

УДК 621.391

## ПЛАНИРОВАНИЕ VPN-ТУННЕЛЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ МЕТОДА ИНЖИНИРИНГА, ОСНОВАННОГО НА ПРИСВОЕНИИ КОЭФФИЦИЕНТОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКА ТРАФИКА В СЕТИ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Врублевский С.С., адъюнкт*

*Военная академия Республики Беларусь*

*г. Минск, Республика Беларусь*

*Машкин Е.В. – канд. техн. наук*

В работе предложен метод инжиниринга трафика, основанного на присвоении коэффициентов распределения потока трафика, характеризующего долю трафика, при планировании VPN-туннелей в сетях электросвязи специального назначения. Показано что, использовать все возможные маршруты для планирования VPN-туннелей не представляется возможным, так как отдельные ребра являются составными элементами различных маршрутов.

Предоставление современных инфокоммуникационных услуг в сети электросвязи специального назначения (СЭСН) предполагает широкое использования IP-шифраторов и криптомаршрутизаторов совместно с технологией виртуальных частных сетей (Virtual Private Network, VPN).

Использование IP-технологий делает СЭСН во многом схожими с сетью электросвязи общего пользования (СЭОП), однако можно выделить отличительную особенность: в сети доступа в СЭСН есть высокоскоростные участки в десятки и сотни Мбит/с, а на транспортном уровне пропускная способность может существенно снижаться (до пропускной способности эквивалентной цифровому потоку Е1 – 2048 кбит/с), что создает эффект «бутылочного горлышка», тем самым ухудшая показатели качества обслуживания пользователей. Следовательно, необходимо применять дополнительные методы, учитывающие наличие низкоскоростных участков в СЭСН и позволяющие максимально

и сбалансированно использовать весь ресурс сети, а не только ресурс отдельных каналов связи.

В теории построения инфокоммуникационных сетей данный класс методов получил название Traffic Engineering (ТЕ – инжиниринг трафика). На сегодняшний день не существует универсального и стандартизированного подхода применения данных методов не только в СЭСН, но и в СЭОП.

Методы ТЕ позволяют не только определить оптимальный маршрут для потока трафика, но и резервируют для него пропускную способность ресурсов сети, находящихся в этом маршруте [1].

Из существующих методов ТЕ в предложенной модели применен метод, в котором исходными данными для инжиниринга являются характеристики сети, где в качестве ресурса сети используется пропускная способность.

Исходя из концепции ТЕ, между маршрутизаторами  $i$  и  $j$  в СЭСН существует в общем случае не один оптимальный маршрут, а множество маршрутов  $\rho^{(ij)}$ :

$$\rho^{(ij)} = \begin{bmatrix} \rho_1^{(ij)} \\ \rho_2^{(ij)} \\ \dots \\ \rho_e^{(ij)} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где  $\rho_e^{(ij)} = \{i, f, q, \dots, j\}$  – маршрут между маршрутизаторами  $i$  и  $j$ .

При этом каждому маршруту  $\rho_e^{(ij)}$  присваивается коэффициент распределения потока трафика  $k_{ij}^{(e)} = k_{ij}^{(i, f, q, \dots, j)}$ , характеризующий долю трафика, передаваемого по данному маршруту. Коэффициент распределения потока трафика для маршрута равен отношению минимальной пропускной способности маршрута к максимальной пропускной способности сети  $q_{ij\Sigma}$  между узлами  $i$  и  $j$ , определенной в результате решения задачи о максимальном потоке [2]. Пример определения данного коэффициента представлен на рисунке 1.

