



Networking  
For everyone

# OSPF: типы LSA

---



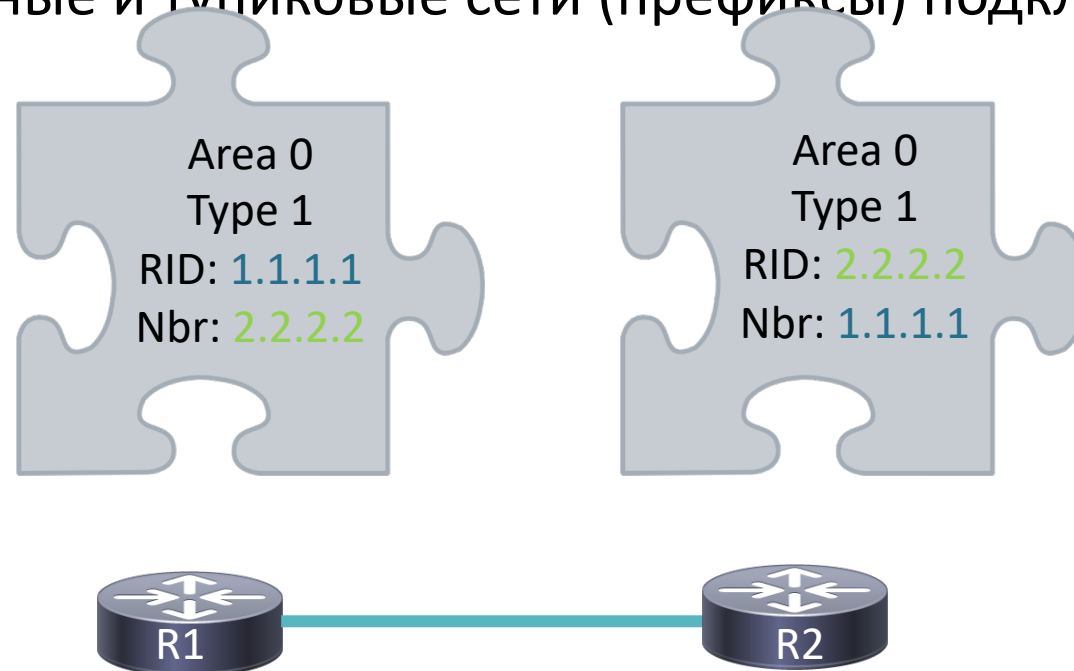
# LSA в OSPFv2

- Тип 1, Router LSA: описывает топологию и подключенные префиксы
- Тип 2, Network LSA: оптимизирует топологию в multiaccess сетях
- Тип 3, Summary LSA: синхронизирует маршруты между регионами
- Типы 4,5,7: используются для инъекции внешних маршрутов
- Типы 9,10,11: Opaque LSA для передачи иной информации
- Типы 6,8: экзотика, не поддерживаются Cisco



# Router LSA (тип 1)

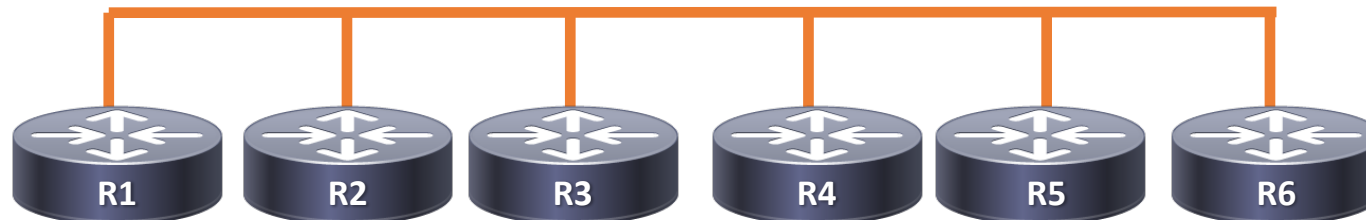
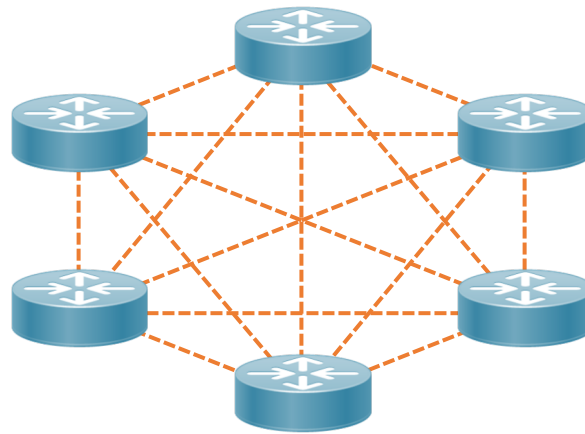
- Выпускаются каждым маршрутизатором, по одной в каждый регион
- Содержат топологическую и адресную информацию:
  - С какими маршрутизаторами (RID) установлено P2P-соседство
  - Какие транзитные и тупиковые сети (префиксы) подключены





