

## **СЛАЙД 1**

MPLS - multiprotocol label switching (многопротокольная коммутация по меткам).

## **СЛАЙД 2**

Как технология появилась: в конце 90х годов несколько компаний, в частности Cisco, разрабатывали способ маршрутизации пакетов, в котором не нужно будет на каждом маршрутизаторе распаковывать кадры второго уровня, добираться до заголовка третьего уровня, доставать оттуда IP адрес, прогонять его через таблицу маршрутизации, принимать решение о пересылке и запаковывать обратно. Вместо этого, в целях экономии времени, возникло решение добавлять некое указание для маршрутизатора сразу за заголовком второго уровня.

## **СЛАЙД 3**

Аналогия такая: если передаваемый кадр это посылка, то раньше на каждом сортировочном пункте нужно было ее вскрыть, посмотреть что внутри и решить, кому это нужно отправить.

## **СЛАЙД 4**

MPLS же предлагает прямо на коробку наклеить бирку с указанием конечного адреса получателя. В целом аналогия рабочая и помогает понять суть MPLS, но во-первых, это все-таки не самая точная метафора; во-вторых, с ожидаемым увеличением скорости работы сети все оказалось не так просто, но об этом стоит поговорить после ознакомления с принципом работы технологии.

## **СЛАЙД 5**

Итак, очевидно MPLS базируется на чем-то, что называется метками. Метка - это 32 бита данных, на основе которых маршрутизатор может принять решения о пересылке пакета. Пока звучит очень похоже на принцип работы IP и стоит сразу сказать, что MPLS работает поверх IP и дополняет его, а не заменяет. Возвращаемся к меткам. Когда мы включаем на маршрутизаторах MPLS, происходит процесс, похожий на включение OSPF: маршрутизаторы делятся информацией о своих подсетях и присваивают маршрутам цифровые значения - те самые метки. Присваивая маршрутам метки, маршрутизаторы по сути строят для каждого конечного пункта один постоянный путь, который называется LSP (label switch path - путь коммутации меток). Здесь прямая аналогия с коммутаторами и маками: как только мак адреса записаны в таблицы коммутации, путь до известного мак адреса будет всегда одним и тем же. В результате введения меток работа маршрутизаторов под MPLS выглядит так:

## СЛАЙД 6

Первый MPLS роутер изучает заголовок IP, находит адрес получателя, находит у себя маршрут до получателя и метку, которая ему соответствует. Дальше вся маршрутизация (а формально коммутация) происходит без включения третьего уровня. Инструкции внутренних роутеров MPLS выглядят так:

## СЛАЙД 7

```
R2#sh mpls forwarding-table 172.16.0.0
Local  Outgoing  Prefix          Bytes tag  Outgoing     Next Hop
tag    tag or VC    or Tunnel Id    switched   interface
18     _           172.16.0.0/24  590        Fa0/0        10.0.25.5
```

## СЛАЙД 8

Если на вход маршрутизатора пришел пакет с меткой MPLS 18, то необходимо поменять значение метки на 20 и отправить в интерфейс Fast 0/0.

## СЛАЙД 9

Маршрутизатор R5 является предпоследним, поэтому меняет метку 20 на метку 0, что будет означать для следующего маршрутизатора

## СЛАЙД 10

необходимость удалить метку и вернуться к маршрутизации по IP.

Вариант с меткой 0 является базовым, на деле сейчас на R5 поставили бы метку 3 - Penultimate Hop Popping. Простыми словами - зачем передавать ничего не значащую метку 0 лишний раз, если можно удалить метку прямо в R5, после определения выходного интерфейса.

Таким образом работает маршрутизация в сетях MPLS.

## СЛАЙД 11

Формат метки MPLS:

TC - traffic class, класс трафика, благодаря которому обеспечивается Quality of Service.  
S- stack - количество меток на пакете. При коммутации как правило используется одна метка, но метки могут добавляться, когда поверх MPLS реализуются другие технологии.

### Формат записи в стеке

меток

32 бита			
20 бит	3 бита	1 бит	8 бит
Label	TC	S	TTL

Оказалось, что прочитать метку MPLS за вторым уровнем, сверить таблицу и поменять метку не намного быстрее, чем работа современного оборудования с IP заголовками. Ощутимой прибавки к скорости MPLS не придал, поэтому чистый MPLS практически не используется.

## **СЛАЙД 12**

Но благодаря механизму меток и формату заголовка у него появились свои преимущества - безопасность, гибкость, трафик инжиниринг и QoS. Также стоит сказать, что MPLS абсолютно без разницы, какой протокол второго уровня используется в сети, поэтому он может работать и с ethernet, и с frame relay, и с atm. Это позволило MPLS стать популярным в прошлом среди корпоративных сетей, которые часто использовали разные специфичные стандарты.

## **СЛАЙД 13**

В данный момент MPLS благодаря вышеупомянутым качествам используют как базу для реализации следующих технологий: MPLS Level 2 и Level 3 VPN и MPLS Traffic Engineering. Каждая из этих технологий использует преимущества MPLS и понятна по своей сути - VPN использует статические LSP маршруты для построения изолированных каналов, TE использует возможность настраивать метки на маршрутизаторах и класс трафика для его гибкого, но предсказуемого поведения в больших сетях. Но, конечно, реализация каждой из этих технологий не менее комплексна, чем базовый MPLS и требует отдельного глубокого изучения. Но надеюсь, что сама технология MPLS после этой презентации стала понятнее и доступней.