

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТРАФИКОМ КОРПОРАТИВНОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ

Наведено аналітичну модель транзакції абонентів у каналі зв'язку. Запропоновано програмний метод управління трафіком абонентів, який забезпечує максимальну пропускну здатність мережі в періоди пікових навантажень.

Приведена аналитическая модель транзакции абонентов в канале связи. Предложен программный метод управления трафиком абонентов, обеспечивающий максимальную пропускную способность сети в периоды пиковых нагрузок.

The analytical model of subscriber's transaction in the communication channel is given. The program method of subscriber's traffic management is offered which provides the maximal throughput of a network during a peak loading.

Корпоративные компьютерные сети (ККС) имеют иерархическую структуру. На нижнем уровне иерархии находятся сети рабочих групп. На следующем уровне – сети зданий, на верхнем уровне сеть корпорации. В качестве основных коммуникационных устройств, которые применяются для построения ККС, используются коммутаторы. Анализ коммуникационных устройств современных ККС показывает, что на нижнем уровне сети используются неинтеллектуальные коммутаторы, а на верхних – более дорогие интеллектуальные коммутаторы [4].

Интеллектуальные коммутаторы имеют аппаратные средства управления трафиком абонентов в периоды пиковой интенсивности передачи пакетов. Когда буферная память коммутатора заполняется, выдается команда СТОП абонентам и пакеты в коммутатор не передаются. Когда память освобождается, выдается команда ПУСК и генерация трафика возобновляется. Использование данного механизма позволяет на аппаратном уровне решить проблему переполнения буферной памяти коммутатора, а, следовательно, решить проблему потери пакетов. Наличие встроенного механизма управления трафиком обеспечивает поддержание максимальной пропускной способности канала связи, построенного на базе интеллектуальных коммутаторов, в периоды пиковых нагрузок на сеть.

В неинтеллектуальных коммутаторах нет механизма управления трафиком. При заполнении буферной памяти коммутатора пришедшие пакеты теряются. На потерянные пакеты не приходит подтверждения от получателя, и после истечения времени таймаута (T_{TA}) абонент повторно выполняет передачу.

Это приводит к уменьшению эффективной пропускной способности канала связи [3].

Анализ структуры современных ККС показывает, что порядка 80 % коммуникационного оборудования сети находится на уровне рабочих групп, следовательно, использует неинтеллектуальные коммутаторы (рис.1). Это означает, что в периоды пиковых нагрузок в большей части ККС происходит уменьшение эффективной пропускной способности каналов связи. Для решения данной проблемы надо управлять трафиком на нижнем уровне ККС, на уровне сетей рабочих групп, где используется неинтеллектуальное коммуникационное оборудование. Самым простым решением данной проблемы является использование интеллектуальных коммутаторов на нижнем уровне иерархии, то есть на уровне сетей рабочих групп. Недостатки этого решения:

1) существенное увеличение стоимости сети, примерно на 60 % по сравнению с первоначальным вариантом;

2) невозможность приоритетного управления трафиком, т.е. все абоненты коммутатора, имеют равные приоритеты.

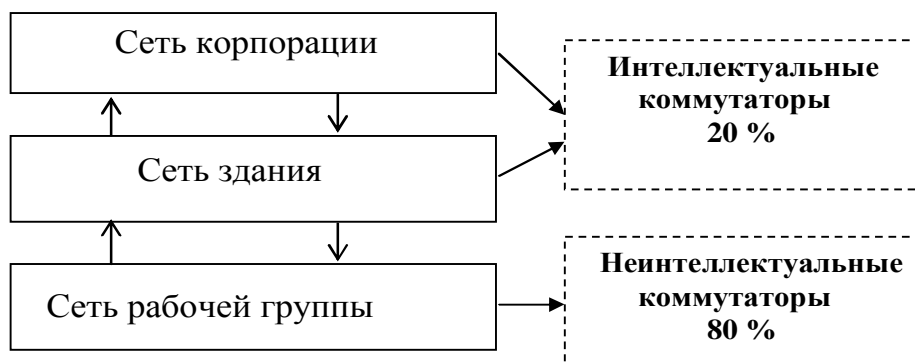


Рис. 1. Использование коммутаторов на различных уровнях ККС

В работе предлагается альтернативный метод программного управления трафиком в среде неинтеллектуальных коммутаторов, который лишен данных недостатков.

Компьютерные сети работают в режиме «клиент–сервер». Вся информация между клиентом и сервером проходит через серверный порт коммутатора. Следовательно, этот порт является самым загруженным, и потеря пакетов в неинтеллектуальных коммутаторах может происходить из-за переполнения буферной памяти в этом порту.

