

## РАЗРАБОТКА МЕТОДА УПРАВЛЕНИЯ ТРАФИКОМ В IP-СЕТИ

Ткаченко М.А., студент

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, Украина)

В общем объеме современных достижений в области телекоммуникационных технологий особую актуальность приобретают проблемы анализа и моделирования компьютерных сетей, в том числе, анализа и оптимизации трафика.

Построить сеть, которая гарантированно пропускала бы весь трафик в случае активной сетевой работы всех пользователей, практически нереально.

С увеличением интенсивности использования сетевых приложений вероятность кратковременной перегрузки сети будет только повышаться. Сама сеть не гарантирует доставку информации. Если пакет с данными не может быть передан, он удаляется и, естественно, теряется. В сетях, где передается голосовой трафик это недопустимо. Любая потеря пакетов приведет к возникновению "провалов". В этом случае можно решить проблему, если предоставить передаче голоса более привилегированные условия, чем, например, протоколу пересылки почтовых сообщений.

### Научно-образовательная сеть URAN.

Эта сеть предназначена для обеспечения учреждений, организаций и физических лиц в сферах образования, науки и культуры Украины информационными услугами для реализации профессиональных нужд и развития этих отраслей.

Она строится по иерархическому принципу: в каждом городе Украины, являющимся значительным центром научной и образовательной деятельности, создается региональный узел сети на базе университета или научного учреждения города. Топология данной сети на уровне ядра показана на рисунке 1.



Рисунок 1 - Топология сети URAN на уровне ядра

### **Недостатки данной сети.**

Первым недостатком является использование такой топологии сети. Это не эффективно, ведь она не предусматривает случая выхода из строя линий связи или активного оборудования. Если, например, выйдет из строя оборудование в городе Донецке, то другие города не смогут с ним связаться.

Вторым недостатком является использование в данной сети в качестве транспортной технологии разных модификаций технологии Ethernet: Fast Ethernet, Gigabit Ethernet, 10 Gigabit Ethernet. А недостаток состоит в том, что этой технологией не поддерживается качество обслуживания пользовательского трафика и отсутствует приоритетность при принятии трафика. Т.е. данной технологии безразлично, какой трафик проходит по сети (голосовой, файловый или др.).

Для сети URAN это очень существенные недостатки, т.к. в ней передаются чувствительные к задержкам данные (мультимедийный трафик).

Вариантом устранения этих недостатков является внедрение классов обслуживания для различных видов трафиков. Если использовать технологию многопротокольной коммутации меток (MultiProtocol Label Switching) MPLS на транспортном уровне можно обеспечить эффективную передачу трафика с поддержкой параметров QoS (Quality of Service- качество обслуживания). Опишем суть технологии MPLS.

### **Суть технологии MPLS.**

В основе MPLS лежит принцип обмена меток. Значение поля метки уникально для участка пути между соседними узлами сети MPLS, которые называются маршрутизаторами, коммутирующими по меткам LSR (Label Switched Router).

Пограничным входящим маршрутизатором LSR в каждый пакет, поступающий в сегмент MPLS, добавляется поле метки, класс услуги, индикатор стека меток и время жизни пакета. При определении значения поля метки данного пакета осуществляется определение его класса обслуживания FEC (Forwarding Equivalence Class).

Входной LSR анализирует заголовок пришедшего извне пакета, устанавливает, какому FEC он принадлежит, снабжает этот пакет меткой, которая присвоена данному FEC, и пересылает пакет к соответствующему LSR. Далее, пройдя в общем случае через несколько LSR, пакет попадает к выходному LSR, который удаляет из пакета метку, анализирует заголовок пакета и направляет его к адресату, находящемуся вне MPLS-сети.

Маршрут от пограничного входящего до пограничного исходящего LSR называется “маршрут, скоммутированный по метке” LSP(Label Switched Path).

Возможности управления трафиком в сети MPLS реализовываются с помощью технологий трафика инжиниринга Traffic Engineering (TE) за счет выбора оптимального маршрута прохождения трафика, использования процедур распределения загрузки сети и балансировки трафика.

Основной механизм TE в MPLS – использование однонаправленных туннелей (MPLS TE tunnel) для задания пути прохождения определенного трафика. Так как туннели – однонаправленные, то обратный путь может быть совершенно другим

### **Применение в сети URAN**

Сеть URAN состоит из более, чем 15 городов. Для удобства опишем принцип работы технологии MPLS на примере 3 городов (Луцк, Киев, Житомир).

В качестве топологии сети эффективно использовать топологию смешанного типа. Маршрутизаторы ядра будут связываться по топологии “кольцо”, а коммутаторы доступа – по топологии “звезда”.

Принцип работы технологии MPLS в сети URAN представлен на рисунке 2.

