

УДК 004.7.052:004.414.2

Колисник Е.В.

## МЕХАНИЗМ СОЗДАНИЯ ВИРТУАЛЬНОГО КАНАЛА В СЕТЯХ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

Национальный авиационный университет

*Производительность, пропускная способность, надежность передачи данных и качество сервиса зависят как от характеристик терминального и сетевого оборудования, так и от параметров передаваемого трафика. Поэтому в данной работе основное внимание уделено исследованию создания виртуального канала, а также влиянию интенсивности и статистических характеристик сетевого трафика на задержку передачи и полезную пропускную способность сети*

### Введение

В данной работе рассматриваются принципы построения и особенности методов создания виртуальных каналов связи при передаче трафика данных в информационно-управляющих системах критичного применения (ИУС КП). Такие системы работают в экстремальных условиях, непрерывно в течение всего периода эксплуатации управляемого объекта. Как правило, информационный обмен в ИУС КП должен осуществляться в реальном времени. Поэтому требования к надежности и производительности сетей передачи данных в ИУС КП значительно выше, чем в обычных производственных или коммерческих системах. К ИУС КП относят транспортные,

энергетические и некоторые другие системы.

Механизм обмена информацией в компьютерных сетях можно условно разделить на два класса: клиент-серверные и одноранговые [1]. Выбор одного из двух классов для использования в конкретной телекоммуникационной сети зависит от множества факторов (технология построения сети, решаемые задачи, которые должно выполнять программное обеспечение).

Под одноранговым, или файл - обменным механизмом (от фразы «peer-to-peer» - «каждый с каждым»), понимают систему взаимодействия элементов при информационном обмене в телекоммуникационной сети, где каждый узел может одновременно выступать как в роли клиента, так и в роли сервера. Файл - обменные механизмы могут быть положенные в основу построения сетей с распределенной (децентрализованной) обработкой информации.

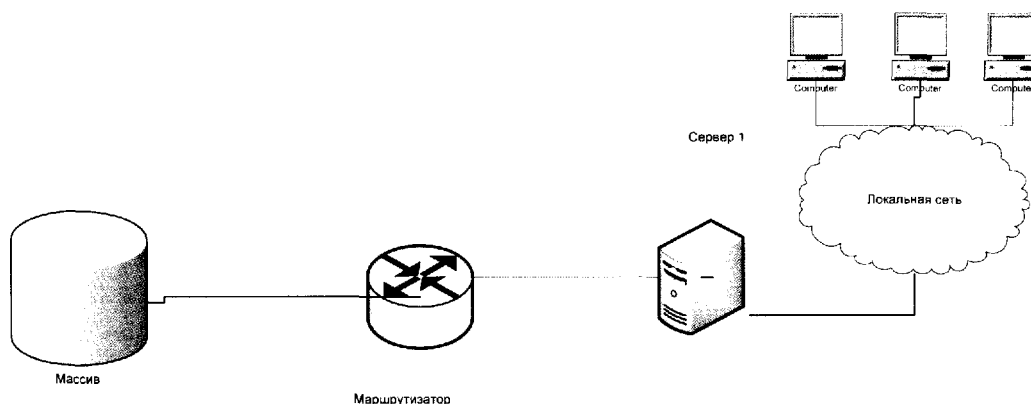


Рис. 1. Взаимодействие элементов в файл – обменной сети

Как и клиент-серверные механизмы обмена информацией, файл - обменные механизмы предусматривают использование запросов и

ответов. Однако, в этом случае каждый узел сети может генерировать запрос и предоставлять необходимую информацию другим узлам. Таким образом, на уровне



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

- - < -0,2----- =0,4----- =0,6..... =0,8

. 1.

$$-N = A - Tp - PeK - N^2$$

(. 2),

$$N = -N -$$

N

( /.)

/.