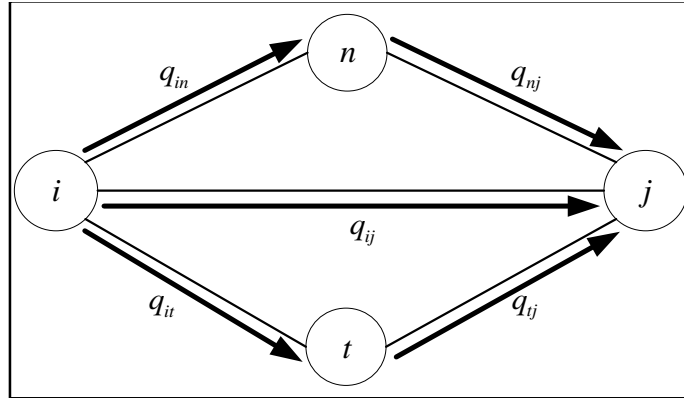


Рисунок 1 – Прохождение потока трафика между точками  $i$  и  $j$

Поток трафика между точками  $i$  и  $j$  проходит по трем маршрутам:  $\{i, n, j\}$ ,  $\{i, t, j\}$ ,  $\{i, j\}$ , каждому присваивается свой коэффициент распределения потока трафика, который рассчитывается как

$$k_{ij}^{\{i, n, j\}} = \frac{q_{ij}^{\{i, n, j\}}}{q_{ij\Sigma}}, \quad (2)$$

$$k_{ij}^{\{i, t, j\}} = \frac{q_{ij}^{\{i, t, j\}}}{q_{ij\Sigma}}, \quad (3)$$

$$k_{ij}^{\{i, j\}} = \frac{q_{ij}^{\{i, j\}}}{q_{ij\Sigma}}, \quad (4)$$

где  $q_{ij}^{\{i, n, j\}} = \min\{q_{in}, q_{nj}\}$ ,  $q_{ij}^{\{i, t, j\}} = \min\{q_{it}, q_{tj}\}$ ,  $q_{ij}^{\{i, j\}} = q_{ij}$  – минимальные пропускные способности маршрутов  $\{i, n, j\}$ ,  $\{i, t, j\}$ ,  $\{i, j\}$ , соответственно.

Использовать все возможные маршруты для планирования VPN-туннелей не представляется возможным, так как отдельные ребра являются составными элементами различных маршрутов. Следовательно, по мере насыщения ребер планируемыми VPN-туннелями, количество маршрутов будет уменьшаться, до тех пор, пока не станет равным нулю. Указанная итеративная процедура представлена выражением (5),

$$\left\{ \begin{array}{l} q_{ij_{\Sigma}}(1) = q_{ij_{\Sigma}} - q_{ij_{\Sigma}}^{\{1\}}; \\ q_{ij_{\Sigma}}(2) = q_{ij_{\Sigma}}(1) - q_{ij_{\Sigma}}^{\{2\}}; \\ \dots \\ q_{ij_{\Sigma}}(e) = q_{ij_{\Sigma}}(e-1) - q_{ij_{\Sigma}}^{\{e\}} = 0, \end{array} \right. \quad (5)$$

где  $q_{ij_{\Sigma}}(e)$  – суммарная пропускная способность между точками  $i$  и  $j$  на шаге  $e$ , равная разности суммарной пропускной способности между точками  $i$  и  $j$  на шаге  $e-1$  и минимальной пропускной способности маршрута  $e$  между точками  $i$  и  $j$ ;

$e$  – количество маршрутов.

Применение методов TE в СЭСН при планировании VPN-туннелей позволит обеспечить сбалансированную загрузку сети (до 100 % ресурса сети) в сравнении с традиционными одномаршрутными протоколами RIP и OSPF (обеспечивают использование до 40 % ресурса сети).

#### Список использованных источников:

1. Олифер, В. Г. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы : учеб. / В. Г. Олифер, Н. А. Олифер. – 5-е изд. – СПб. : Питер, 2015. – 992 с..
2. Харари, Ф. Теория графов / Ф. Харари ; под ред. Г. П. Гаврилова. пер. с англ. – 2-е изд. – М. : Едиториал УРСС, 2003. – 296 с