

## МОДЕЛЬ ТРАФИКА ETHERNET В ВИДЕ ON/OFF ПРОЦЕССА

Роздымаха Е.А., Омельченко А.В., Федоров А.В.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники  
61166, Харьков, пр. Ленина, каф. сетей связи, тел. (057) 702-13-06,  
E-mail: rozdy@mail.ru ; факс (057) 702-11-13

A model of fractal traffic based on the on/off model has been considered. A way to estimate mean queue length in a buffer of telecommunication equipment that is necessary to serve traffic properly has been suggested.

### Введение

Исследования, проводимые в течение последних двух десятилетий, показали, что трафик данных в сетях с коммутацией пакетов, построенных согласно различных технологий, имеет ярко выраженную фрактальную природу [1]. Поэтому, для обеспечения требуемого качества обслуживания, соответствующее телекоммуникационное оборудование должно создаваться с учетом фрактальных свойств конкретного трафика. Для описания и моделирования фрактального трафика были предложены различные модели: на основе процессов авторегрессии дробно-проинтегрированного скользящего среднего (ARFIMA), на основе фрактального броуновского движения, on/off модели и другие. Важно отметить, что каждая из моделей наилучшим образом описывает только определенные виды фрактального трафика. Целью данной работы является анализ применимости модели on/off для описания трафика сетей Ethernet.

### Математическая модель трафика Ethernet виде on/off процесса

On/off процесс может иметь два возможных состояния: on-интервалы, во время которых источник генерирует трафик фиксированного уровня, и off-интервалы, во время которых трафик не генерируется. Обычно on/off модели используют для моделирования трафика генерируемого одним источником. Общесетевой трафик может быть получен как суперпозиция трафика от нескольких источников. Пусть  $X_j$  и  $Y_j$  – длины  $j$ -го on и off периодов соответственно. В большинстве on/off моделей принято считать, что  $X_j$  и  $Y_j$  – независимо распределённые случайные величины. Для того чтобы сгенерированный с помощью on/off модели процесс был самоподобным, хотя бы одно из распределений интервалов (on или off) должно обладать тяжелым хвостом. Одним из таких распределений является распределение Парето, функция надежности которого для  $x_m, k > 0$  имеет вид:

$$P(X > x) = \begin{cases} \left(\frac{x_m}{x}\right)^k, & x \geq x_m, \\ 1, & x < x_m. \end{cases}$$

Степень самоподобия процесса обычно оценивают параметром Хёрста  $H$ . Для того, чтобы процесс являлся самоподобным параметр Хёрста должен лежать в пределах  $\frac{1}{2} < H < 1$ .

На рис. 1 представлены фрагменты реального Ethernet-трафика ВС-рOct89 [3] и трафика, сгенерированного с помощью on/off модели. Спектры процессов, описывающих указанные два трафика, приведены на рис. 2. В сгенерированном on/off процессе on-интервалы распределены по закону Парето с параметрами  $x_m = 1, k = 1,3$ ; а off-интервалы распределены согласно экспоненциальному закону с параметром 0,05.

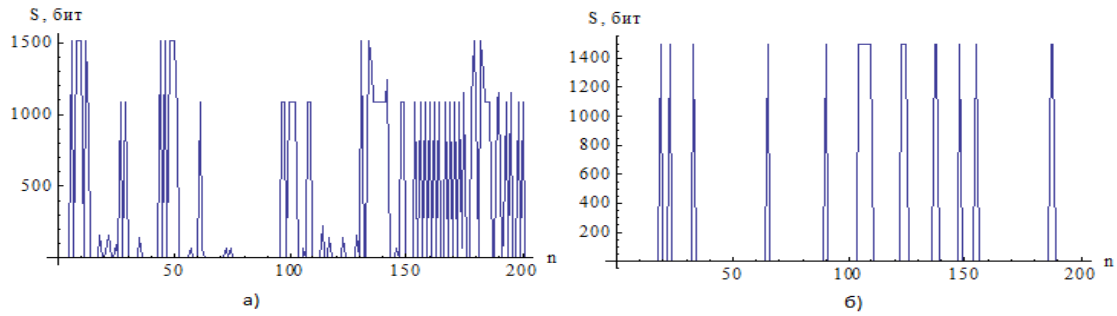


Рис. 1. а) фрагмент реального трафика, б) фрагмент трафика, сгенерированного с помощью on/off модели.

