

**Кучеренко Б.А., магистрант**  
**Яремко И.Н., к.т.н., доцент**

*ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»*

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ В КАНАЛЕ СВЯЗИ**

При переходе к концепции сетей нового поколения особое внимание исследователи уделяют проблемам управления трафиком. Это вызвано необходимостью ужесточения обеспечения параметров качества обслуживания. Основным современным комплексом по обеспечению качества обслуживания остается Traffic Engineering. Данный комплекс внедрен в технологию многопротокольной коммутации по меткам (MPLS). Анализ составляющих комплекса по обеспечению заданного качества обслуживания показал, что основными механизмами являются: поддержка сквозных параметров QoS «из-конца-в-конец» вне MPLS-домена; формирование требований к параметрам устанавливаемых TE-туннелей; маршрутизация при установлении TE-LSP.

к задачам управления трафиком относятся задачи распределения сетевых, канальных и других типов ресурсов. Задача о формировании TE-туннелей с необходимым качеством обслуживания относится к классу задач о распределении канального ресурса для обеспечения заданного качества обслуживания поступающего трафика.

На данный момент задача назначения TE-туннелей сводится к оценке сетевым администратором необходимых параметров качества передачи и установления «вручную» TE-туннелей. Для верного принятия решения рассмотрим параметры, от которых зависит качество обслуживания поступающего трафика.

Каждый тип трафика характеризуется своими требованиями к параметрам каналов связи. Если голосовой трафик требователен к задержке и ее отклонения, то трафик передачи данных – к искажениям и потерям пакетов. Поэтому для каждого типа переданных данных проанализируем характеристики и требования к каналу связи.

Для количественной оценки параметров каналов обслуживания целесообразно ввести функции полезности, описанных в [1]. Данные функции характеризуют зависимость определенной нормированной оценки от определенного параметра канала связи. Другими словами, значение функции характеризуют приемлемость канала связи для передачи этого типа трафика в данный момент. Очевидно, что для каждого типа трафика существует своя функциональная зависимость. Рассмотрим функциональные зависимости функций полезности от определенных характеристик канала связи: пропускная способность, задержка передачи, джиттер задержки, надежность доставки.

Основные требования к каналу связи, по которому передаются данные голосового трафика, зависят от типа используемого кодека. Например, допустимая норма потерь пакетов для кодека G.711 составляет 10% , в то время

как при использовании кодека G.723.1 значительное ухудшение качества речи наблюдается уже при 1% потерь. Несмотря на это, для передачи трафика VoIP существует один набор ограничений, характерный для любого используемого кодека. В первую очередь должна гарантироваться минимальная пропускная способность. Для G.711 – это 64 Кбит/с, а для G.723 – от 24 до 40 Кбит/с. При снижении порогового значения пропускной способности прекращается нормальная работа и качество речи значительно ухудшается. Поэтому функция полезности  $u_{VoIP}(C)$  от пропускной способности выражается как:

$$u_{VoIP}(c) = \frac{\text{sgn}(c - C_{\min}) + 1}{2}, \quad (1)$$

где,  $C_{\min}$  – минимально допустимая пропускная способность для заданного кодека.

Кроме того, голосовая связь является услугой реального времени, следовательно, важной характеристикой канала связи является оценка задержка на передачу. По рекомендации ITU-T [39] допустимый уровень задержки в одном направлении составляет 150 мс. Согласно с исследованием [40] влияние задержки на качество речи имеет нелинейный характер. Таким образом, функций зависимости  $u_{VoIP}(\tau)$  от задержки может быть оценена следующим образом:

$$u_{VoIP}(\tau) = 1 - \frac{1}{1 + \left( \frac{\tau_{\max}}{\tau_{\min}} - 1 \right) \cdot e^{-r\tau}}, \quad (2)$$

$$r = \frac{2 \ln \left( \frac{\tau_{\max}}{\tau_{\min}} - 1 \right)}{\tau_{\max}}, \quad (3)$$

где  $\tau_{\max}$  – значение максимальной задержки по рекомендации ITU-T;  $\tau_{\min}$  – значение задержки, в границах которой сохраняется наилучшее качество обслуживания – значение функции полезности близко к максимальному.