*Toni*

3 2

2

(1):

$$Xomz = N^*X_2.$$

$$= \pm 1 + 1 + \pm 2 + 2$$

2

0 1

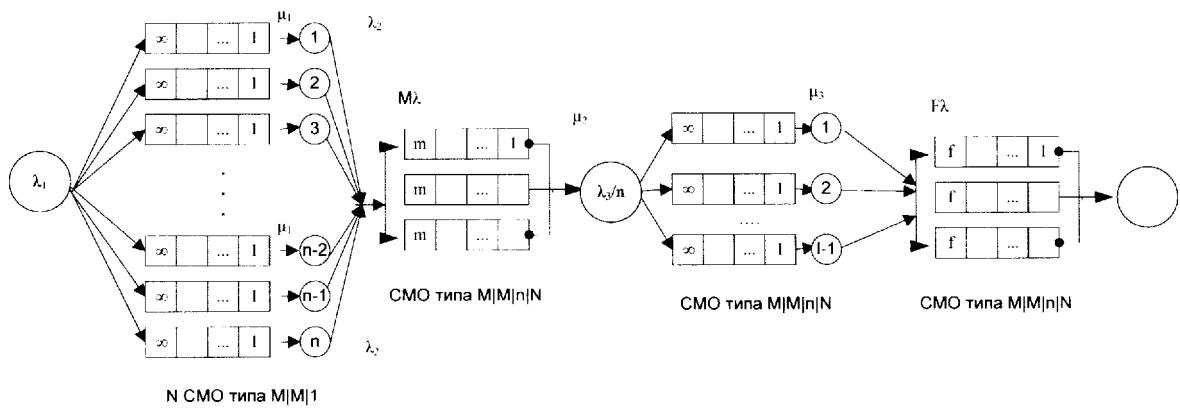


Рис. 2. Математическая модель процесса организации ВК

организации канала продолжался, должно выполняться условие:

$$T_{зан1} + T_{омс1} \leq T_{ожс1}.$$

Узлы сети, к которым направленно поток запросов на первой стадии организации канала, могут быть представлены в виде одноканальных систем массового обслуживания (СМО) с неограниченной очередью, то есть СМО типа  $M|M|1$  [2]. Время обслуживания в узлах сети – показательный с параметром  $\mu_1 = t_{обсл}$ . Коэффициент загрузки системы  $\rho = \lambda/\mu < 1$ , то есть СМО работает в стационарном режиме. Условие  $\rho_1 = 1$  предусматривает работу системы в режиме перегрузки, а случай, когда  $\rho_1 = 1$ , каждый раз нуждается в отдельном рассмотрении.  $T_{зан1}$  может быть определено как время нахождения запроса в системе и может быть рассчитано по формуле Литтла для СМО с неограниченной очередью [3]:

$$T = \frac{\rho_1}{\lambda(1 - \rho_1)}.$$

Ввиду того, что для обработки ответов от узлов сети на источнике образуется очередь длиной  $M$  и возрастает количество каналов  $n$ , этот процесс может быть рассмотрено в виде многоканальной СМО, в которой размер очереди ограничен, то есть СМО типа  $M|M|n|N$ . Для такой СМО время обслуживания запроса в канале также имеет показательное распределение с параметром  $\mu$ . СМО работает в стационарном режиме лишь при  $\rho_2 = M \cdot \lambda_2 / n \cdot \mu$ . В этом случае  $T_{омс}$  для второй стадии может быть рассчитано по формуле Литтла для СМО, в которой размер очереди ограничен [3]:

$$T_{омс1} = \frac{\bar{z}}{M \lambda_2},$$

где  $\bar{z} = \bar{k} + \bar{r}$  – среднее количество ответов, которые обслуживаются или ожидают в очереди;

$\bar{k}$  – среднее количество ответов, которые обслуживаются в СМО

$$\bar{k} = 1 - \frac{1 - \rho_2}{1 - \rho_2^{M+2}};$$

$\bar{r}$  – среднее количество ответов, которые ожидают в очереди

$$\bar{r} = \frac{\rho_2 [1 - \rho_2^M (M + 1 - M \rho_2)]}{(1 - \rho_2^{M+2})(1 - \rho_2)}.$$

Вышеперечисленные формулы позволяют рассчитать время на организацию ВК на первой и второй стадии первого этапа.