# Проблема: multiaccess-каналы

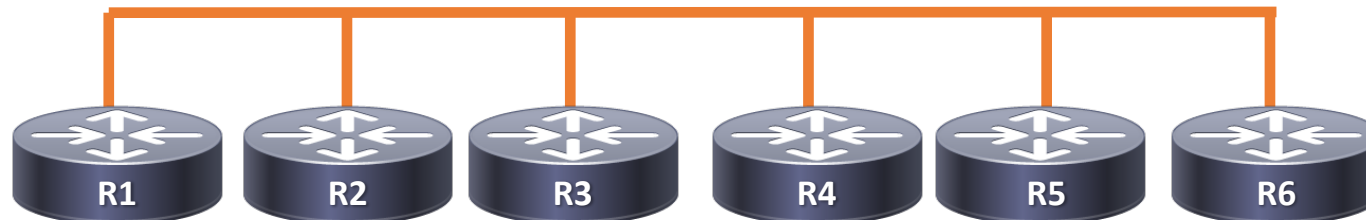
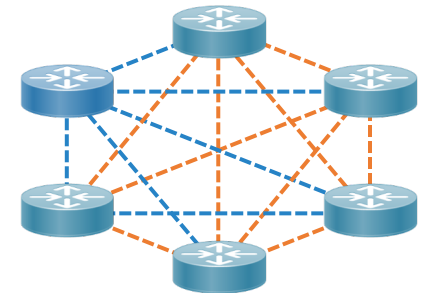
- Если в канале возможно наличие более чем двух маршрутизаторов, полная синхронизация LSDB «каждый с каждым» неэффективна





# Designated Router

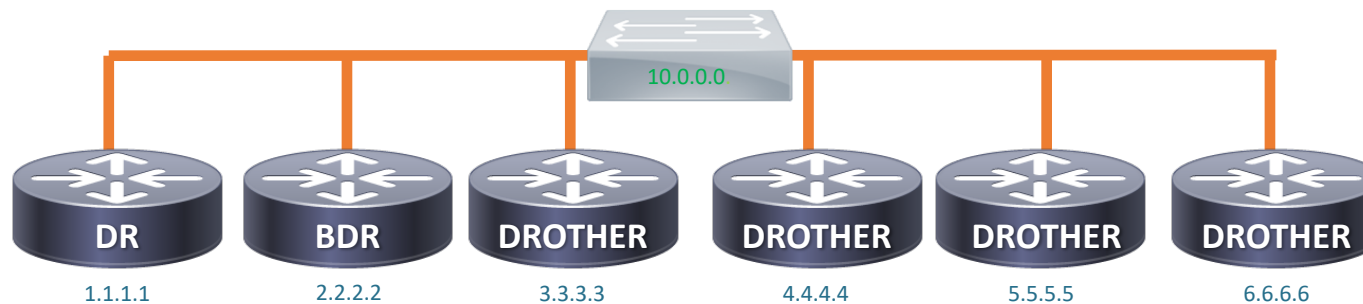
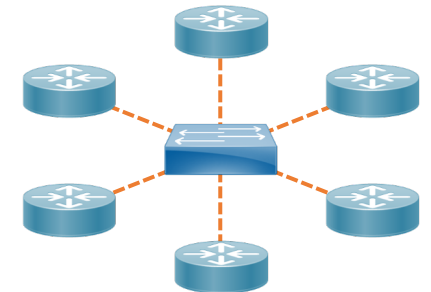
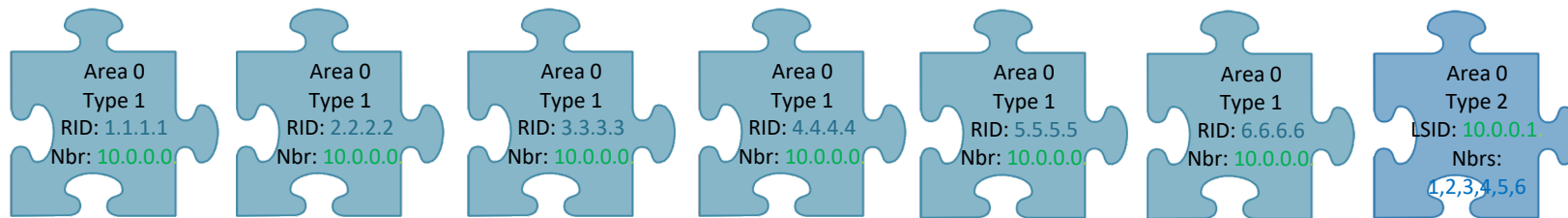
- Оптимизация: в канале выбирается Designated Router (DR)
  - Максимальный Priority+RID, схема без преемства
  - DR синхронизирует LSDB со всеми маршрутизаторами в канале
  - DROTHER между собой остаются в 2WAY
- Если есть связь с DR, то есть и связь с остальными
  - У всех маршрутизаторов синхронизирована LSDB
  - Для отказоустойчивости выбирается Backup DR (BDR)





