

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РЕСУРСА ПАМЯТИ УЗЛОВ КОММУТАЦИИ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

к.т.н. П.А. Будко, Н.Н. Гахова, к.т.н. Л.А. Клименко
(представил д.т.н., проф. О.Н. Фоменко)

Предложен подход к определению величины ресурса памяти узлов коммутации, не снижающий оперативности доставки информации по сети передачи данных (СПД).

При решении задачи оптимизации потоков и пропускных способностей на сетях с коммутацией пакетов, зачастую для упрощения вычислений выбирают модель сети как системы массового обслуживания (СМО) типа М/М/1 с неограниченной очередью или как СМО с отказами [1]. Такое упрощение позволяет получать точные аналитические выражения для характеристик сети при граничных значениях ресурсов памяти узлов коммутации (УК). Однако, в реальных сетях передачи данных в УК используется ограниченное число буферов памяти N .

Структура памяти, в которой скапливаются пакеты от многочисленных одновременно работающих каналов связи, в значительной степени определяет пропускную способность C узла коммутации и сети в целом. В связи с этим стоит задача определения достаточного узлового ресурса памяти, обеспечивающего эффективное управление потоками F на сети без возникновения отказов из-за ограниченного объема буферов, при минимизации среднего времени задержки пакетов $T_{\text{ср}}$.

Целью данной статьи является нахождение точного аналитического выражения для расчета необходимого числа буферов в УК с минимальным временем задержки пакетов на сети.

Для решения задачи введем дополнительные ограничения. Пусть на сети действует пуассоновский поток пакетов. При этом поступающий в УК пакет информации считаем заявкой на обслуживание n и предполагаем, что одна заявка занимает один буфер памяти УК. В этом случае среднее число заявок, ожидающих обслуживания в очереди на поступление в k -ю линию связи, равно [2]

$$r_k = \frac{y_k^2 (1 - y_k^n (n + 1 - n y_k))}{(1 - y_k^{n+2}) (1 - y_k)}, \quad (1)$$

где $y_k = \frac{\lambda_k}{\mu_k}$ - величина, характеризующая поток пакетов, поступающий в k -ю линию связи (иногда ее называют нагрузкой или коэффициентом использования) [3];

$\lambda_k = \frac{F_k}{L}$ - интенсивность поступления потока пакетов на вход k -й

линии связи;

$\mu_k = \frac{C_k}{L}$ - интенсивность обслуживания данного потока в УК;

L - длина пакета (бит);

$k = \overline{1, m}$, m - число линий связи в сети.

При $y < 1$ и $n \rightarrow \infty$ выражение (1) принимает вид

$$r_k = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{y_k^2 (1 - y_k^n (n + 1 - n y_k))}{(1 - y_k^{n+2}) (1 - y_k)} = \frac{y_k^2}{1 - y_k}. \quad (2)$$

Произведя замену в (2) y на F_k и C_k , получим

$$r_k = \frac{\lambda_k^2 / \mu_k^2}{\left(1 - \lambda_k / \mu_k\right)} = \frac{F_k^2}{C_k (C_k - F_k)}. \quad (3)$$

Данное выражение определяет среднее число заявок в очереди на обслуживание на входе линии связи. При наличии в сети m линий связи имеем m уравнений вида (3).

Ранее проводимыми исследованиями [4], найдены выражения для оптимальных пропускных способностей линий связи, минимизирующих среднее время задержки пакетов на сети T_{cp} и стоимость сети D . Так, при бесконечном значении мест в очереди ($n \rightarrow \infty$), выражение для пропускной способности линий связи, обеспечивающее целевую функцию

$$T_{cp} \rightarrow \min$$

при выполнении ограничения

$$D < D_{зад},$$

где $D_{\text{зад}}$ - заданное значение стоимости сети,
имеет вид

$$C_k = F_k + d_1 \sqrt{F_k}, \quad k = \overline{1, m}, \quad (4)$$

где $d_1 = \frac{D_{\text{зад}} - b \sum_{k=1}^m F_k}{b \sum_{k=1}^m \sqrt{F_k}}$ b – коэффициент стоимости линий связи.

Подставляя выражение (4) в (3) и полагая

$$\overline{r_k} = \overline{N_{\delta k}},$$

т.е. число заявок, поступающих в k - ю линию равно числу буферов памяти в УК, обслуживающем k - ю линию связи, получаем величину ресурса памяти УК

$$\overline{N_{\delta k}} = \frac{F_k}{d_1 (d_1 + \sqrt{F_k})}. \quad (5)$$

Таким образом, несмотря на то, что при расчете оптимальной пропускной способности [4] использована модель сети в виде СМО с бесконечной очередью ожидания, полученное аналитическое выражение позволяет ограничить ресурс памяти УК в реальных сетях связи, что приводит к аналогичным результатам по времени доставки информации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дэвис Д., Барбер Д. и др. Вычислительные сети и сетевые протоколы. – М.: Мир, 1992. – 562 с.
2. Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972. – 552 с.
3. Лазарев В.Г., Лазарев Ю.В. Динамическое управление потоками информации в сетях связи. – М.: Радио и связь, 1983. – 216 с.
4. Линец Г.И., Фомин Л.А. Определение оптимальных пропускных способностей линий связи вторичной сети // Информационные системы. – Харьков : НАНУ, ПАНИ, ХВУ. – 1999. – Вып. 1(12) – С. 116 - 121.