

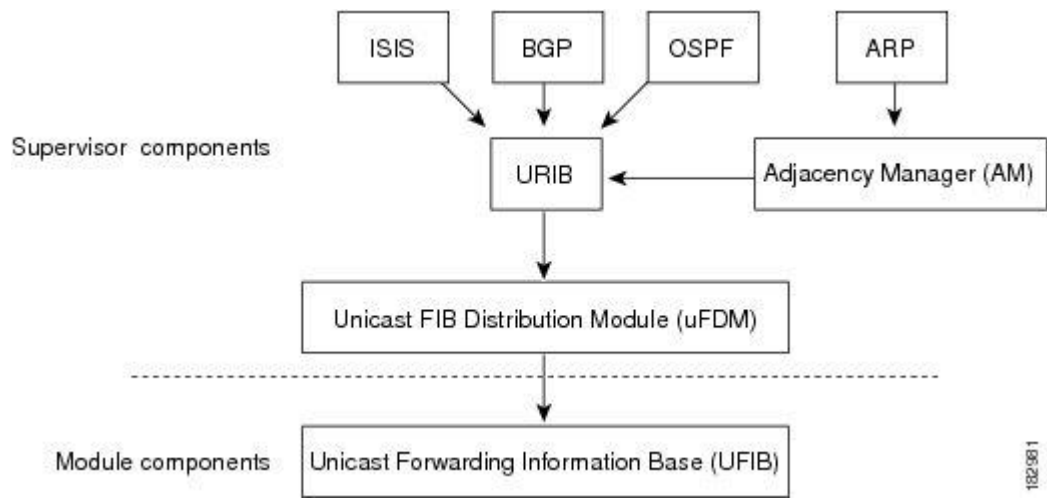
ROUTING

Part 2.

- CR>sh ip ro
- Codes: C - connected, S - static, R - RIP, M - mobile, B - BGP
- D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
- N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
- E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2
- i - IS-IS, su - IS-IS summary, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
- ia - IS-IS inter area, * - candidate default, U - per-user static route
- o - ODR, P - periodic downloaded static route

- Gateway of last resort is not set

- 10.0.0.0/8 is variably subnetted, 3 subnets, 3 masks
- C 10.64.0.0/16 is directly connected, Vlan4040
- S 10.64.7.0/24 [1/0] via 10.64.0.2
- C 10.100.10.0/23 is directly connected, GigabitEthernet0/20



Протоколы:

- Distance-vector
- Link-state

OSPF. Терминология.

- Интерфейс (interface) — соединение маршрутизатора и одной из подключенных к нему сетей
- Объявление о состоянии канала (link-state advertisement, LSA) — единица данных, которая описывает локальное состояние маршрутизатора или сети. Для маршрутизатора LSA включает описание состояния каналов и отношений соседства. Множество всех LSA, описывающих маршрутизаторы и сети, образуют базу данных состояния каналов.

- Состояние канала (link state) — состояние канала между двумя маршрутизаторами; обновления происходят при помощи пакетов LSA.
- Метрика (metric) — условный показатель "стоимости" пересылки данных по каналу;
- Автономная система (autonomous system) — группа маршрутизаторов, обменивающаяся маршрутизирующей информацией с помощью одного протокола маршрутизации.

- Зона (area) — совокупность сетей и маршрутизаторов, имеющих один и тот же идентификатор зоны.
- Соседи (neighbours) — два маршрутизатора, имеющие интерфейсы в общей сети.
- Состояние соседства (adjacency) — взаимосвязь между определенными соседними маршрутизаторами, установленная с целью обмена информацией маршрутизации.

- Hello-сообщения (hello) — сообщения, используемые для поддержания соседских отношений.
- База данных соседей (neighbours database) — список всех соседей.
- База данных состояния каналов (link state database, LSDB) — список всех записей о состоянии каналов.
- Идентификатор маршрутизатора (router ID, RID) — уникальное 32-битовое число, которое уникально идентифицирует маршрутизатор в пределах одной автономной системы.

