

УДК 004.732

**Р.О. Шапорин**, канд. техн. наук,  
**В.О. Шапорин**, магистр,  
**И.Г. Милейко**, инженер,  
 Одес. нац. политехн. ун-т

## МЕТОД РАСЧЕТА РАЗМЕРА БУФЕРОВ КОММУТАТОРОВ

*Р.О. Шапорин, В.О. Шапорин, И.Г. Милейко.*  
**Метод розрахунку розміру буферів комутаторів.**  
 Розглянуто вплив розміру буферів комутаторів на час транзакції абонентів комп'ютерних мереж. Запропоновано математичну модель часу транзакції абонентів в реальному каналі зв'язку.

*R.O. Shaporin, V.O. Shaporin, I.G. Mileyko.* **The switch buffers size calculation method.** The switch buffers size effect on transaction time for computer network user nodes is reviewed for computer network user nodes. The mathematic model of the subscribers transaction time in a real communication channel is offered.

Построение современных коммуникационных систем компьютерных сетей масштаба предприятия различного функционального назначения выполняется в соответствии с критерием “производительность/стоимость”, при этом в качестве основного ограничения используются ограничения на средние времена транзакций  $T_{\text{ТР}}$  абонентов сети [1]

$$\forall i, i = 1, N, (T_{\text{ТР}i} \leq T_{\text{ТР}i}^{\text{ДОП}}),$$

где  $N$  — количество абонентов;

$T_{\text{ТР}i}^{\text{ДОП}}$  — допустимое время транзакции  $i$ -го абонента.

Для расчета времени транзакций применяются специализированные системы моделирования [2]. В данных системах для расчета величины  $T_{\text{ТР}}$  используется модель сети с идеальным коммуникационным каналом связи, т.е. каналом, в котором предполагается наличие буферов бесконечного размера для промежуточного хранения передаваемой информации и отсутствуют искажения передаваемых кадров. В качестве основных коммуникационных устройств, используемых для построения современных коммуникационных систем компьютерных сетей масштаба предприятия, применяются коммутаторы, имеющие ограниченный размер буферов в каждом из своих портов. Переполнение буферов приводит к потерям информационных кадров, что, в свою очередь, приводит к увеличению времени транзакций. Поэтому разработка метода расчета размера буферов коммутаторов, которые обеспечивают требуемое качество обслуживания абонентов при заданной структуре и трафике (нагрузке) сети, является актуальной.

В качестве физической среды передачи используются различные категории витой пары, обеспечивающие соответствующий уровень битовых ошибок  $P_{\text{Об}}$  передаваемой информации. Величина  $P_{\text{Об}i}$   $i$ -го канала связи коммуникационных систем компьютерных сетей масштаба предприятия в зависимости от количества линий  $M$ , входящих в его состав, количества разъемных соединений в моноканале  $K$ , длины канала  $D$ , а также уровня перекрестных помех  $NEXT$  и коэффициента затухания  $\alpha$ , определяется, как  $P_{\text{Об}i} = f(M, K, D, NEXT, \alpha)$ .

Отбрасывание кадров, связанное с переполнением буферов или искажением информации, приводит к их повторной передаче, что необходимо учитывать в задачах синтеза коммуникационных систем компьютерных сетей масштаба предприятия. Анализ известных информационных технологий построения коммуникационных систем компьютерных сетей масштаба предприятия показывает, что в них отсутствует методика выбора размера информационных буферов коммутатора, что затрудняет процедуру проектирования сетей с использованием данных коммуникационных устройств.

Суть метода состоит в последовательном применении трехэтапной процедуры:

— с использованием метода объектно-ориентированной декомпозиции [3] соответствующий фрагмент сети представляется в виде эквивалентной сетевой структуры;

— выполняется расчет времени транзакции для полученной структуры для реального канала связи;

— выполняется расчет объема буферов коммутаторов в предположении об использовании реального канала связи.

Для формулирования метода расчета объема буферов неинтеллектуального коммутатора определим общее время сетевой транзакции по реальному каналу связи

$$T_{TP_i}^P = T_{TP_i}^{ИК} (1 + K_{СК} P_{TP}^{СК} + K_{КП} P_{TP}^{КП}) + T_{ТА} \left[ \frac{1 - \rho_i}{1 - \rho_i^{L+1}} \rho_i^L + \frac{(Y + K_{КП} P_{TP}^{КП} - Y K_{КП} P_{TP}^{КП} P_{ОБ_j}) P_{ОБ_j}}{1 - Y P_{ОБ_j}} + e^{-X} \right],$$

где  $T_{TP}^{ИК}$  — время транзакции информационного кадра;

$K_{СК}$  — коэффициент, учитывающий размер кадра служебного трафика;

$P_{TP}^{СК}$  — вероятность транзакции служебного кадра;

$K_{КП}$  — коэффициент, учитывающий размер кадров подтверждения;

$P_{TP}^{КП}$  — вероятность транзакции кадра подтверждения;

$T_{ТА}$  — величина времени тайм-аута;

$\rho$  — величина загрузки порта коммутатора;

$L$  — размер буфера порта коммутатора;

