой роутер; описывает состояния интерфейсов роутеров
2. Network LSA	IP-адрес DR	Использует DR внутри области; описывает какие роутеры подключены к тому же сегменту сети
3. Summary LSA (IP сети)	IP-адрес сети адресата	используют пограничные роутеры (ABRs) для анонса сетей за пределы области
4. Summary LSA (ASBR)	ID роутера ASBR	Используют пограничные роутеры автономных систем (ASBR) характеризует маршруты, ведущие к пограничным маршрутизаторам автономной системы.
5. AS External LSA	IP-адрес сети адресата	использует ASBR для анонса внешних сетей (outside OSPF domain, Net-IDs of other AS)

OSPF Database Description Message

● использование типов LSA:

- тип 1 - используется любым роутером в области; описывает «состояние каналов (интерфейсов) роутера» Router Link State в этой области (Router-LSA)
- тип 2 - используется назначенными роутерами в области; описывает какие роутеры подключены к тому же сегменту сети (Network LSA)
- тип 3 - используют пограничные роутеры для анонса сетей за пределы области (Summary LSA),
- тип 4 - формируют пограничные роутеры автономных систем (ASBR)
- тип 5 - использует ASBR для объявления внешних сетей (не входящих в OSPF домен, Net-IDs другой AS)
 - характеризует маршруты, ведущие к пограничным маршрутизаторам автономной системы.

OSPF Database Description Message

● ADVERTISING ROUTER

- ID роутера, который генерирует (рекламирует) информацию о состоянии канала

● Последовательная нумерация LINK STATE

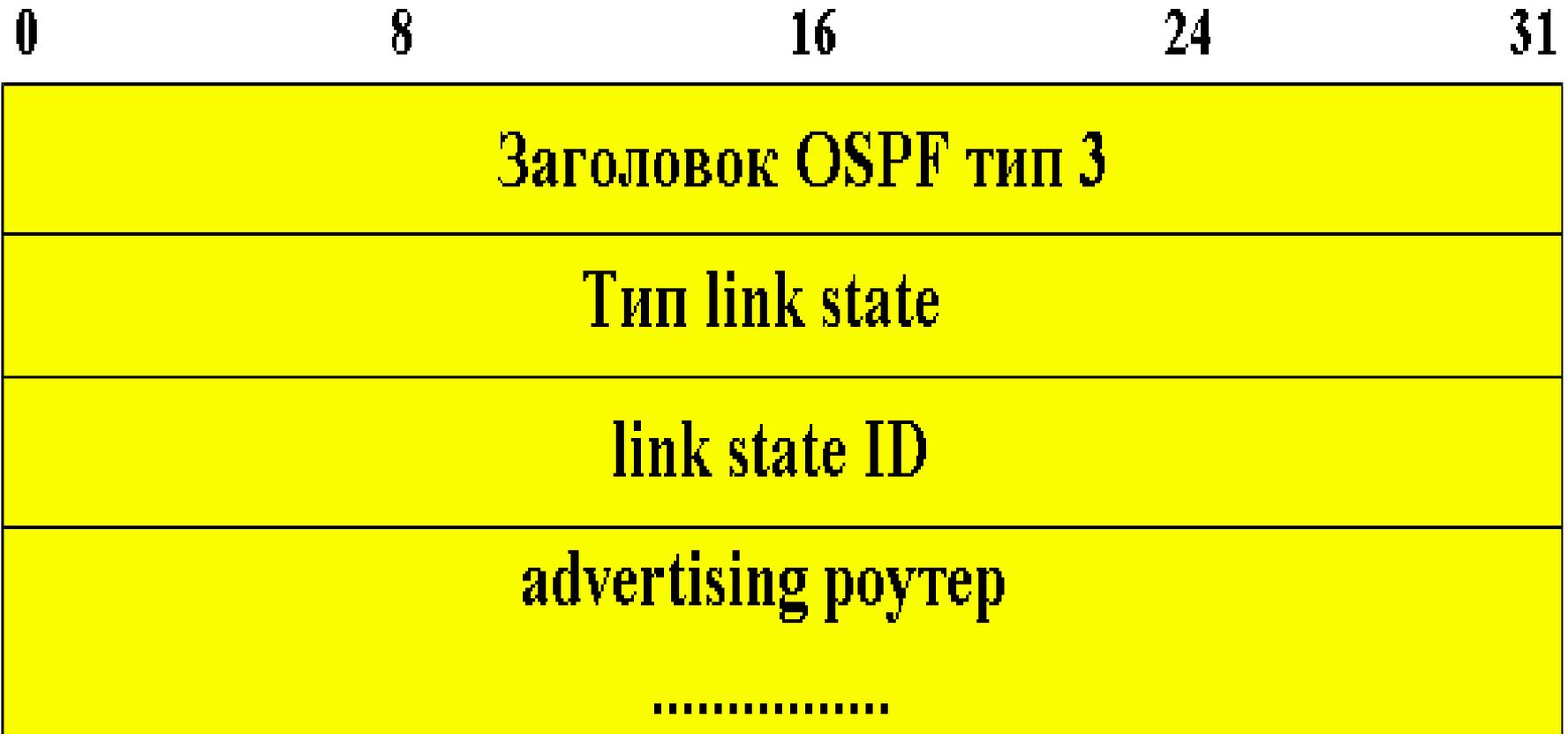
- Для контроля правильности поступления последовательно генерируемой информации о состоянии связи (link state) из LSA