Из зависимости, представленной выше, видно, что при увеличении времени задержки, значение функции зависимости спадает неравномерно: самая большая крутизна спада при значениях задержки, близких к максимально допустимым.

Такие функции зависимости существуют для всех параметров качества обслуживания. Использование функций полезности позволяет осуществить переход к комплексному показателю эффективности использования канала связи. Так, для обеспечения необходимого качества передачи, характеристики каналов должны соответствовать ограничениям пропускной способности  $C$ , задержки в канале связи  $\tau$ , вариации задержки  $J$  и доли потерянных пакетов  $Pl$ .

$$C \geq C_{\min}, \quad (4)$$

$$\tau \leq \tau_{\max}, \quad (5)$$

$$J \leq J_{\max}, \quad (6)$$

$$Pl \leq Pl_{\max}, \quad (7)$$

Относительность значений, представленных функции «полезности», позволяет переходить к безразмерным оценкам параметров качества обслуживания. При этом оптимальным условием предоставления услуги  $i$ -м ТЕ-туннелем можно считать следующее выражение:

$$K_x^{(i)} = U_x(C) \cdot U_x(\tau) \cdot U_x(J) \cdot U_x(Pl) \rightarrow \max, \quad (8)$$

где  $x$  – тип передаваемого трафика;  $i$  – номер канала,  $i = \overline{1, N}$ ;  $N$  – количество каналов в физической линии связи.

Таким образом, номер канала связи  $n$  для передачи заданного типа трафика будет выбираться с наибольшим значением критерия:

$$n = \arg \max_i K_x^{(i)}, \quad (9)$$

где  $i$  – номер канала, по которому предусматривается передача потока,  $i = \overline{1, N}$ .

Текущее значение эффективности использования  $i$ -го канала рассчитывается по формуле:

$$K_i = \sum_{j=1}^{M_i} K_{xj}^{(i)}, \quad (10)$$

где  $j$  – номер потока трафика, который передается по каналу,  $j = \overline{1, M}$ ;  $x$  – тип передаваемого трафика;  $M$  – количество потоков, передаваемых по  $i$ -му каналу.

Оценка эффективности использования распределенных потоков в канале для заданного момента времени  $t$  определяется исходя из выражения:

$$K_t(t) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N K_i(t). \quad (11)$$

При этом нормированная оценка работы системы за период работы  $T$  определяется как

$$\|K_t\| = \frac{1}{T} \int_0^T K_t(t) dt. \quad (12)$$

Предложенный критерий (11) позволяет оценить качество работы системы в любой момент времени. Предложенный критерий будет использоваться для дальнейшего исследования. Интегральный критерий (12) можно использовать для оценки эффективности работы разработанной сети.

Для стабильности системы и предотвращения перегрузки маршрутизатора зададимся следующим ограничением. Перераспределение потоков между сформированными каналами происходит только в случае, если значение критерия для более эффективного состояния системы будет превышать некоторое значение  $\varepsilon_0$ :

$$\varepsilon = \frac{K_{t+1} - K_t}{K_t} \geq \varepsilon_0, \quad (13)$$

где,  $\varepsilon$  – выигрыш от перераспределения;  $K_{t+1}$  – значение критерия для нового состояния системы;  $K_t$  – значение критерия для текущего состояния системы;  $\varepsilon_0$  – пороговое значение эффективности.

Оценка состояния системы должна осуществляться при изменениях характеристик каналов связи, в начале и по завершению передачи данных.

#### **Список используемых источников**

1. Changbin Liu. Utility-Based Bandwidth Allocation for Triple-Play Services. / Changbin Liu, Lei Shi, Bin Liu. // Fourth European Conference on Universal Multiservice Networks (ECUMN'07). – 2007. – PP. 327-336.

2. ITU-T: One-way transmission time. REC-G.114. [Электронный ресурс] / ITU-T. Режим доступа: <http://www.cs.columbia.edu/~andreaaf/new/documents/other/T-REC-G.114-200305.pdf>. – Загл. с экрана