Приведённые формулы справедливы лишь для стационарного режима работы модели. Так как модель на каждой из четырех стадиях формирования ВК многоканальной СМО, то условия существования стационарного режима работы всей системы будут зависеть от значений коэффициентов загрузки отдельных СМО. Для реализации стационарного режима работы системы коэффициенты загрузки СМО на всех стадиях процесса должны быть меньше единицы, то есть:

$$\rho_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_1} < 1, \quad \rho_2 = \frac{M \lambda_2}{n \mu_2} < 1,$$

$$\rho_3 = \frac{L \lambda_3}{n \mu_3} < 1, \quad \rho_4 = \frac{F \lambda_4}{n \mu_4} < 1$$

Время организации ВК зависит от:

- интенсивности запросов и ответов на каждой из четырех стадий интенсивности обработки запросов и ответов ( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ );

- количество узлов, которые отвечают источнику на второй и четвертой стадиях ( $M, F$ ).

На значения параметров в каждой из трех групп налагаются определенные ограничения, обусловленные как физическими характеристиками технологии построения узлов сети, так и условиями поддержки стационарного режима работы СМО. Ввиду того, что запрос источников и ответы узлов являют собой модифицируемые кадры *Ethernet*, интенсивности запросов и ответов ( $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4$ ) могут принимать любое значение в диапазоне  $(0; \lambda_{\max})$ , где  $\lambda_{\max}$  – максимально возможная интенсивность передачи кадров в сети [4].

Параметры интенсивности обработки запросов и ответов ( $\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4$ ), в свою очередь, могут приобретать любое значение в диапазоне  $(0; \mu_{\max})$ , где  $\mu_{\max}$  – максимально возможная интенсивность обработки кадров узлами сети. Значение максимально возможной интенсивности обработки кадров узлами сети рассчитывается, как  $\mu_{\max} = 1/T_{\max}$  но зависит от конкретной реализации той или другой файло-обменной услуги, относящиеся к источнику количества узлов ( $M, F$ ), на второй и четвертой стадиях, могут приобретать любые значения в диапазоне  $(0; N)$ , где  $N$  – максимально допустимое количество узлов сети, которое регламентировано стандартом ее построения.

Учитывая, что отмеченные ограничения, которые налагаются технологией построения сети, а также условиями существования стационарного режима работы системы можно сформировать условия существования функции

$$T = (\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4, M, F):$$

$$\begin{cases} \lambda_1 \leq \lambda_{\max} \\ \lambda_1 < \mu_1 \\ \mu_1 < \mu_{\max} \end{cases}, \begin{cases} \lambda_2 \leq \lambda_{\max} \\ \lambda_2 < \frac{\mu_2}{M} \\ \mu_2 < \mu_{\max} \end{cases},$$

$$\begin{cases} \lambda_3 \leq \lambda_{\max} \\ \lambda_3 < \mu_3 \\ \mu_3 < \mu_{\max} \end{cases}, \begin{cases} \lambda_4 \leq \lambda_{\max} \\ \lambda_4 < \frac{\mu_4}{F} \\ \mu_4 < \mu_{\max} \end{cases}.$$

Для упрощения практической реализации такого механизма рекомендуется осуществлять его таким образом, чтобы размеры модифицированных кадров и технологических пауз были одинаковыми на всех стадиях формирования канала. В этом случае интенсивность потока запросов на всех стадиях будет одинаковой, то есть  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3 = \lambda_4$ .