● Длина

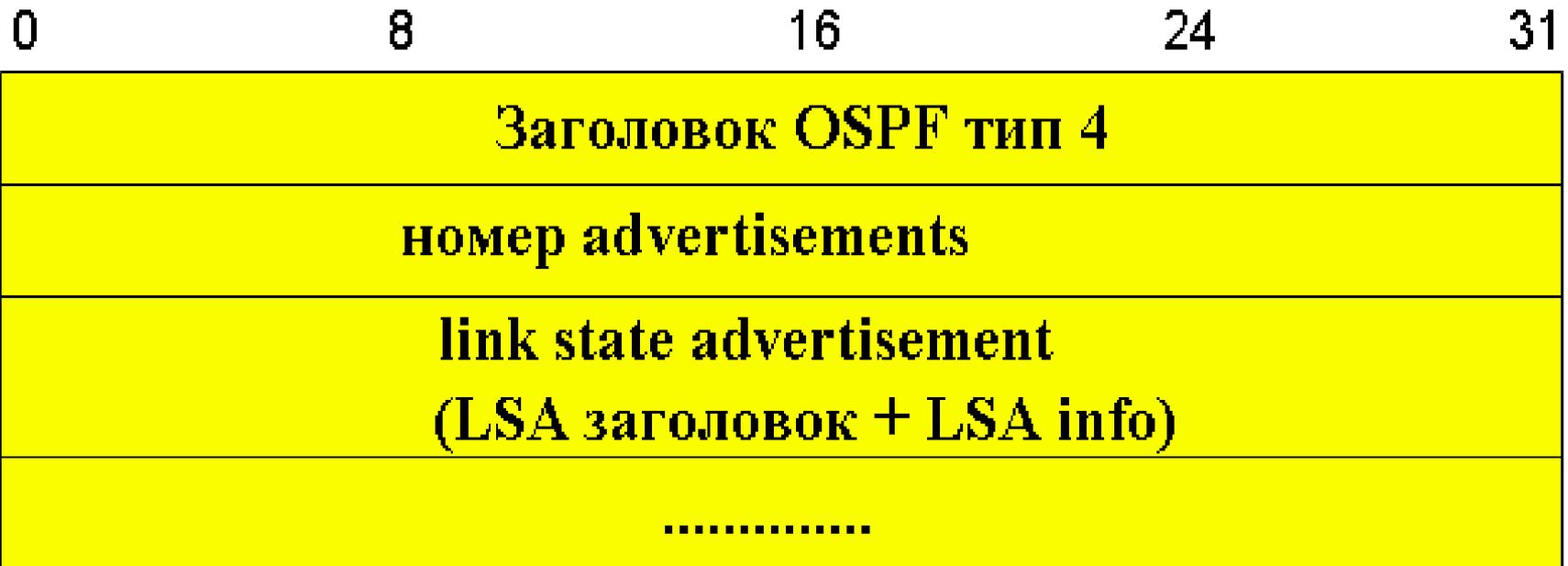
- длина LSA, включая LSA-заголовков
- дальнейшие входы только в случае Update Messages (не сообщения описания базы данных)