# Network LSA (тип 2)

- Designated Router выпускает Network LSA (тип 2) для общего канала:
  - С какими маршрутизаторами DR полностью синхронизировал LSDB
  - Какие подключенные префиксы используются в канале
- В Router LSA (тип 1) вместо информации о соседях указывается информация о подключенной Network LSA





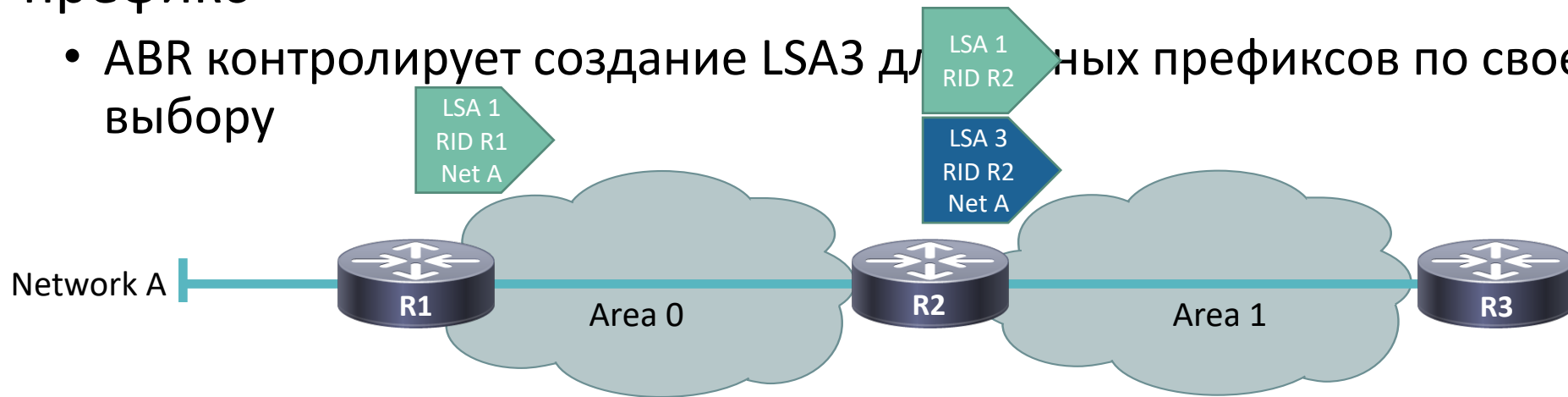
# Проблема: несколько регионов

- Область распространения LSA 1 и 2 типов – регион
  - Все маршрутизаторы в регионе синхронизируют LSDB между собой
  - Маршрутизаторы в других регионах не получают информацию о топологии
  - Вообще говоря, им она не особенно интересна
- Решение: передавать адресную информацию между регионами
  - Маршрутизатор на границе между регионами (ABR, Area Border Router) формирует в другие регионы анонсы об имеющихся префиксах