OSPF. Описание

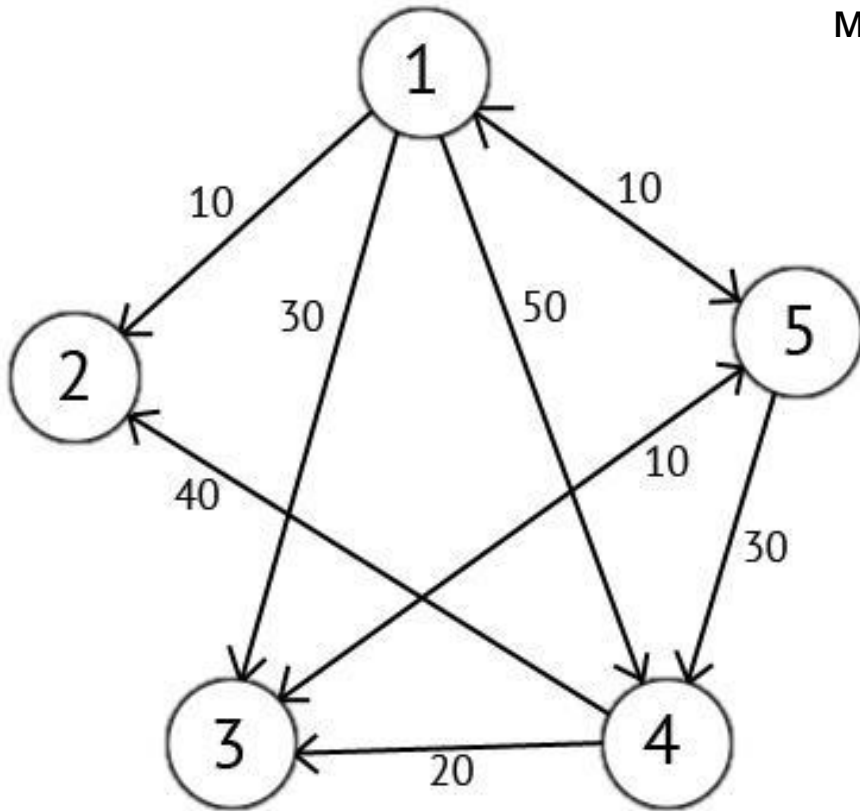
1. Маршрутизаторы обмениваются hello-пакетами через все интерфейсы, на которых активирован OSPF. Маршрутизаторы, совместно использующие общий канал передачи данных, становятся соседями, когда они приходят к договоренности об определенных параметрах, указанных в их hello-пакетах.
2. На следующем этапе работы протокола маршрутизаторы будут пытаться перейти в состояние смежности со своими соседями. Переход в состояние смежности определяется типом маршрутизаторов, обменивающихся hello-пакетами, и типом сети, по которой передаются hello-пакеты. OSPF определяет несколько типов сетей и несколько типов маршрутизаторов. Пара маршрутизаторов, находящихся в состоянии смежности, синхронизирует между собой базу данных состояния каналов.

3. Каждый маршрутизатор посылает объявление о состоянии канала маршрутизаторам, с которыми он находится в состоянии смежности.
4. Каждый маршрутизатор, получивший объявление от соседа, записывает информацию, передаваемую в нем, 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.

Алгоритм Дейкстры.

