

МОДЕЛЬ ТРАФИКА В ЦИФРОВЫХ КАНАЛАХ СВЯЗИ

Введение

В [1] были рассмотрены методы управления трафиком по виртуальному пути. Описан механизм управления трафиком для модифицированной схемы.

Для эффективной работы такого метода необходимо обеспечить “справедливую” дисциплину обслуживания, чтобы иметь некоторую гарантию того, что увеличение задержки при передаче ячейки для определенного направления связано с общей перегрузкой коммутатора, а не дискриминацией из-за присутствия более приоритетного трафика. Кроме того, она будет эффективно работать с передачей на повышенных скоростях и быстро реагировать на необходимость изменения скорости, чтобы предпринимать соответствующие меры. Для определения наиболее подходящей схемы нужно разработать математические модели трафика в телекоммуникационной сети.

Постановка задачи

Разработать математические модели управления трафиком в цифровых каналах связи, которые позволяют определить плотность распределения скорости передачи информации абонентам различных служб и дисперсию пакетов, необходимых абонентам для транспортировки генерируемого им трафика.

Решение

Пусть среднее число заявок k -й службы на j -м цифровом канале равно $N_{BC_1}^{(k)}$ и дисперсия заявок $D(n_{BC_j}^k)$, при $j = 1, M$. M – число цифровых каналов связи. Тогда характеристики пропускной способности для передачи, которая требуется абонентам k -й службы могут быть определены [2] следующим образом:

$$B_{\Sigma_j}^{(k)} = N_{BC_j}^{(k)} \cdot B_m^{(k)} = N_{BC_j}^{(k)} \cdot p^{(k)} \cdot B_p^{(k)},$$

$$D[B_{\Sigma_j}^{(k)}] = [B_m^{(k)}]^2 \cdot D[n_{BC_j}^k] + N_{BC_j}^{(k)} \cdot D[b^{(k)}] = N_{BC_j}^{(k)} \cdot p^{(k)} \cdot [B_p^{(k)}]^2$$

Исходя из этого, определяем вероятность того, что пропускная способность B_i удовлетворяет требованиям i -го узла [2]:

$$P(b_{\Sigma_j} \leq B_j) = \Phi \left(\frac{b_{\Sigma_j} - B_{\Sigma_j}}{\sigma[b_{\Sigma_j}]} \right) = \Phi(u)$$

Тогда вероятность того, что случайная величина пропускной способности, которая необходима для удовлетворения потребностей пользователей превысит пропускную способность j -го канала связи:

$$P(b_{\Sigma_j} > B_j) = 1 - \Phi(u)$$

Пусть число заявок на виртуальное соединение, поступающих на i -й узел ($i = 1 \dots N$) от пользователя k -й службы, подчиняется пуассоновскому закону распределения со средним значением и дисперсией равным соответственно:

$$N_{BCi}^{(k)} = \lambda_{\Sigma_i}^{(k)} \cdot T_C^{(k)}; D[n_{BCj}^{(k)}] = \frac{1}{[\lambda_{\Sigma_i}^{(k)}]^2}$$

где $\lambda_{\Sigma_i}^{(k)} = N_{ab_i}^{(k)} \cdot \lambda_{ab_i}^{(k)}$ интенсивность потока заявок абонентов k -й службы на установку виртуальных соединений, поступающих на i -й узел;

$N_{ab_i}^{(k)}$ количество абонентов k -й службы на i -м узле.

Для В-ISDN в общем случае можно считать закон распределения суммарной пропускной способности нормальным [3]. Тогда плотность распределения вероятностей пропускной способности, которая требуется абонентам k -й службы i -го узла, имеет вид:

$$f(b_{\Sigma_i}^{(k)}) = \frac{1}{\sigma[b_{\Sigma_i}^{(k)}] \sqrt{2 \cdot \pi}} \cdot \exp \left[-\frac{(b_{\Sigma_i} - B_{\Sigma_i})^2}{2 \cdot \sigma^2 [b_{\Sigma_i}^{(k)}]} \right]$$