# Summary LSA (тип 3)

- ABR транслирует в регион префиксы, известные в других регионах
  - Из LSA типов 1 и 2 ненулевых регионов – в LSA типа 3 региона 0
  - Из LSA типов 1, 2 и 3 региона 0 – в LSA типа 3 ненулевых регионов
    - Область распространения LSA3 - регион
  - В LSA3 указывается суммарная стоимость пути от ABR до анонсируемой сети
- Каждый ABR генерирует по одной Summary LSA на каждый префикс
  - ABR контролирует создание LSA3 для своих префиксов по своему выбору







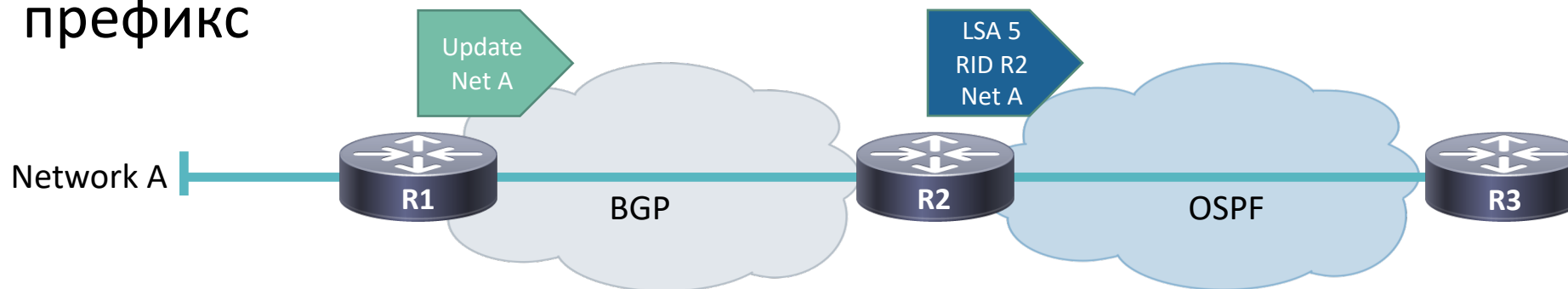
# Проблема: внешние для OSPF маршруты

- Маршрутизатор OSPF в LSA1/2 может анонсировать соседям только подключенные (directly connected) префиксы с интерфейсов OSPF
- Соседям может быть интересно знать про другие префиксы из RIB
  - Статические маршруты
  - Динамические маршруты, полученные в другом протоколе маршрутизации
  - Подключенные префиксы на интерфейсах, не включенных в OSPF
- Решение: распространять эту информацию по аналогии с LSA3
  - Маршрутизатор на границе автономной системы (ASBR, Autonomous System Boundary Router) формирует анонс об имеющихся внешних префиксах



# External LSA (тип 5)

- ASBR транслирует в AS префиксы, известные из других источников
  - Область распространения LSA5 – вся автономная система
  - В LSA5 указывается ASBR RID и некоторая стоимость пути от ASBR до сети
    - Может также указываться Forwarding Address – IP-адрес, через который пойдет трафик
  - LSA5 бывают двух типов:
    - Тип 1: указывается стоимость, посчитанная по схожей с OSPF методике
    - Тип 2: указывается стоимость, посчитанная по принципиально отличной методике
- Каждый ASBR генерирует по одной External LSA на каждый префикс