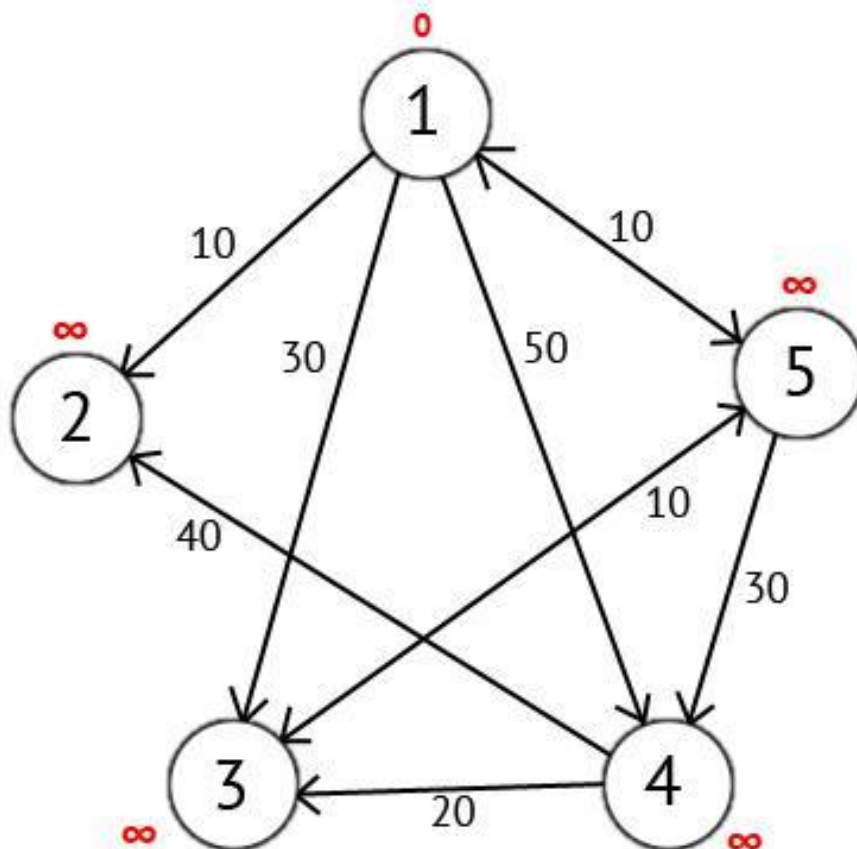
Для примера возьмем такой ориентированный граф G:

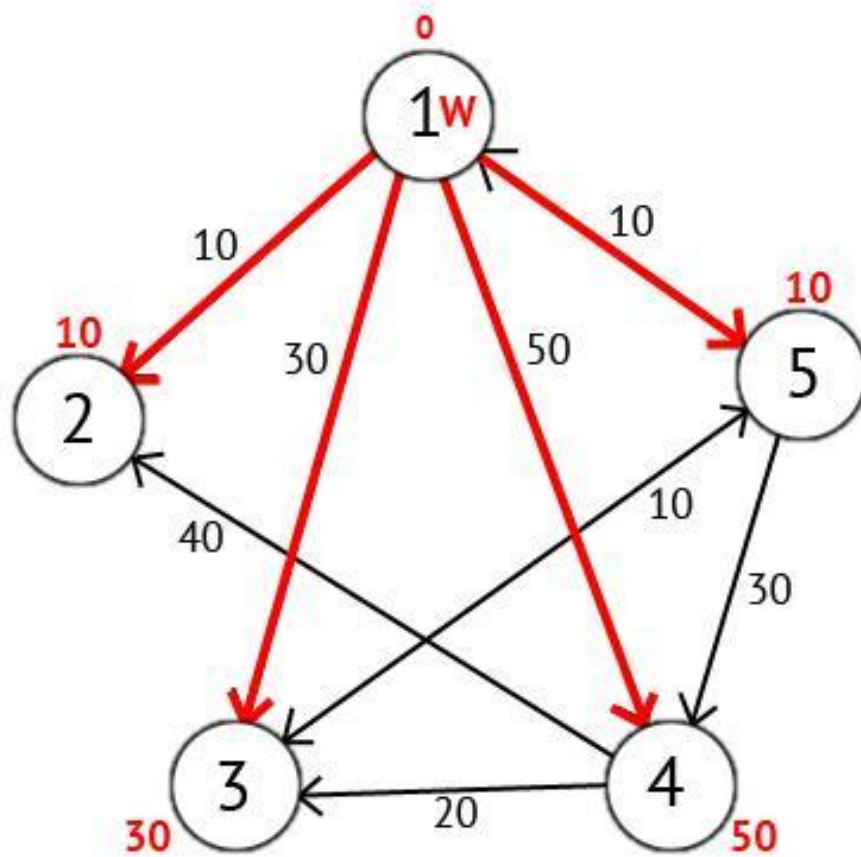


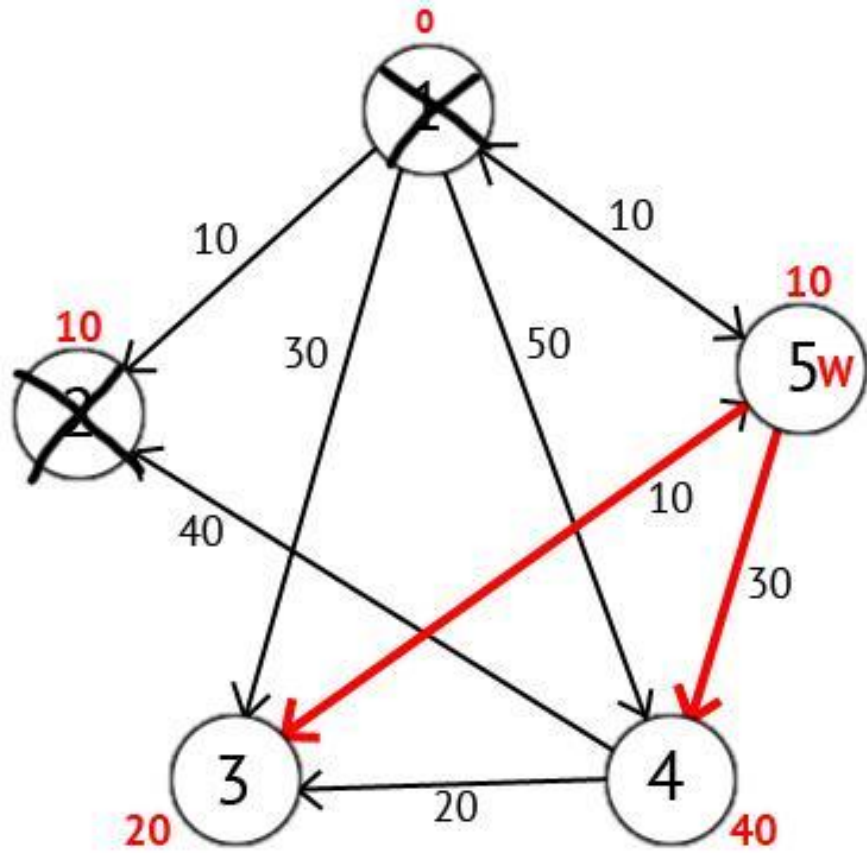
Этот граф мы можем представить в виде матрицы C:

	1	2	3	4	5
1		10	30	50	10
2					
3					10
4		40	20		
5	10		10	30	

Присвоим 1-й вершине метку равную 0, потому как эта вершина — источник. Остальным вершинам присвоим метки равные бесконечности.







Типы сетей, поддерживаемые протоколом OSPF

- Широковещательные сети со множественным доступом (Ethernet, Token Ring)
- Точка-точка (T1, E1, коммутируемый доступ)
- Нешироковещательные сети со множественным доступом (Non Broadcast Multiple Access, NBMA) (Frame relay)

В разных типах сетей работа OSPF отличается. В том числе отличается процесс установления отношений соседства и настройки протокола.

Выделенный маршрутизатор (DR) и резервный выделенный маршрутизатор (BDR)

- **Выделенный маршрутизатор** (designated router, DR) — управляет процессом рассылки LSA в сети. Каждый маршрутизатор сети устанавливает отношения соседства с DR. Информация об изменениях в сети отправляется DR, маршрутизатором обнаружившим это изменение, а DR отвечает за то, чтобы эта информация была отправлена остальным маршрутизаторам сети.
- **Резервный выделенный маршрутизатор** (backup designated router, BDR). Каждый маршрутизатор сети устанавливает отношения соседства не только с DR, но и BDR. DR и BDR также устанавливают отношения соседства и между собой. При выходе из строя DR, BDR становится DR и выполняет все его функции. Так как маршрутизаторы сети установили отношения соседства с BDR, то время недоступности сети минимизируется.

Таймеры протокола

- **HelloInterval** — Интервал времени в секундах, по истечении которого маршрутизатор отправляет следующий hello-пакет с интерфейса. Для широковещательных сетей и сетей точка-точка значение по умолчанию, как правило, равно 10 секундам. Для нешироковещательных сетей со множественным доступом значение по умолчанию — 30 секунд.
- **DeadInterval** — Интервал времени в секундах, по истечении которого сосед будет считаться "мертвым" (dead). Этот интервал должен быть кратным значению HelloInterval. Как правило, RouterDeadInterval равен 4 интервалам отправки hello-пакетов, то есть 40 секундам.
- **Wait Timer** — Интервал времени в секундах, по истечении которого маршрутизатор выберет DR в сети. Его значение равно значению интервала RouterDeadInterval.
- **RetransmitInterval** — Интервал времени в секундах, по истечении которого маршрутизатор повторно отправит пакет, на который не получил подтверждения о получении (например, Database Description пакет или Link State Request пакеты). Значение интервала — 5 секунд.