при

$$B_{\Sigma_{m_i}}^{(k)} = N_{BC_i}^{(k)} \cdot B_m^{(k)} = N_{BC_i}^{(k)} \cdot p^{(k)} \cdot B_p^{(k)},$$

$$D[B_{\Sigma_{m_i}}^{(k)}] = [B_m^{(k)}]^2 \cdot D[n_{BC_i}^{(k)}] + N_{BC_i}^{(k)} \cdot D[b^{(k)}] = N_{BC_i}^{(k)} \cdot p^{(k)} \cdot [B_p^{(k)}]^2,$$

где $B_{\Sigma_{m_i}}^{(k)}$ – математическое ожидание пропускной способности, необходимой для удовлетворения потребностей абонентов k -й службы i -го узла;

$\sigma[b_{\Sigma_i}^{(k)}]$ – среднеквадратическое отклонение пропускной способности, необходимой абонентам k -й службы i -го узла.

Учитывая, что службы независимы между собой, после преобразований, получим выражение для определения вероятности того, что пропускная способность i -го узла удовлетворяет потребностям всех абонентов для этого узла:

$$P(b_{\Sigma} \leq B_j) = \Phi \left(\frac{b_{\Sigma_i} - B_{\Sigma_{m_i}}}{\sigma[b_{\Sigma_i}]} \right) = \Phi(u)$$

Тогда вероятность того, что случайная величина пропускной способности, которая необходима для удовлетворения потребностей пользователей превысит пропускную способность j -го канала связи:

$$P(b_{\Sigma_i} > B) = 1 - \Phi(u)$$

Трафик источников с постоянной или изменяющейся скоростью передачи. Пусть скорости передачи абонента k -й службы являются дискретными случайными величинами, принимающими максимальное значение $b_1^{(k)} = B_p^{(k)}$ с вероятностью $p^{(k)}$ и минимальное значение $b_2^{(k)} = B_{\min}^{(k)}$ с вероятностью $q^{(k)} = 1 - p^{(k)}$. При этом достигается максимум дисперсии значений скорости передачи информации [4].

Тогда плотность распределения скорости передачи абонентов k -й службы может быть выражено через сумму дельта-функций:

$$f(b^{(k)}) = p^{(k)} \cdot \delta(b^{(k)} - B_p^{(k)}) + q^{(k)} \cdot \delta(b^{(k)} - B_{\min}^{(k)})$$

В этом случае, среднее значение и дисперсия количества пакетов, которые необходимы абоненту k -й службы для транспортировки генерируемого им трафика равны соответственно:

$$R_{mna}^{(k)} = B_m^{(k)} / Luun$$

$$D[r^{(k)}] = \begin{cases} p^{(k)} \cdot q^{(k)} \cdot (B^{(k)} / Luun)^2, & \text{для изменяющейся скорости передачи} \\ 0, & \text{для постоянной скорости передачи} \end{cases}$$

где $Luun = 384$ бит – длина информационной части пакета,

$$B_m^{(k)} = P^{(k)} \cdot B_p^{(k)}; p^{(k)} = 1/k_b^{(k)}; k_b^{(k)} = B_p^{(k)} / B_m^{(k)}$$

Таким образом, предложенные математические модели управления трафиком в цифровых каналах связи позволяют определить плотность распределения скорости передачи информации абонентам различных служб и дисперсии пакетов, необходимых абонентам для транспортировки генерируемого им трафика.

Литература

1. Артеменко В.А., Богданова Н.В., Методы управления трафиком по виртуальному пути // Адаптивные системы автоматического управления. Региональный межвузовский сборник научных работ. – Выпуск 11(31). – Днепропетровск, 2007. – С.16-24
2. Chen H., Huang L., Kumar S., Kuo J.C. Radio resource management for multimedia QoS support in wireless networks.- N.Y.: Kluwer Academic Publishers, 2004.-256 p.
3. Zhang Y., Soong B.-H. Performance evolution of GSM/GPRS networks with channel reallocation scheme//IEEE Communications Letters.-2004.-vol.8, no.5.-p.280-282.
4. Zhang Y., Soong B.-H. Ma M. A dynamic channel assignment scheme for voice/data integration in GPRS networks//Computer Communications.-2006.-vol.29, no.8. p.1163-1173.

Отримано 19.02.2010 р.