

ИССЛЕДОВАНИЕ ОДНОПУТЕВОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ БАЛАНСИРОВКИ НАГРУЗКИ НА СЕТЬ

Семеняка М.В., Лемешко А.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники
61166, Харьков, пр. Ленина 14, каф. телекоммуникационных систем и сетей, E-mail:
maxisemen@gmail.com; тел. (057) 372-67-04

The given work is devoted to the research of the possibility using single path routing to provide load balancing in the network. Distribution of the traffic is determined by channel utilization in case of multiple traffic flows entering the network.

Под однопутевой маршрутизацией понимается такая процедура выбора маршрутов, при которой для передачи данных от узла-источника узлу-адресату используется единственный маршрут. Очевидно, что в общем случае многопутевая маршрутизация является предпочтительней, так как она более полно использует ресурсы сети передачи данных, однако фиксированная маршрутизация намного проще для реализации и в ряде случаев (например, при низкой загрузке сети) при ее использовании качество функционирования сети может оказаться очень близким к варианту с реализацией многопутевой маршрутизации.

Целью данного исследования является анализ результатов распределения трафика однопутевой моделью маршрутизации, в случае, когда на вход сети поступает множество потоков.

Топология исследуемой сети с пропускными способностями каналов (Мбит/с) представлены на рисунке.

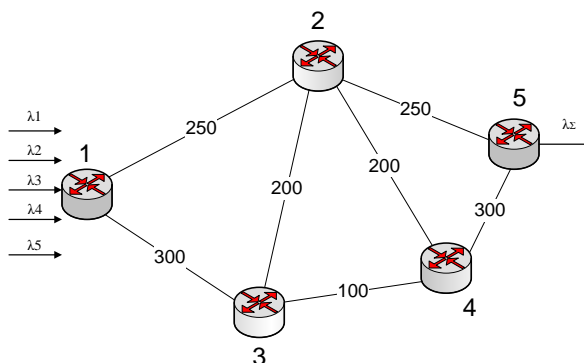


Рис.1 – Топология исследуемой сети с пятью входящими потоками

Суммарная пропускная способность сети составляет 550 Мбит/с. Возможные пути следования потоков трафика: путь №1: узлы 1-2-5, путь №2: узлы 1-3-4-5, путь №3: узлы 1-3-2-4-5, путь №4: узлы 1-2-4-5, путь №5: узлы 1-3-2-5.

Для предотвращения потери пакетов на сетевых узлах и в сети в целом, необходимо обеспечить выполнение условий сохранения потока:

$$\begin{cases} \sum_{j:(i,j) \in E} X_{ij}^k - \sum_{j:(j,i) \in E} X_{ji}^k = 0, & k \in K, i \neq s_k, t_k, \\ \sum_{j:(i,j) \in E} X_{ij}^k - \sum_{j:(j,i) \in E} X_{ji}^k = 1, & k \in K, i = s_k, \\ \sum_{j:(i,j) \in E} X_{ij}^k - \sum_{j:(j,i) \in E} X_{ji}^k = -1, & k \in K, i = t_k. \end{cases} \quad (1)$$

Кроме этого, необходимо обеспечить выполнение условий предотвращения перегрузки в каналах сети:

$$\sum_{k \in K} d_k X_{ij}^k \leq c_{ij}, \quad (2)$$

где d_k – интенсивность k -го трафика в канале ij , c_{ij} – пропускная способность канала связи. В соответствии с физикой решаемой задачи на переменные X_{ij}^k накладываются следующие ограничения:

$$X_{ij}^k \in (0, 1). \quad (3)$$

Целевая функция имеет вид:

$$\sum_{(i,j) \in E} \frac{10^8}{c_{i,j}} \cdot X_{ij}^k \rightarrow \min. \quad (4)$$

В результате проведенного аналитического моделирования получена зависимость средней задержки доставки пакетов от поступающей в сеть нагрузки представлена на рисунке 2. Из данного графика видно, что модель однопутевой маршрутизации обеспечивает низкие показатели средней задержки ($\tau_{cp} \leq 0.1$ с) в области низких нагрузок на сеть ($\rho = 0 \div 0.4$) для всех входящих трафиков.