● LINK STATE контрольная сумма

OSPF Link State Request Message



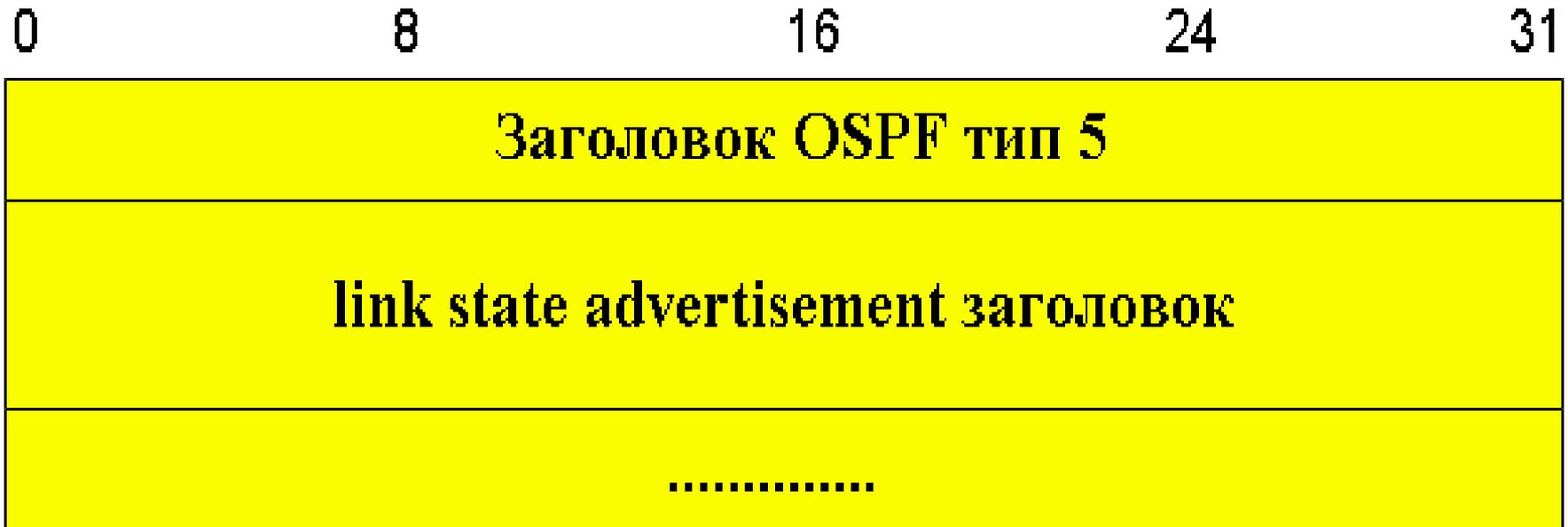
OSPF Link State Update Message



OSPF LS Request/Update Message

- запросы сообщения вызывают одно или более Link State Updates от соседней базы данных
- соседний роутер отвечает Link State Update
 - содержит LSA-заголовков и связывающую информацию -> Link State Advertisement, LSA
- Link State Update Message обновляет информацию о состоянии каждые 30 минут
- каждое Update Message подтверждается Acknowledgement Message

OSPF LS Acknowledgement Message



Чтобы допустить надлежащее подтверждение, Link State Acknowledgement Message содержит LSA заголовок и предыдущее Update