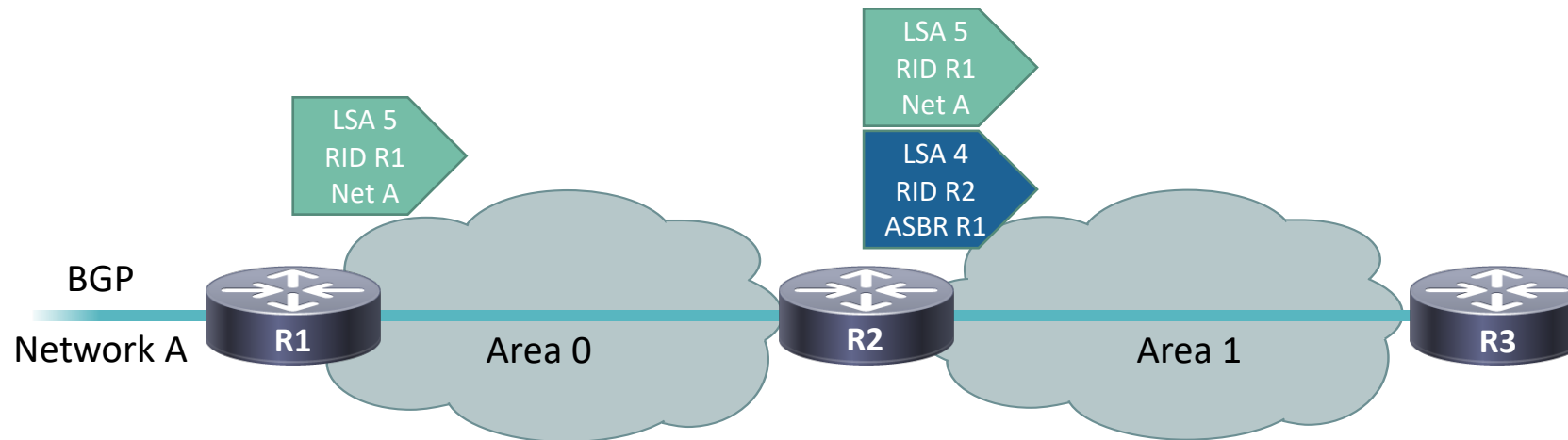
# Проблема: как добраться до ASBR?

- В LSA5 указывается внешняя стоимость маршрута и RID ASBR
  - Router ID – топологическая информация, видна в LSA1
  - За пределами региона маршрут до ASBR по LSA1/2 построить невозможно
- Решение: распространять информацию об ASBR по аналогии с LSA3
  - Маршрутизатор на границе между регионами (ABR, Area Border Router) формирует в другие регионы анонсы об известных ему ASBR



# ASBR Summary LSA (тип 4)

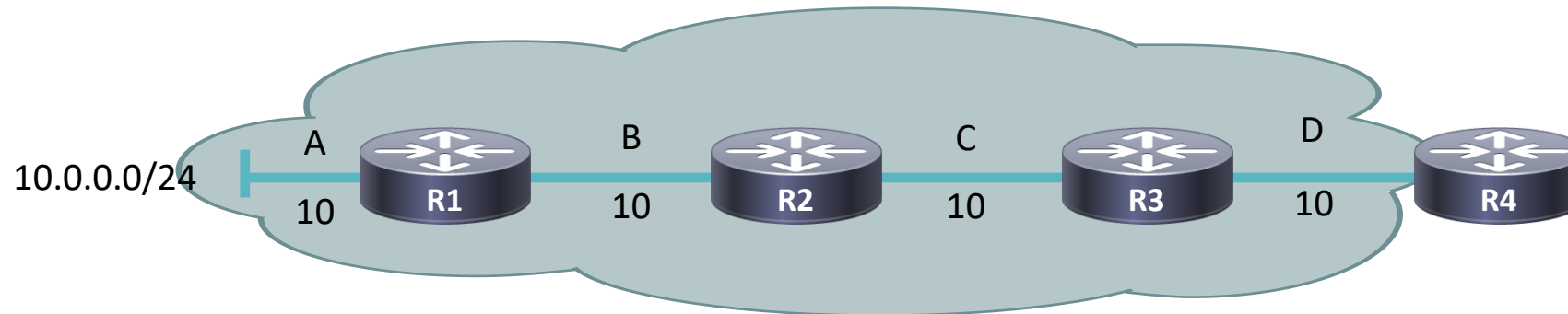
- ABR транслирует в регион информацию об известных ASBR
  - ASBR Router ID
  - Суммарную стоимость пути от ABR до ASBR
  - Область распространения LSA4 - регион
- Каждый ABR генерирует по одной LSA4 на каждый известный ASBR