Таким образом, для выполнения условий необходимо, чтобы интенсивность запросов на первой стадии формирования канала была меньшей за самое малое из значений

$$\left(\mu_1, \frac{\mu_2}{M}, \mu_3, \frac{\mu_4}{F}\right).$$

На рис. 3 приведены кривые зависимостей времени организации ВК  $T_{\text{вк}}$  как функции от интенсивности потока запросов для интенсивностей потока обслуживания  $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = 1000$  запросов (ответов)/с. Время обработки запросов и ответов на второй, третьей и четвертой стадиях равняется 1 м/с но количество узлов на второй стадии  $M = 40$  и четвертой  $F = 10$  соответственно, то есть для  $M/F = 4$ .

Значения времени обработки запросов на первой стадии формирования каналов подобраны близкими к реальным при реализации поисковыми системами и составляют 5; 3 и 1 с (или  $\mu$  равной 0,2; 0,4 и 1 запрос/с).

Время на создание ВК  $T_{\text{вк}5}(\lambda)$ ,  $T_{\text{вк}3}(\lambda)$ , и  $T_{\text{вк}1}(\lambda)$ , резко растет при значениях коэффициента загруженности

$$\rho_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_1},$$

приближающегося к единице. Подобный характер зависимость  $T_{\text{вк}}(\lambda)$  имеет и в случае, когда значение коэффициентов

загруженности  $\rho_2$ ,  $\rho_3$ , и  $\rho_4$  будут приближаться к единице.

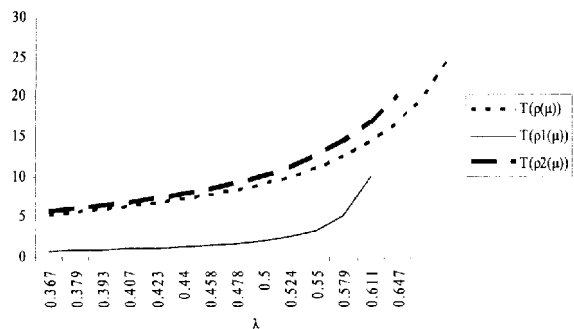


Рис. 3. Зависимость времени организации канала от интенсивности потока

### Выводы

При ожидаемом увеличении доли трафика данных в общем объеме будет увеличиваться, и зависимость коэффициента использования сети (будет более резкой).

Для обеспечения реализации услуг, направленных на общее использование распределенных информационных ресурсов, необходим механизм, основанный на способе организации в файл – обменной системы каналов связи в пределах широковещательного домена сети *Ethernet*.

Общая схема функционирования каждого канала связи состоит из четырех этапов: «запрос-ответ», установление виртуального соединения, передачи данных и завершение соединения. ВК считается полностью сформированным при завершении первых двух этапов. Характерной особенностью предложенной сетевой модели организации виртуального соединения является использование широковещательных информационных запросов, что позволяет еще на стадии установления соединения отфильтровать те узлы сети, которые не содержат необходимый ресурс.

Для того, чтобы предотвратить резкий рост времени организации ВК при минимальном приросте интенсивности запросов, которые поступают от источника, рекомендованный коэффициент загрузки  $\rho$  для всех стадий процесса не может быть большим за 0,5.

Результаты расчетов изменения полезной пропускной способности сети хра-

нения данных в зависимости от нагрузки на сеть, коэффициента использования сети могут применяться как для оценки потенциальных характеристик сетей, так и для контроля перегрузки сети и обоснованной выдачи рекомендаций по улучшению качества и надежности функционирования сетей. Это особенно важно при эксплуатации информационно-вычислительных систем в условиях критичного применения.

### Список литературы

1. Столлингс В. Современные компьютерные сети. 2-е издание. – СПб.: Питер, 2003. – 783с.
2. Виноградов Н.А. Анализ потенциальных характеристик устройств коммутации и управления сетями новых поколений // Зв'язок. К.: – 2004. – №4. – С. 10–17.
3. Вишневский В.М. Теоретические основы проектирования компьютерных сетей. – М.: Техносфера, 2003. – 512 с.
4. Вентцель Е. С. Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972. – 552 с.