Содержание

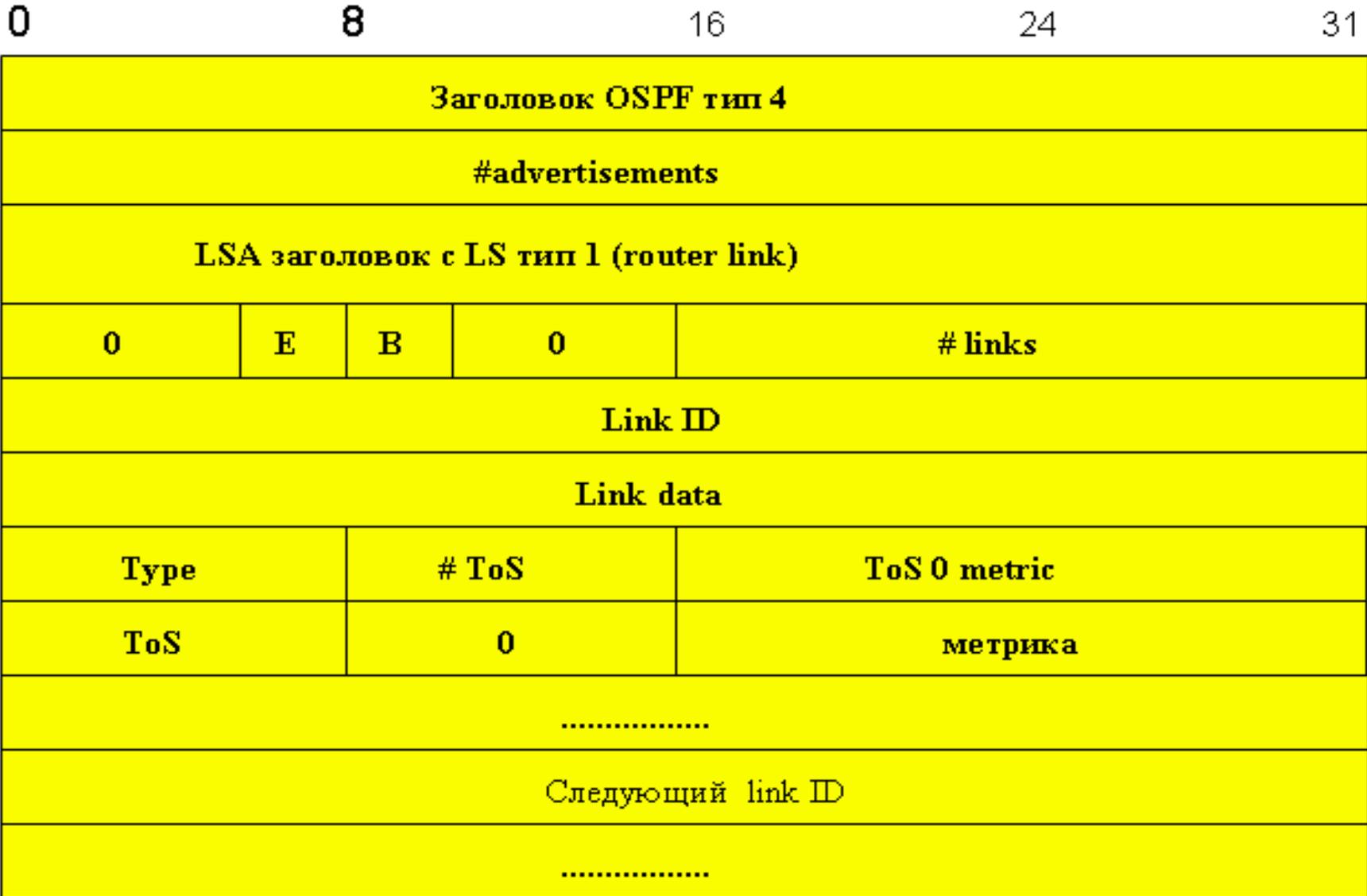
● OSPF расширенные возможности

- принципы области
- Summary LSA Operation пример1
- Summary LSA Operation пример 2
- пример вычисления (Computation)
- области заглушки (Stub Areas)
- Суммирование маршрута
- Виртуальные каналы