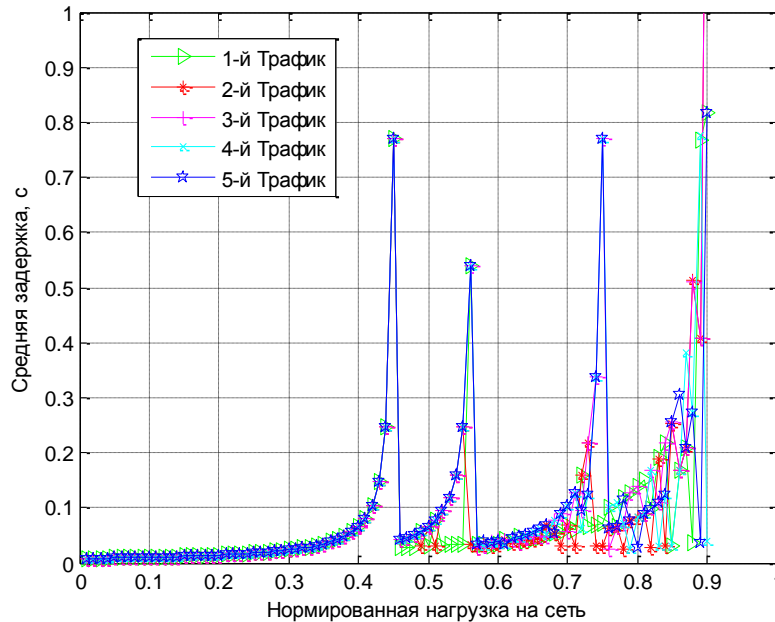


Рис. 2 – Зависимость средней задержки доставки пакетов от нормированной нагрузки на сеть

Распределение трафика происходит по пути с наименьшей стоимостью. В результате переполнения данного пути алгоритм маршрутизации направляет один из трафиков по пути с большей стоимостью, тем самым вызывая скачкообразное изменение показателя средней задержки. В результате переполнения и этого пути механизм однопутевой маршрутизации перенаправляет один из потоков в следующий свободный путь, вызывая тем самым резкое изменение показателя средней задержки. Такое скачкообразное изменение средней задержки негативно сказывается на качестве услуг, чувствительных к джиттеру.

Для устранения данного недостатка предложено изменить накладываемое ограничение на переменные (2), предотвращая полную загрузку каналов связи:

$$\sum_{k \in K} d_k X_{ij}^k \leq c_{ij} \cdot 0.95, \quad (5)$$

В случае использования ограничения (5) каналы загружаются на 95% своей пропускной способности, наблюдается уменьшение пиков колебания средней задержки, как показано на рисунке 3:

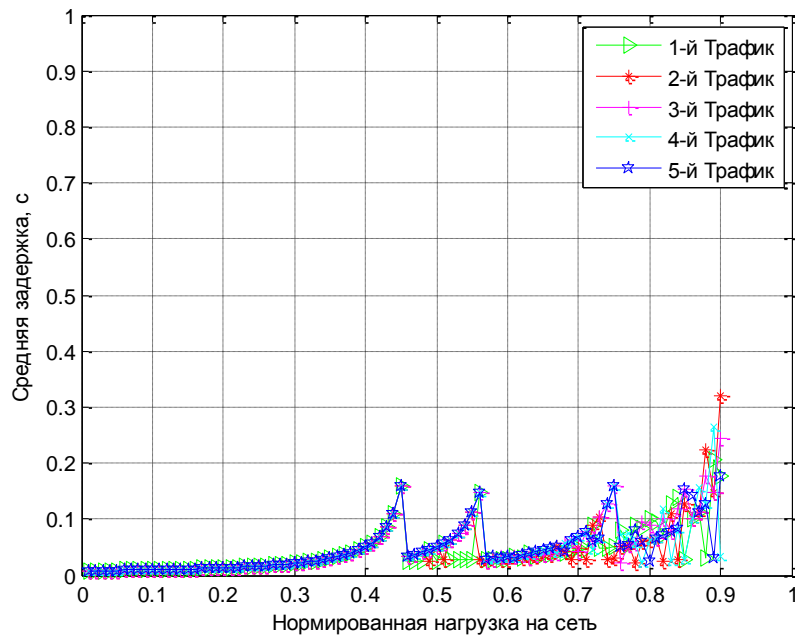


Рис.3 – Зависимость средней задержки доставки пакетов от нормированной нагрузки на сеть с ограничением на загрузку канала

В результате проведенных исследований мы видим, что однопутевая маршрутизация способна обеспечить балансировку нагрузки на сеть в случае, когда в сеть поступает множество потоков малой интенсивности (по отношению к максимальной пропускной способности сети). Потоки распределяются изначально по пути с наименьшей стоимостью, после переполнения которого, направляются по путям с большей метрикой. В силу особенностей однопутевой маршрутизации балансировка нагрузки может осуществляться распределением количества трафиков, направленных по пути, а не их долями, как в задаче многопутевой маршрутизации. То есть чем больше потоков малой интенсивности на входе в сеть, тем эффективнее можно управлять загрузкой сети в рамках решения задачи однопутевой маршрутизации, алгоритмы которой намного проще, нежели в случае многопутевой маршрутизации. Недогружая каналы связи мы обеспечиваем минимальные показатели средней задержки ($\tau_{cp} \leq 0.2$ с) почти на всей области абонентской нагрузки ($\rho = 0 \div 0.9$).