В работах [1, 4] показано, что для самоподобного трафика с параметром Хёрста  $H$  зависимость необходимого размера буфера  $q$  от среднего коэффициента использования  $\rho$  имеет вид:

$$q = \frac{\rho^{1/2(1-H)}}{(1-\rho)^{H/(1-H)}}. \quad (1)$$

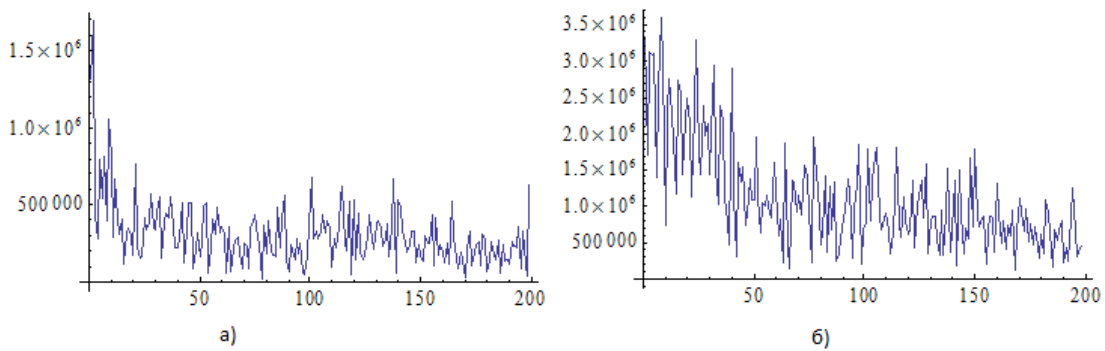


Рис. 2. а) спектр процесса, описывающего реальный трафик, б) спектр процесса, описывающего трафик, сгенерированный с помощью on/off модели.

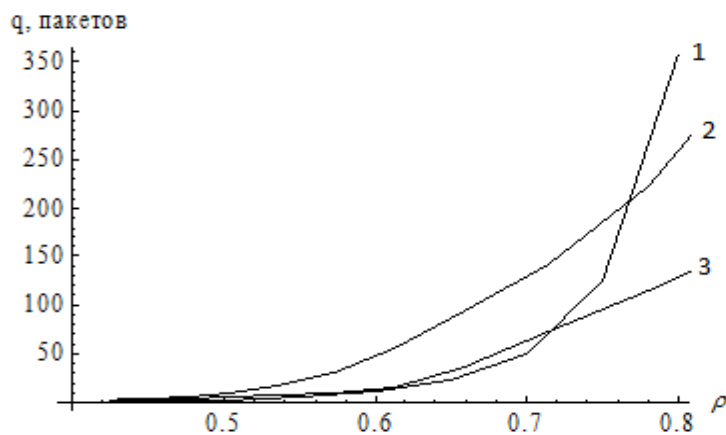


Рис. 3. Зависимость средней длины очереди в буфере от нагрузки: 1 – теоретическая зависимость (1), 2 – сгенерированный трафик, 3 – реальный трафик.

На рис. 3 приведены графики зависимости средней длины буфера сетевого устройства от поступающей нагрузки. Для описания работы буфера использовалось следующее рекуррентное соотношение:

$$S_t = S_{t-1} + Z_t - r_t,$$

$$r_t = \begin{cases} c\Delta, & S_{t-1} \geq c\Delta, \\ S_{t-1}, & S_{t-1} < c\Delta, \end{cases}$$

где  $S_t$  – длина очереди в буфере, выраженная в битах,  $Z_t$  – входной трафик,  $c$  – пропускная способность канала, обслуживаемого буфером.

### **Выводы**

В работе показано, что применение on/off модели позволяет генерировать самоподобные процессы, статистические свойства которых близки свойствам Ethernet-трафика. Такие модели позволяют вычислять требуемые характеристики телекоммуникационного оборудования, обслуживающего фрактальный трафик с заданной степенью самоподобия.

### **Литература:**

1. Столлингс В. Современные компьютерные сети / Столлингс В. - СПб.: Питер, 2003. - 783 с.
2. Willinger W. Self-similarity and heavy tails: Structurel modeling of network traffic // A Practical Guide to Heavy Tails Statistical Techniques and Applications: articles / Willinger W., Paxson V., Taqqu M.S. - Birkhauser Boston Inc., 1998. – Vol. 23. – P. 27 – 53.
3. The Internet Traffic Archive [Ethernet traces of LAN and WAN traffic] URL: <http://ita.ee.lbl.gov/html/contrib/BC.html> (дата обращения: 12.05.2011).
4. Norros I. A Storage Model with Self-Similar Input / Norros I. // Queueing Systems. – 1994. – Vol. 16. – P. 387 – 396.