# Метрика intra-area маршрута OSPF

- Складывается из двух компонентов:
  - Стоимость анонсированной сети на LSA-источника (0 для LSA2)
  - Суммарная стоимость пути до LSA-источника (вычисляется из LSA1)

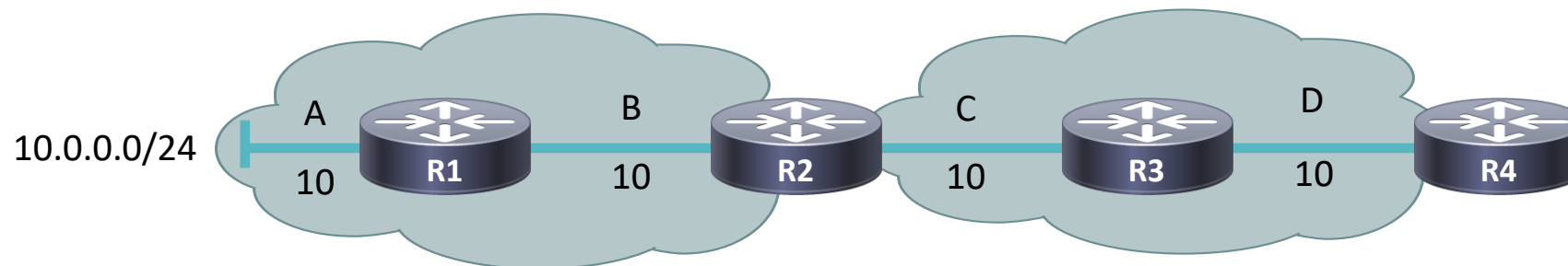


Маршрутизатор	Метрика сети 10.0.0.0/24
R1	A (подключенная сеть)
R2	A (анонсированная стоимость на R1) + B (суммарная стоимость пути до R1)
R3	A (анонсированная стоимость на R1) + B+C (суммарная стоимость пути до R1)
R4	A (анонсированная стоимость на R1) + B+C+D (суммарная стоимость пути до R1)



# Метрика inter-area маршрута OSPF

- Складывается из двух компонентов:
  - Стоимость анонсированной сети на ABR (указывается в LSA3)
  - Суммарная стоимость пути до ABR (вычисляется из LSA1)

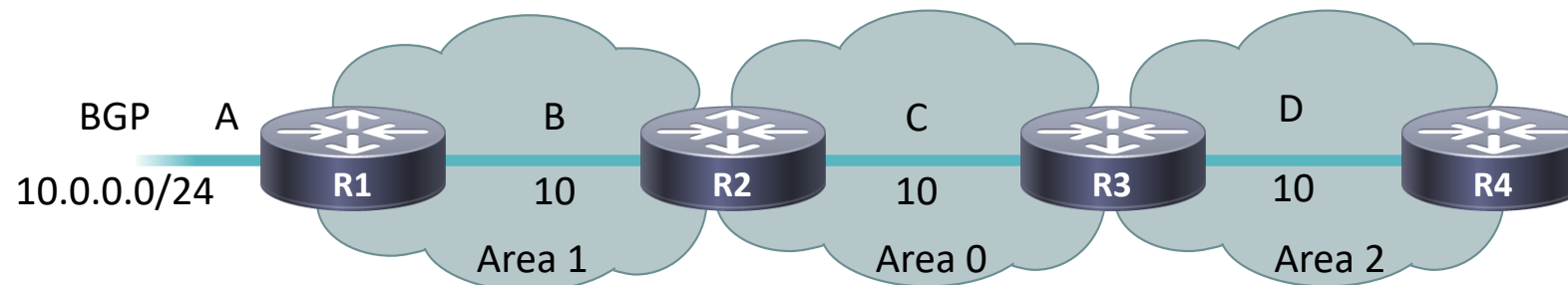


Маршрутизатор	Метрика сети 10.0.0.0/24
R1	A (подключенная сеть)
R2	A (анонсированная стоимость на R1) + B (суммарная стоимость пути до R1)
R3	A+B (стоимость LSA3 от R2) + C (суммарная стоимость пути до R2)
R4	A+B (стоимость LSA3 от R2) + C+D (суммарная стоимость пути до R2)