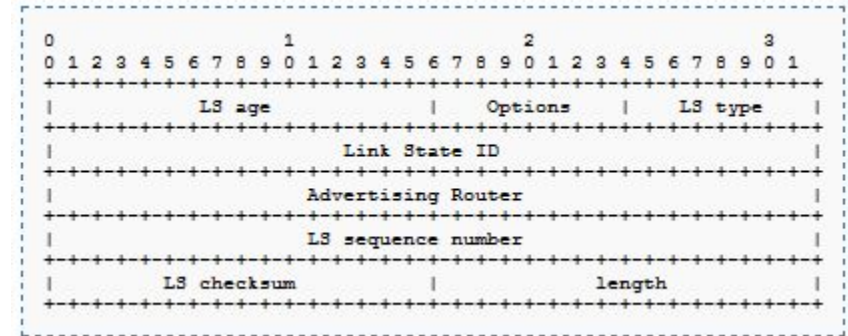
Типы маршрутизаторов

- **Внутренний маршрутизатор (internal router)** — маршрутизатор, все интерфейсы которого принадлежат одной зоне. У таких маршрутизаторов только одна база данных состояния каналов.
- **Пограничный маршрутизатор (area border router, ABR)** — соединяет одну или больше зон с магистральной зоной и выполняет функции шлюза для межзонального трафика. У пограничного маршрутизатора всегда хотя бы один интерфейс принадлежит магистральной зоне. Для каждой присоединенной зоны маршрутизатор поддерживает отдельную базу данных состояния каналов.
- **Магистральный маршрутизатор (backbone router)** — маршрутизатор, у которого всегда хотя бы один интерфейс принадлежит магистральной зоне. Определение похоже на пограничный маршрутизатор, однако магистральный маршрутизатор не всегда является пограничным. Внутренний маршрутизатор интерфейсы которого принадлежат нулевой зоне, также является магистральным.
- **Пограничный маршрутизатор автономной системы (AS boundary router, ASBR)** — обменивается информацией с маршрутизаторами, принадлежащими другим автономным системам или не-OSPF маршрутизаторами. Пограничный маршрутизатор автономной системы может находиться в любом месте автономной системы и быть внутренним, пограничным или магистральным маршрутизатором.

Объявления о состоянии канала (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).
У каждого типа LSA своя функция:
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).



Type 1 LSA

- **Type 1 LSA — Router LSA** — объявление о состоянии каналов маршрутизатора. Эти LSA распространяются всеми маршрутизаторами. Распространяются только в пределах одной зоны.
- В Router LSA содержится:
- описание всех каналов маршрутизатора
- стоимость (cost) каждого канала
- список соседей на каждом интерфейсе (в зоне маршрутизатора)
- Link-state ID — Router ID маршрутизатора, который отправляет LSA.

Type 2 LSA

- **Type 2 LSA — Network LSA** — объявление о состоянии каналов сети. Распространяется DR в сетях со множественным доступом. Network LSA не создается для сетей в которых не выбирается DR. Распространяются только в пределах одной зоны.
- В LSA содержится описание всех маршрутизаторов присоединенных к сети, включая DR.
- Link-state ID — IP-адрес интерфейса DR.

Type 3 LSA

- **Type 3 LSA — Network Summary LSA** — суммарное объявление о состоянии каналов сети. Объявление распространяется пограничными маршрутизаторами. Объявление описывает только маршруты к сетям вне зоны и не описывает маршруты внутри автономной системы. 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.