● детали заголовка OSPF

- Формат сообщения
- Форматы LSA

Router Link LSA



Router Link LSA

● E-бит

- сообщение состояния ASBR

● B-бит

- сообщение состояния ABR

● # links

- номер описанных подключений

● type, link ID, link data

- см. Таблицу на следующей странице

● ToS 0 metric

- стоимость подключения, используя сервис класса ToS 0

● ToS и метрика

- further service class + значения стоимости

Router Link LSA

тип	Тип соединения	Link ID	Link data
1	двухточечное соединение других роутеров	ID соседнего роутера	IP адрес роутера
2	подключение к транзитной сети	IP адрес DR	IP адрес роутера
3	подключение к stub сети	IP адрес сети	маска подсети
4	виртуальный канал	ID соседнего роутера	IP адрес роутера

Значение Router Link LSA

● тип 1

- описывает соседние отношения
- описание только физической point-to-point line в случае IP-ненумерованных lines

● тип 2

- для объявления сетевого адреса назначенного роутера из транзитной сети

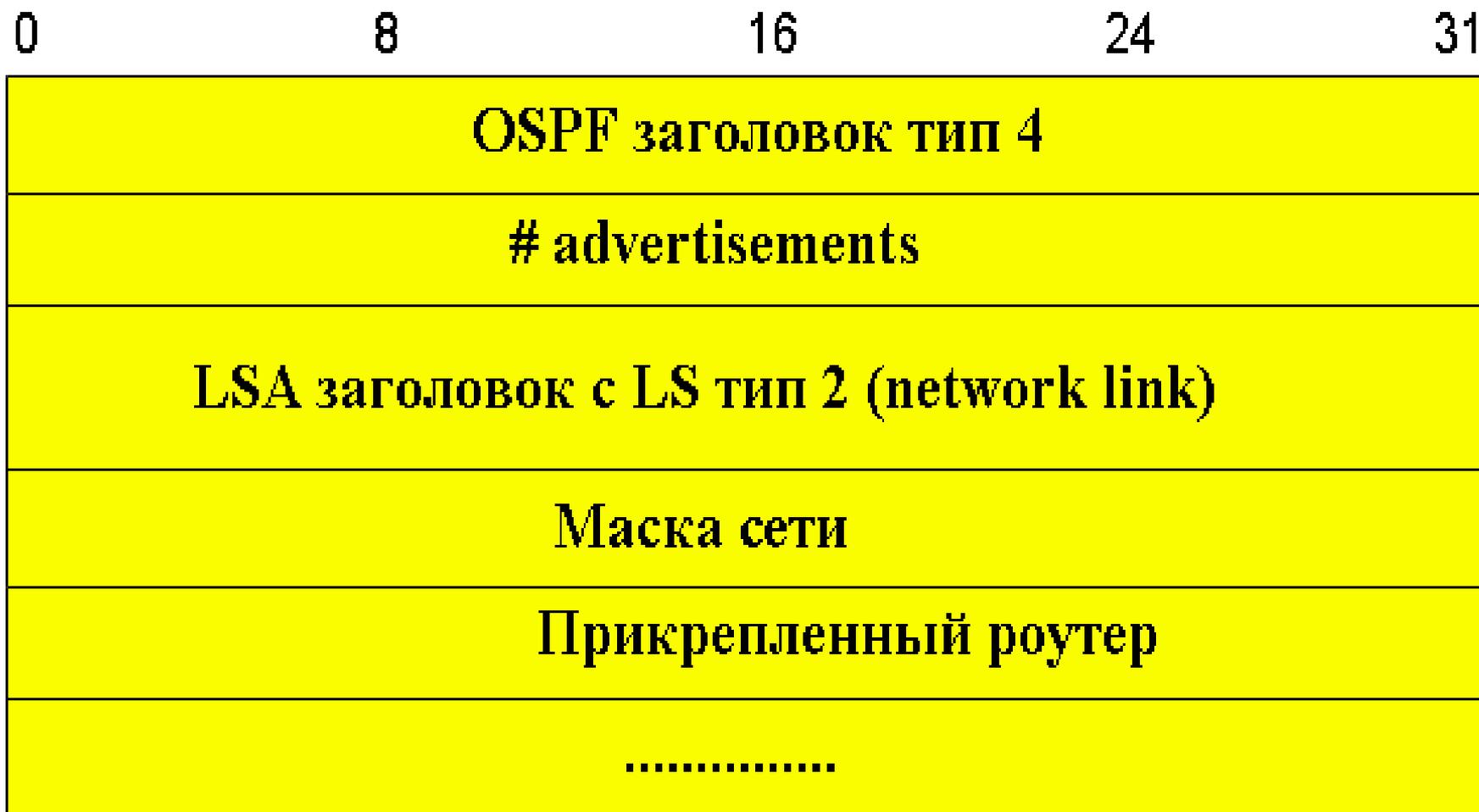
● тип 3

- для объявления сетевого адреса и маски подсети stub сети
- использует point-to-point line с IP нумерацией, об этих IP-адресах объявляют в stub сети

Mapping IP ToS Bits to OSPF ToS Service Classes

OSPF ToS	D(задержка)	T(пропускная способность)	R(надежность)
0	0	0	0
4	0	0	1
8	0	1	0
12	0	1	1
16	1	0	0
20	1	0	1
24	1	1	0
28	1	1	1