# Стоимость пути до ASBR

- Складывается из двух компонентов:
  - Суммарная стоимость пути от ABR до ASBR (указывается в LSA4)
  - Суммарная стоимость пути до ABR (вычисляется из LSA1)

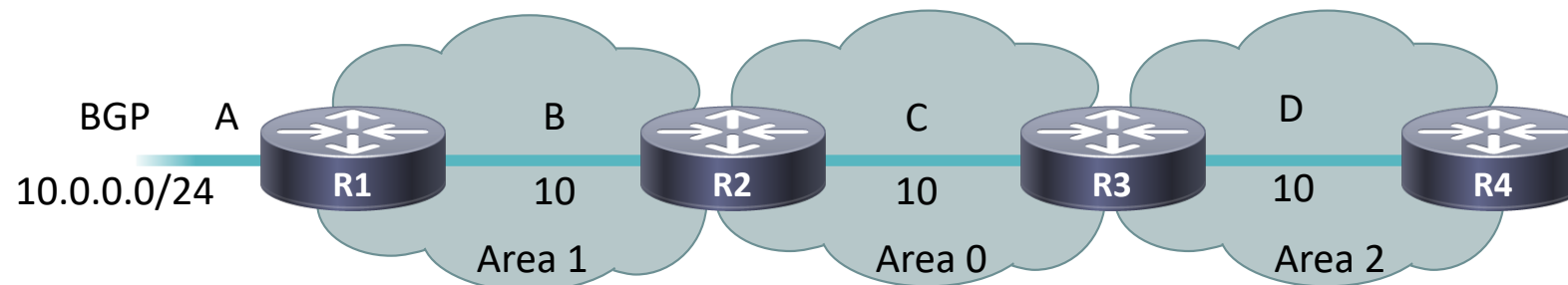


Маршрутизатор	Стоимость пути до ASBR (R1)
R1	-
R2	B (суммарная стоимость пути до R1)
R3	B (стоимость LSA4 от R2) + C (суммарная стоимость пути до R2)
R4	B+C (стоимость LSA4 от R3) + D (суммарная стоимость пути до R3)



# Метрика external маршрута OSPF

- Состоит из двух независимых компонентов:
  - Стоимость пути от ASBR до внешней сети (указывается в LSA5)
  - Суммарная стоимость пути до Forwarding Address или (при FA=0) ASBR RID (вычисляется из LSA4 и LSA1)



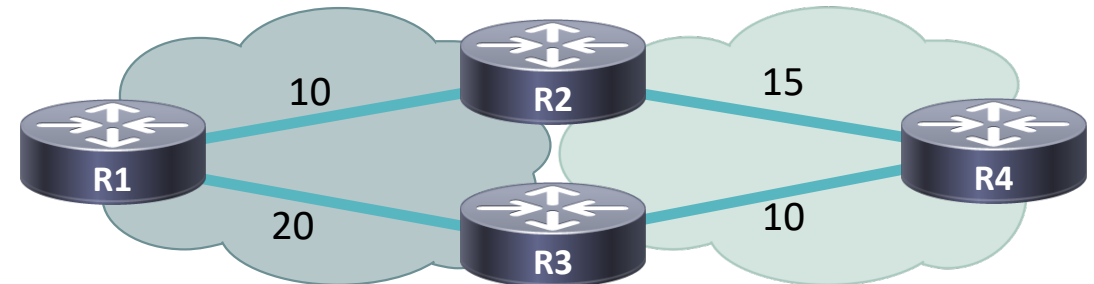
Маршрутизатор	Внешняя стоимость	Стоимость пути до ASBR (R1)
R1	-	-
R2	A (стоимость в LSA5)	B (суммарная стоимость пути до R1)
R3	A (стоимость в LSA5)	B (стоимость LSA4 от R2) + C (суммарная стоимость пути до R2)
R4	A (стоимость в LSA5)	B+C (стоимость LSA4 от R3) + D (суммарная стоимость пути до R3)