Type 4 LSA

- **Type 4 LSA — ASBR Summary LSA** — суммарное объявление о состоянии каналов пограничного маршрутизатора автономной системы.
- Объявление распространяется пограничными маршрутизаторами (ABR). ASBR Summary LSA отличается от Network Summary LSA тем, что распространяется информация не о сети, а о пограничном маршрутизаторе автономной системы.
- Link-state ID — Router ID ASBR, информацию о котором отправляет LSA.

Type 5 LSA

- **Type 5 LSA — AS External LSA** — объявления о состоянии внешних каналов автономной системы. Объявление распространяется пограничным маршрутизатором автономной системы в пределах всей автономной системы.
- Объявление описывает маршруты внешние для автономной системы OSPF или маршруты по умолчанию (default route) внешние для автономной системы OSPF.
- Link-state ID — номер внешней сети.

Type 7 LSA

- **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.

Типы 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.

Магистральная зона (backbone area)

- Магистральная зона (известная также как нулевая зона или зона 0.0.0.0) формирует ядро сети OSPF. Все остальные зоны соединены с ней, и межзональная маршрутизация происходит через маршрутизатор, соединенный с магистральной зоной.
- Магистральная зона ответственна за распространение маршрутизирующей информации между немагистральными зонами. Магистральная зона должна быть смежной с другими зонами, но она не обязательно должна быть физически смежной; соединение с магистральной зоной может быть установлено и с помощью виртуальных каналов.

Стандартная зона (standard area)

- Обычная зона, которая создается по умолчанию. Эта зона принимает обновления каналов, суммарные маршруты и внешние маршруты.

Тупиковая зона (stub area)

- Тупиковая зона не принимает информацию о внешних маршрутах для автономной системы, но принимает маршруты из других зон. Если маршрутизаторам из тупиковой зоны необходимо передавать информацию за границу автономной системы, то они используют маршрут по умолчанию.
- В тупиковой зоне не может находиться ASBR. Исключение из этого правила — ABR может быть и ASBR.

Totally stubby area

- Totally stubby area не принимает информацию о внешних маршрутах для автономной системы и маршруты из других зон. Если маршрутизаторам необходимо передавать информацию за пределы зоны, то они используют маршрут по умолчанию.
- В тупиковой зоне не может находиться ASBR.

Not-so-stubby area (NSSA)

- Зона NSSA определяет дополнительный тип LSA — LSA type 7.
- В NSSA зоне может находиться ASBR.

Выбор лучшего маршрута

- Маршрутизатор выбирает лучший маршрут на основании наименьшего значения метрики. Однако, OSPF учитывает и несколько других факторов при выборе маршрута.

Выбор лучшего типа маршрута

- Если маршрутизатору известны маршруты к одной и той же сети, но эти маршруты разных типов, то маршрутизатор выбирает наиболее приоритетный тип маршрута и не учитывает стоимость маршрута.
- Различные типы маршрутов, в порядке убывания приоритета:
 - Внутренние маршруты зоны (intra-area)
 - Маршруты между зонами (interarea)
 - Внешние маршруты типа 1 (E1)
 - Внешние маршруты типа 2 (E2)
 - E1 vs E2: E2 –external type 2, не считается стоимость до ASBR

- R(config)#router ospf <process-id>
- R(config-router)#router-id <ip-address>
- R(config-router)# network <network>
<wildcard mask> area <area-id>

Выбор DR и BDR

- Маршрутизатор с наивысшим значением приоритета становится DR.
- Маршрутизатор со вторым наивысшим значением приоритета становится BDR.
- По умолчанию приоритет интерфейса равен 1. Если у маршрутизаторов одинаковые приоритеты, то DR и BDR выбираются по значению Router ID. Маршрутизатор с наивысшим Router ID становится DR, а маршрутизатор со вторым наивысшим Router ID — BDR.
- Маршрутизатор с приоритетом равным 0 не может стать DR или BDR. Маршрутизатор не ставший DR или BDR называется DROTHER.
- Если в сети появляется новый маршрутизатор с более высоким приоритетом чем у текущего DR, то это не влияет на выбранных DR и BDR, переизбрание их не происходит. DR и BDR меняются только тогда, когда один из них вышел из строя. Если из строя вышел DR, то его заменяет BDR и происходят выборы нового BDR. Если из строя выходит BDR, то выбирается новый BDR.
- R(config-if)#ip ospf priority <1-255>