Рассмотрим модель реального канала связи уровня рабочей группы, построенного на базе неинтеллектуальных коммутаторов. С учетом возможных потерь пакетов, при переполнении буферной памяти порта, время транзакции абонента можно представить [2]

$$T_{\text{ТР}}^{\text{P}} = T_{\text{ТР}}^{\text{И}} + P_{\text{ПБ}} T_{\text{ТА}}, \quad (1)$$

где $T_{\text{ТР}}^{\text{P}}$ – время транзакции в реальном канале связи; $T_{\text{ТР}}^{\text{И}}$ – время транзакции в идеальном канале связи (без учета потерь кадров при переполнении буфера порта коммутатора); $P_{\text{ПБ}}$ – вероятность переполнения порта коммутатора; $T_{\text{ТА}}$ – величина тайм-аута времени подтверждения пакета.

С учетом экспоненциального распределения интервалов времени поступления пакетов в порт коммутатора [1]

$$P_{\text{ПБ}} = \frac{1-\rho}{1-\rho^{L+1}} \rho^L, \quad \rho = \frac{\sum_{i=1}^n \lambda_i}{\Lambda}, \quad (2)$$

где ρ – загрузка порта; λ_i – интенсивность поступления пакетов от i -го абонента рабочей группы; n – количество абонентов в ра-

бочей группе; Λ – пропускная способность серверного порта коммутатора; L – размер буфера порта коммутатора.

Эффективная пропускная способность реального канала связи

$$B_{\text{ЭФ}} = \frac{1}{T_{\text{ТР}}^{\text{P}}}. \quad (3)$$

Анализ математической модели реального канала связи (1–3) показывает, что время транзакции в канале и его эффективная пропускная способность существенно зависят от вероятности переполнения буфера серверного порта. При увеличении вероятности переполнения буфера увеличивается время транзакции и уменьшается эффективная пропускная способность канала связи.

Определим влияние размера буфера (L) и величины загрузки порта (ρ) на увеличение времени транзакции в реальном канале по отношению к минимальному времени передачи в идеальном канале связи. Обозначим нормированное время транзакции как отношение: $T_{\text{ТР}}^{\text{Н}} = T_{\text{ТР}}^{\text{P}} / T_{\text{ТР}}^{\text{И}}$. На рис. 2 представлена зависимость $T_{\text{ТР}}^{\text{Н}} = f(L, \rho)$.

Анализ этой зависимости показывает, что даже при больших размерах буфера порта коммутатора при уровне загрузки $\rho \geq 0,9$ время транзакции может увеличиваться в несколько раз и, следовательно, пропускная способность канала связи уменьшается в несколько раз.

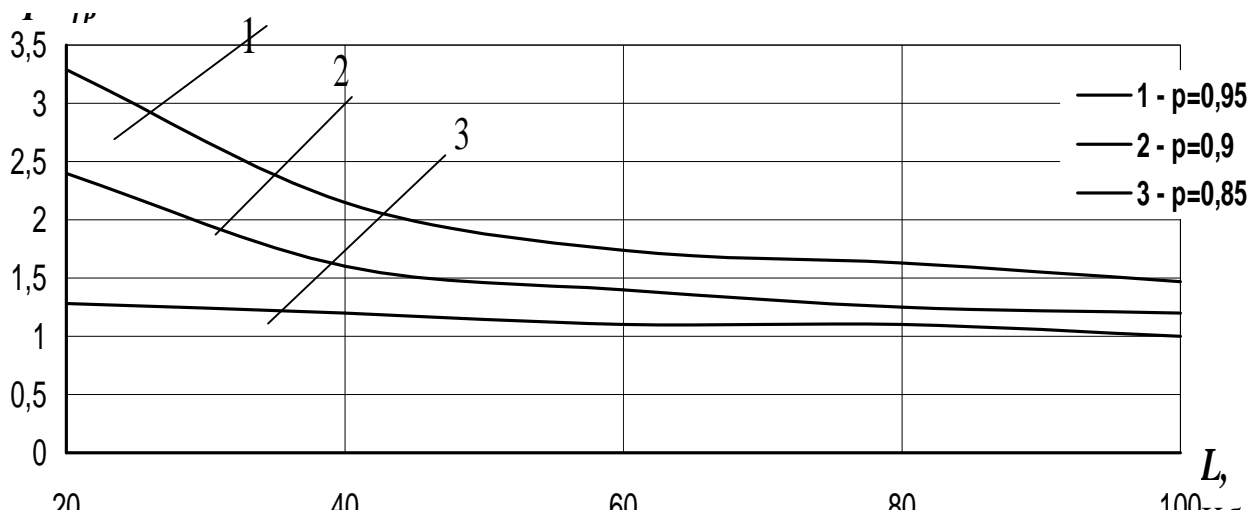


Рис. 2. Зависимость $T_{TP}^H = f(L, \rho)$ при загрузке ρ :
1 – 0,95; 2 – 0,90; 3 – 0,85

При уровне загрузки порта $\rho \leq 0,85$ независимо от размера буфера порта обеспечивается минимальное время транзакции, близкое ко времени транзакции в идеальном канале связи. Следовательно, для обеспечения максимальной пропускной способности канала связи необходимо в периоды пиковых нагрузок поддерживать загрузку серверного порта коммутатора на уровне $\rho \leq 0,85$.