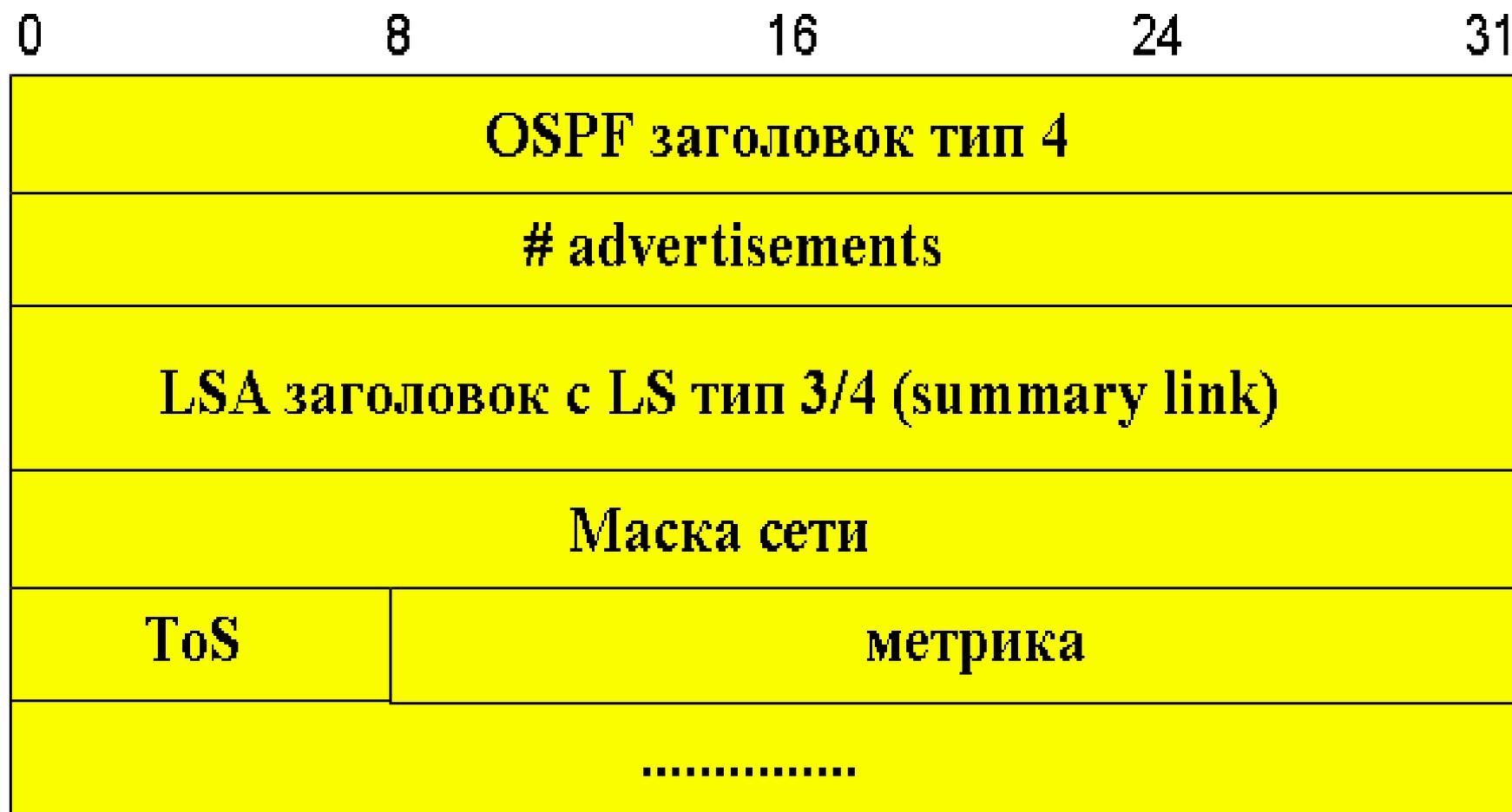
Network Link LSA



Network Link LSA

- генерируется назначенным роутером сегмента сети с коллективным доступом (транзитная сеть (transit network))
 - сообщают о маске сети и подключенных роутеров
 - net-ID транзитной сети может быть вычислен от адреса назначенного роутера (который может быть найден в заголовке OSPF) и маски подсети