$Y$  — общий размер передаваемого кадра;

$$X = \frac{T_{ТА}}{T_{TP_i}^{ИК} (1 + K_{СК} P_{TP}^{СК} + K_{КП} P_{TP}^{КП})}.$$

С учетом ограничений, которые наложены на времена транзакций, объем буферов коммутатора, обеспечивающий выполнение ограничений для  $i$ -го абонента коммуникационных систем компьютерных сетей масштаба предприятия, может быть представлен как

$$L_i = \frac{\ln Q_i - \ln(1 - \rho - Q_i \rho)}{\ln \rho},$$

$$\text{где } Q_i = \frac{T_{TP_i}^{ДОП} - T_{TP_i}^{ИК} (1 + K_{СК} P_{TP}^{СК} + K_{КП} P_{TP}^{КП})}{T_{ТА_i}} \left[ \frac{(Y + K_{КП} P_{TP}^{КП} - Y K_{КП} P_{TP}^{КП} P_{ОБ_j}) P_{ОБ_j}}{1 - Y P_{ОБ_j}} + e^{-X} \right].$$

Ограничения на время транзакций должны выполняться для всех абонентов и всех серверов сетевой структуры, поэтому объем буферов коммутатора определяется из соотношения

$$L = \max_{i,k} \{L_{ik}\}, \forall i, i = \overline{1, N} \wedge \forall k, k = \overline{1, G}, \quad (1)$$

где  $N$  — число абонентов сетевой структуры;

$G$  — число серверов сетевой структуры.

Предложенный метод расчета объема буферов коммутатора обеспечивает выполнение ограничений на времена выполнения транзакций для всех абонентов сетевой структуры с учетом реального канала связи, применяемого в современных сетевых структурах с использованием неинтеллектуальных коммутаторов.

Аналогично для формулирования метода расчета объема буферов интеллектуального коммутатора определим общее время сетевой транзакции по реальному каналу связи

$$T_{TP_i}^P = T_{TP_i}^{ИК} (1 + K_{СК} P_{TP}^{СК} + K_{КП} P_{TP}^{КП}) + T_{ПК_i} \left[ \frac{1 - \rho_i}{1 - \rho_i^{L+1}} \rho_i^L + \frac{(Y + K_{КП} P_{TP}^{КП} - Y K_{КП} P_{TP}^{КП} P_{ОБ_j}) P_{ОБ_j}}{1 - Y P_{ОБ_j}} + e^{-X} \right],$$

где  $T_{ПК_i}$  — время передачи кадра через  $i$ -й серверный порт.

Тогда необходимый объем порта для выполнения ограничений на время выполнения  $i$ -й транзакции

$$L_i = \frac{\ln Q_i - \ln(1 - \rho - Q_i \rho)}{\ln \rho},$$

$$\text{где } Q_i = \frac{T_{\text{ТР}_i}^{\text{ДОП}} - T_{\text{ТР}_i}^{\text{ИК}} (1 + K_{\text{СК}} P_{\text{ТР}}^{\text{СК}} + K_{\text{КП}} P_{\text{ТР}}^{\text{КП}})}{T_{\text{ПК}_i}} - \left[ \frac{(Y + K_{\text{КП}} P_{\text{ТР}}^{\text{КП}} - Y K_{\text{КП}} P_{\text{ТР}}^{\text{КП}} P_{\text{Об}_j}) P_{\text{Об}_j}}{1 - Y P_{\text{Об}_j}} + e^{-X} \right].$$

Аналогично ограничения на времена транзакций должны выполняться для всех абонентов и всех серверов сетевой структуры, поэтому объем буферов интеллектуального коммутатора определяется из соотношения

$$L = \max_{i,k} \{L_{ik}\}, \forall i, i = 1, N \wedge \forall k, k = 1, G, \quad (2)$$

где  $N$  — число абонентов сетевой структуры;

$G$  — число серверов сетевой структуры.

В предложенном методе расчета коммутаторы поддерживают только один тип буферов. Если возможно использование различных типов буферов для абонентских и серверных/внешних портов, то размеры буферов серверных/внешних портов определяются согласно соотношениям (1) и (2), а размер буферов для абонентских портов рассчитывается по формуле

$$\forall i, i = 1, N \rightarrow L_i = Y_{\text{max}} O,$$

где  $L_i$  — размер буфера  $i$ -го абонентского порта;

$Y$  — максимальный размер пакета;

$O$  — размер “окна” подтверждения;

$N$  — количество абонентских портов.

Таким образом, предложен метод расчета размеров буферов коммутаторов. Метод позволяет существенно сократить время и повысить точность проектирования компьютерных сетей, построенных на коммутаторах. Применение предложенного метода позволяет получать проектные решения, отвечающие критерию “производительность/стоимость”.

## Литература

1. Нестеренко С.А. Информационная технология построения и развития корпоративных компьютерных сетей АСУ предприятия / Нестеренко С.А., Бадр Яароб, Шапорин Р.О. // Тезисы докладов конференции “Донбас 2020”. — Донецк: ДНПУ, 2004. — С. 145 — 149.
2. Сигнаевский В.А. Методы оценки быстродействия вычислительных систем / Сигнаевский В.А., Коган Я.А. — М.: Наука, 1991. — 400 с.
3. Шапорин Р.О. Метод объектно-ориентированной декомпозиции компьютерной сети / Шапорин Р.О., Милейко И.Г., Нестеренко С.С. // Тез. доп. 8-ї міжнар. конф. СІЕТ — 2007. — Одесса: ОНПУ, 2007 — С. 134.

Поступила в редакцию 15 июня 2007 г.