# Метрика E1 и E2

- LSA5 бывают двух типов:
  - Тип 1: внешняя стоимость считается по схожей с OSPF методике
  - Тип 2: внешняя стоимость считается по отличной методике
- Компоненты метрики в LSA5 типа 1 можно складывать друг с другом
  - Если два ASBR предлагают LSA5 типа 1, OSPF предпочтет маршрут с минимальной суммой внешней и внутренней стоимости
- Компоненты метрики в LSA5 типа 2 нельзя складывать друг с другом
  - Если два ASBR предлагают LSA5 типа 2, OSPF предпочтет маршрут с минимальной внешней стоимостью





# Предпочтения маршрутов по RFC 2328

- LSA1: intra-area маршруты
- LSA3: inter-area маршруты
- LSA5 тип 1: внешние маршруты со сравнимой с OSPF стоимостью
- LSA5 тип 2: внешние маршруты с несравнимой с OSPF стоимостью



# Формат Router LSA

- Формат содержимого LSA1 (без учета заголовка):

0		V	E	B	0		Number of links									
Link ID																
Link Data																
Link Type				# TOS				metric								
Link ID																
Link Data																
Link Type				# TOS				metric								

- Флаги
  - E – роутер является ASBR
  - B – роутер является ABR
- Link Type
  - 1 – соседство с P2P-соседом (LSA1)
  - 2 – соседство в MA-канале (LSA2)
  - 3 – Анонс адресной информации
  - 4 – OSPF Virtual Link
- Link ID и Link Data зависят от LS Type
  - Router ID, IP-адрес, маска сети и т.д.
- Может присутствовать несколько секций метрик для разных TOS
- LS ID равен Advertising Router ID



# LS Type

- Point-to-point neighborhood (соседняя LSA1)



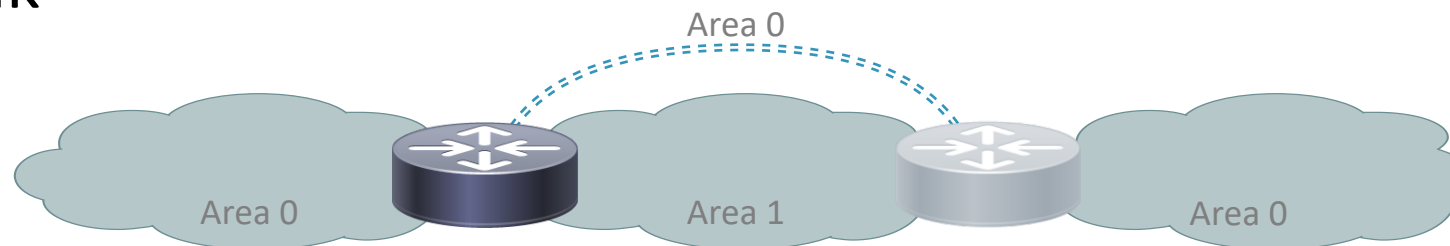
- Transit network (соседняя LSA2)



- Stub network (адресная информация)



- Virtual Link





# Формат Network LSA

- Формат содержимого LSA2 (без учета заголовка)::

Network Mask
Attached Router IDs

- Network Mask: 32-битная маска сети (например, 0xffffff00 для /24)
  - IP-адрес сети берется из LS ID
- Attached Router IDs: список всех соседних с DR роутеров, плюс сам DR)
- LS ID – IP-адрес DR
- Advertising Router ID – RID DR



# Формат Summary LSA

- Формат содержимого LSA3 и LSA4 (без учета заголовка):

Network Mask	
0	metric

- Network Mask:
  - 32-битная маска сети для LSA3 (IP-адрес сети совпадает с LS ID)
  - 0 для LSA4 (ASBR RID совпадает с LS ID)
- LS ID
  - IP-адрес сети для LSA3
  - ASBR RID для LSA4
- Advertising Router ID – RID ABR
- Может присутствовать несколько секций метрик для разных TOS



# Формат AS-External LSA

- Формат содержимого LSA5 и LSA7 (без учета заголовка):

Network Mask		
E	0	metric
Forwarding Address		
External Route Tag		

- Network Mask: 32-битная маска сети (IP-адрес сети совпадает с LS ID)
- E: указывает на тип метрики LSA5/LSA7
  - 0 – метрика типа 1
  - 1 – метрика типа 2
- LS ID – IP-адрес внешней сети
- Advertising Router ID – RID ASBR
- Может присутствовать несколько секций метрик для разных TOS



Networking  
For everyone