

# МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕТЕВОГО ТРАФИКА

**Бельков Д.В., Жильцов С.А.**

*Украина, Донецк, Донецкий национальный технический университет  
Донецкий институт рынка и социальной политики*

*Recent measurements of high speed network traffic suggest that the traffic in such a network is self-similar. Follow-up research has been conducted in order to obtain realistic models for self-similar traffic. This paper presents the results of an simulation traffic to http-server.*

При использовании традиционных пуассоновских моделей сетевого трафика наблюдается сглаживание реализации процесса при сжатии временной шкалы, но реальный сетевой трафик проявляет изменчивость на различных шкалах [1]. Он является фрактальным, поскольку обладает свойством самоподобия. Так как инвариантная к масштабу пульсирующая структура трафика оказывает сильное влияние на производительность сети и является характерной особенностью современных телекоммуникационных систем, то учет данного явления при моделировании сетевого трафика является актуальной задачей.

Для формирования самоподобного трафика необходимо большое количество конкурирующих соединений и достаточно наличие heavy-tailed распределения объемов файлов, передаваемых по сети. Источник пакетов переключается между ON состоянием, в котором происходит передача данных с постоянной интенсивностью, и OFF состоянием молчания. Длины ON и OFF периодов независимы и подчинены heavy-tailed распределению.

Моделирование трафика выполнено в среде MathCAD. Исходные данные представляют собой количество информации, передаваемой к http-серверу в течение часа за период длиной 10 дней с 8 января 2008 года по 18 января 2008 года. Полученный временной ряд показан на рисунке 1, он состоит из 100 наблюдений:  $V = (V_t, t = 1, 2 \dots 100)$ . На первом этапе моделирования для временного ряда построена автокорреляционная функция (АКФ).

Известно [2], что наиболее точным свойством самоподобных процессов является то, что АКФ не вырождается при  $t \rightarrow \infty$ . АКФ  $Q(t)$  для каждого момента времени  $t$  можно определить по формуле:

$$Q(t) = (1/(n-t)) \sum_{i=1}^{n-t} V_i V_{i+t} \quad (1)$$

График автокорреляционной функции показан на рисунке 2. При больших значениях  $t$  функция не вырождается, что подтверждает фрактальность процесса.

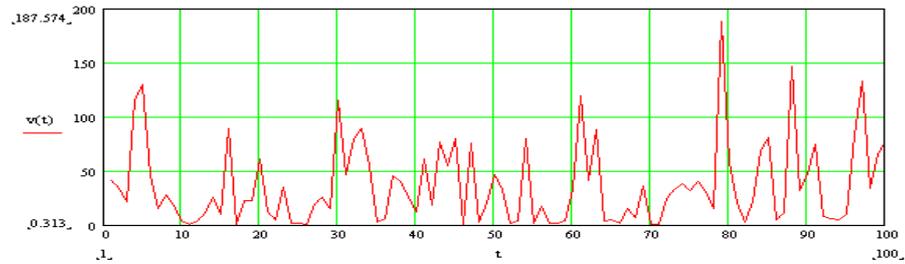


Рисунок 1. – Исходный временной ряд

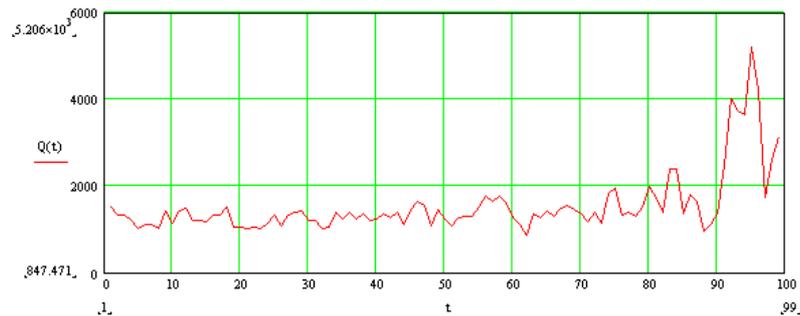


Рисунок 2. – АКФ временного ряда

На втором этапе моделирования определены фрактальные характеристики процесса. Для коротких временных рядов значение показателя Херста  $H$  можно вычислить по эмпирической формуле:

$$H = \lg(R/S) / \lg(n/2) \quad (2)$$

В формуле (9)  $R = \max(F_i) - \min(F_i)$ ,  $S$  – стандартное отклонение.

Исходный временной ряд имеет показатель Херста  $H=0,4$ . Поскольку  $H < 0,5$ , то точки временного ряда имеют обратную зависимость. Фрактальную размерность ряда  $D$  можно найти по формуле:

$$D = 2 - H = 2 - 0,4 = 1,6 \quad (3)$$

Известно [3], что она связана с размерностью вложения  $q$  формулой

$$q = 10^{2+0,4D} \quad (4)$$

Величина  $q$  равна наименьшему числу независимых переменных, однозначно определяющих установившееся движение динамической системы, которую описывает временной ряд. Другим способом определения  $q$  является корреляционный анализ.

Вначале нужно вычислить корреляционный интеграл  $C(t)$ , для каждого  $t$  равный нормированному числу пар точек системы, расстояние между которыми не превосходит  $t$ . Корреляционный интеграл можно найти по формуле:

$$C(t) = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \Phi(t - |V_i - V_j|), i \neq j \quad (5)$$

Здесь  $\Phi(x)$  - функция Хэвисайда,  $\Phi(x) = \begin{cases} 0, x < 0 \\ 1, x \geq 0 \end{cases}$ .

Момент времени  $q$ , при котором функция  $CL(t) = \log_t(C(t))$  достигает насыщения, является размерностью вложения. График функции  $CL(t)$  показан на рисунке 3. Она достигает насыщения при  $t=23$ , поэтому размерность вложения  $q = 23$ , что совпадает с расчетом по формуле (4).

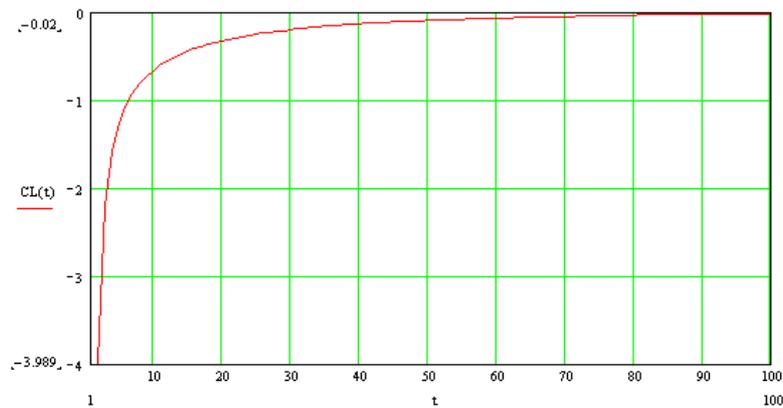


Рисунок 3. – Определение размерности вложения

### Перечень ссылок

1. *Keshav S. An engineering approach to computer networking. Addison-Wesley, 1997. - 660 p.*
2. *Ильницкий С.В. Работа сетевого сервера при самоподобной (self-similar) нагрузке. //314159.ru/ilnickis/ilnickis1.pdf.*
3. <http://www.keldysh.ru/comma/html/data/da5.htm>