В данной работе предложена структура системы управления трафиком, которая позволяет поддерживать эффективную пропускную способность канала на максимальном уровне в моменты пиковой нагрузки на сеть (рис.3). Система управления состоит из двух

программных модулей, которые размещаются на сервере: модуля мониторинга и модуля управления.

Модуль мониторинга с использованием команд протокола SNMP контролирует величину загрузки порта сервера. Когда загрузка превышает уровень $\rho = 0,85$ (это и есть момент пиковой загрузки сети), модуль управления уменьшает размер «Окна подтверждения» протокола TCP. Это приводит к уменьшению интенсивности генерации трафика абонентами, что позволяет предотвратить переполнение порта коммутатора и обеспечивает максимальную пропускную способность канала.

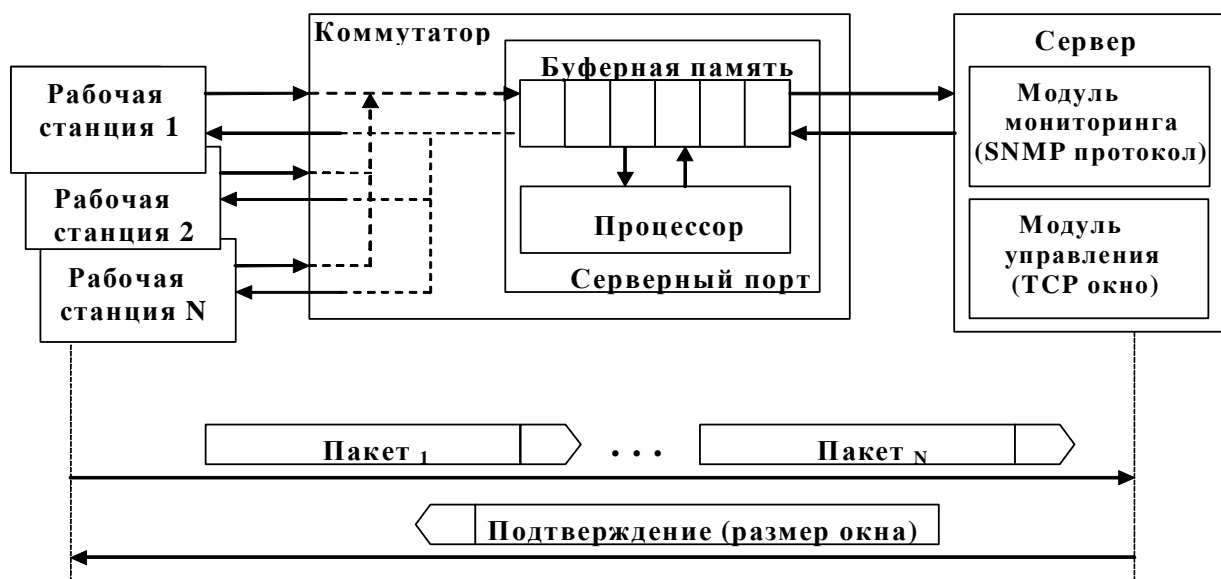


Рис. 3. Структура программной системы управления трафиком

Варьируя величину «Окна подтверждения» для различных абонентов, можно обеспечивать реализацию приоритетных механизмов управления трафиком абонентов.

Список использованной литературы

1. Жожикашвили В. А. Сети массового обслуживания. Теория и применение к сетям ЭВМ /Жожикашвили В. А., Вишнеvский Л.В. – М.: Радио и связь, 1988. – 192 с.
2. Нестеренко С.А. Модель расчета сетевых транзакций абонентов ЛВС / Нестеренко С.А. // Электромашинобудування та електрообладнання. –2003. – № 60. – С. 94 – 96.
- 3.Олифер В.Г. Компьютерные сети / Олифер В.Г., Олифер Н.А. – С.-П.: Питер, 2004. – 672 с.
4. Столингс В. Современные компьютерные сети / Столингс В. – С.-П.: Питер, 2003. – 783 с.

Получено 25.02.2010



Нестеренко
Сергей Сергеевич,
аспирант ин-та
комп.систем
Одеск.нац.политехн.
ун-та



Нестеренко
Юлия Сергеевна, сту-
дентка ин-та
комп.систем
Одеск.нац.политехн.
ун-та