Summary Link LSA



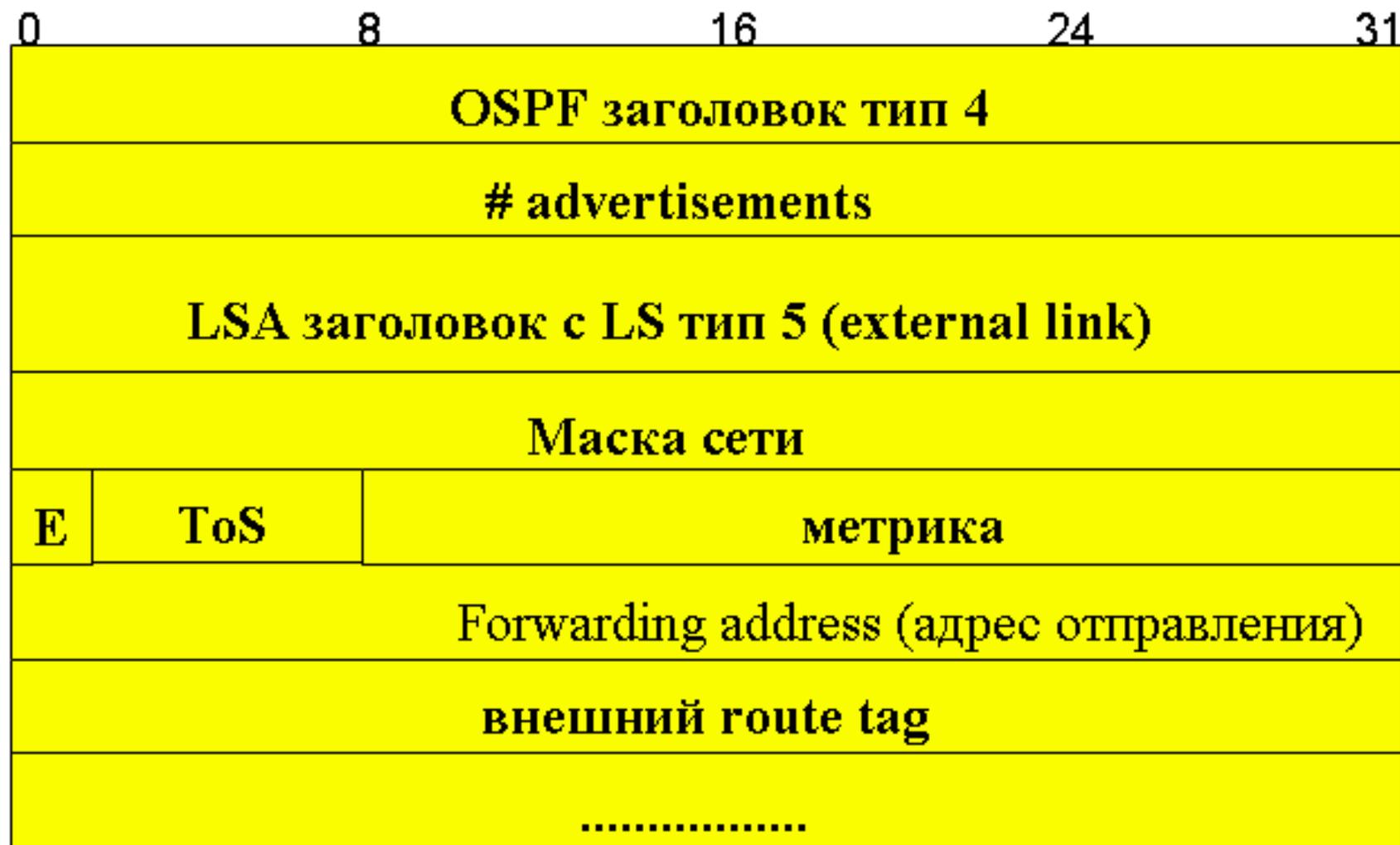
Summary Link LSA

● генерируется ABR для регистрации стоимости

- к сетям за пределами эго области (описание сообщения: Базовая область -> Область) (тип 3)
- к сетям в его области (описание сообщения: Область ->Базовая область) (тип 3)
- к ASBR или к зарегистрированным router-ID ASBR (тип 4, network - ID в заголовке)

● Summary Link LSA может дополнительно использоваться для суммирования маршрута

AS External Link LSA



AS External Link LSA 1

- для объявления внешних сетей за пределами автономной системы (OSPF домен)
 - генерируется ASBR и распространяется через целый домен OSPF
 - замечание: net-ID внешней сети найден в OSPF заголовке

AS External Link LSA 2

● E - бит:

- дифференцирует (отличает) тип 1 (E1) и тип 2 (E2) метрик

● как интерпретируются (обрабатываются) эти показатели?

- E1 тип: стоимость может быть сравнима с внешним показателем; если существуют два ASBR с различной стоимостью к внешней сети; для определения лучшего пути, эта внутренняя стоимость может быть добавлена к внутренней
- E2 тип: стоимость не может быть сравнима с внутренним показателем; только внешняя стоимость

AS External Link LSA 3

● FORWARDING ADDRESS

- определяет роутер (не ASBR) который получит пакеты для внешних адресатов (0.0.0.0 means ASBR)

● используя Forwarding Address, может быть определена redirect-hint для другого роутера (чем ASBR)

- этот роутер используется как датаграммный механизм продвижения пакетов (datagram forwarder) для данной сети

AS External Link LSA 4

● Внешний ROUTE TAG

- поддержка связи (передачи) между ASBRs в соответствии с route tagging внешних сетей (net-ID других ASs)

● внешние net-IDs могут быть помечены (маркировка маршрута (route tagging)) через внешний Route Tag

- Внешний Route Tag играет важную роль для маршрутизации (routing) политики (BGP и Internet Service Provider concerns)