Пусть пользователь из города Житомир (IP-адрес компьютера 192.168.1.1) участвует в конференции с пользователем из города Луцк (IP-адрес 192.168.3.1). Опишем путь прохождения пакета. От компьютера он поступает в коммутатор доступа и затем попадает в маршрутизатор ядра. Там определяется класс обслуживания этого пакета и путь, по которому он пойдет. Передача пакета с данной категорией трафика (мультимедийный) имеет

наивысший приоритет. К пакету прикрепляется метка (в нашем случае 18) и он направляется на следующий маршрутизатор. Для пакета с метой 18, следующим маршрутизатором является маршрутизатор ядра города Луцк. Там метка удаляется и маршрутизатор направляет пакет адресату (компьютеру 192.168.3.1).

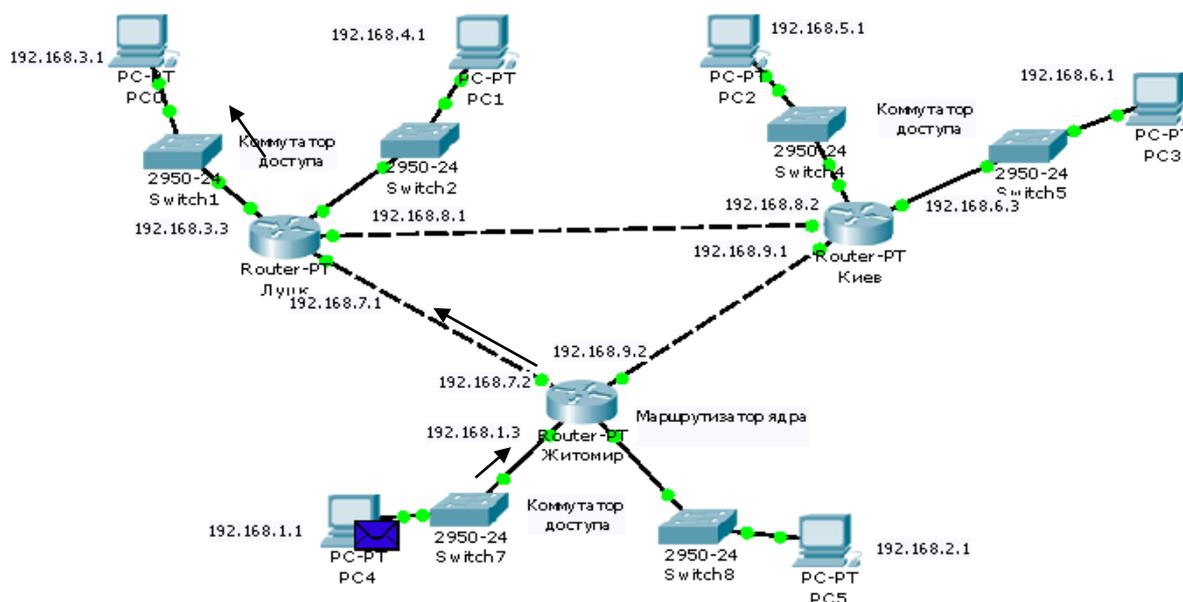


Рисунок 2- Принцип работы технологии MPLS в сети URAN

Здесь используются однонаправленные туннели, поэтому обратный путь будет другим. От пользователя города Луцк пакет поступает на коммутатор, а оттуда на маршрутизатор ядра. Там ему прикрепляется метка 15 (наивысший приоритет для этого маршрутизатора). Для метки 15 в этом маршрутизаторе задан следующий шаг - маршрутизатор ядра города Киев. Там метка переназначается. Теперь метка равна 23 (наивысший приоритет для этого маршрутизатора). Следующий шаг - маршрутизатор ядра города Житомир. Там метка удаляется и маршрутизатор направляет пакет адресату (компьютеру 192.168.1.1).

Передача другого вида трафика происходит аналогичным образом.

Рассмотрим пример, если в данной сети не будет использоваться технология MPLS. Информация о данной сети будет распространяться с помощью какого-либо протокола маршрутизации (RIP, OSPF, IS-IS). Известно, что все протоколы маршрутизации — как дистанционно-векторные (например, RIP), так и состояния связей (OSPF и IS-IS), определяют для трафика, направленного в конкретную сеть, кратчайший маршрут в соответствии с некоторой метрикой. Выбранный путь может быть более рациональным, если в расчет принимается номинальная пропускная способность каналов связи или вносимые ими задержки, либо менее рациональным, если учитывается только количество промежуточных маршрутизаторов между исходной и конечной сетями, но в любом случае выбирается единственный маршрут даже при наличии нескольких альтернативных.

Неэффективность такого подхода представлена на рисунке 3.

Несмотря на то, что между городами Житомир и Луцк имеется два пути: через маршрутизатор ядра города Луцк и через маршрутизаторы ядра городов Киев и Луцк — весь трафик от Житомира к Луцку в соответствии с принципами маршрутизации, принятыми в сетях IP, направляется по первому пути. Только потому, что второй путь немного длиннее, чем первый (в нем на один транзитный узел больше), он игнорируется, хотя мог бы задействоваться параллельно с первым путем.

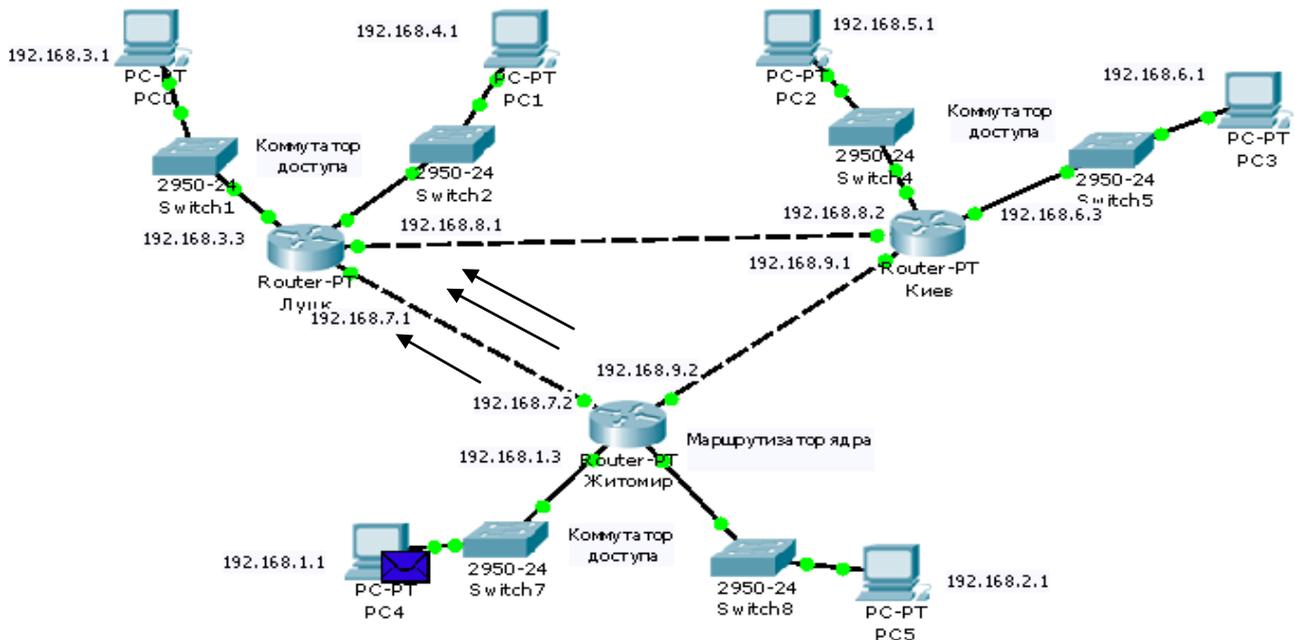


Рисунок 3 - Неэффективность загрузки ресурсов сети путями, определяемыми протоколами маршрутизации

Еще один коренной недостаток традиционных методов маршрутизации трафика в сетях IP заключается в том, что пути выбираются без учета текущей загрузки ресурсов сети. Если кратчайший путь уже перегружен, то пакеты все равно будут посылаться по этому пути.

Так, и для нашей сети, изображенной на рисунке 3, первый путь задействуется и в том случае, если его ресурсов постоянно не хватает для обслуживания трафика от города Житомир к городу Луцк, а второй путь простаивает, несмотря на то ресурсов хватило бы для качественной передачи трафика. Налицо явная ущербность методов распределения ресурсов сети — одни из них работают с перегрузкой, а другие не используются вовсе.

**Выводы:** Можно сделать вывод о том, что в данной сети нельзя использовать только обычные протоколы маршрутизации, т.к. им свойственно выбирать пути только по критерию кратчайшего расстояния, а не загрузки ресурсов. Необходимо применять технологию MPLS-TE, которая выбирает оптимальный путь прохождения трафика и тем самым обеспечивает выполнение требований QoS для разных видов трафика.

#### Перечень ссылок

1. Воропаева В.Я. Алгоритмы оптимальной маршрутизации в сетях сложной топологии // Научные работы Донецкого национального технического университета. Серия: Обчислювальна техніка та автоматизація. Випуск 106. - Донецьк-2006. С. 45-50
2. Гольдштейн А.Б. Механизм эффективного туннелирования в сети MPLS / А.Б. Гольдштейн // «Вестник связи». – М., 2004, №2
3. Кучерявый Е.А. Управление трафиком и качество обслуживания в сети Интернет / Е.А. Кучерявый. – СПб. Наука и Техника, 2004. -336 стр.
4. Украинская научно-образовательная телекоммуникационная сеть УРАН [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.uran.net.ua/~rus/frames.htm>