

к.т.н. Бельков Д.В.

Донецкий национальный технический университет, Украина

СПОСОБЫ АНАЛИЗА ФРАКТАЛЬНОСТИ ТРАФИКА

При исследовании сетевого трафика актуальной задачей является учет его фрактальных свойств. В работе [1] в среде Excel был выполнен анализ трафика посещений главной страницы yandex.ru (<http://stat.yandex.ru/>). Получено значение параметра самоподобия (показателя Херста) $H=0,778$ и значение фрактальной размерности $D=1,222$, что свидетельствует о фрактальных свойствах трафика. В данной работе предлагаются два иных способа определения фрактальных параметров трафика временного ряда [1].

2. Определение фрактальной размерности

На этапе вычислительного эксперимента осуществлен с исходным временным рядом следующий агрегационный процесс. Выполнено уменьшение размера шкалы наблюдений в 2 раза. Для этого сформирован новый ряд, полученный при помощи операции нахождения среднего каждые двух последовательных исходных наблюдений. Полученный ряд состоит из 15 событий. Произошло уменьшение рассматриваемой шкалы в 2 раза: каждое единичное деление новой шкалы содержит 2 единицы исходной. Затем аналогично выполнено уменьшение размера исходной шкалы наблюдений в m раз, для $m=3$, $m=5$, $m=6$ и $m=10$. Каждое деление новой шкалы содержит m единиц исходной [1].

Для каждого временного ряда вычислим коэффициенты вариации по формуле (1), где D_m - дисперсия, μ - среднее значение, одинаковое для всех рядов.

$$CV_m = \frac{D_m}{\mu} \quad (1)$$

График зависимости $\ln(CV_m)$ от $\ln(m)$ представляет собой прямую с наклоном, равным $(-\gamma)$. Фрактальная размерность D временного ряда равна $D=1+\gamma$. Построив график зависимости и линию тренда, как показано на рисунке 1, определим аппроксимированное значение γ : $\gamma = 0,23$. Следовательно,

$D = 1 + 0,23 = 1,23$ и $H = 2 - D = 0,77$. Это примерно соответствует результатам, полученным в работе [1].

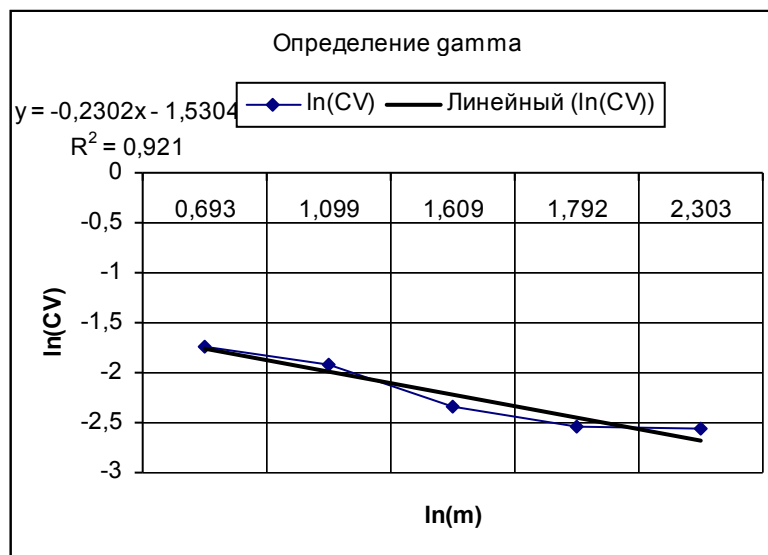


Рисунок 1.- Определение γ

2. Оценка тяжести хвоста вероятностного распределения

Тяжелый хвост вероятностного распределения посещений главной страницы yandex может является свидетельством фрактальности трафика. Распределение имеет тяжелый хвост, если выполняется условие (2):

$$P[X > x] \sim x^{-\alpha}, 0 < \alpha < 2 \quad (2)$$

Простейшим распределением с тяжелым хвостом является распределение Парето, для которого функция плотности распределения имеет вид $p(x) = \alpha k^{-\alpha-1}, \alpha, k > 0, x \geq k$ и функция распределения $F(x) = P[X \leq x] = 1 - \left(\frac{k}{x}\right)^\alpha$.

Чтобы оценить тяжесть хвоста для имеющихся данных, разделим диапазон данных на 10 непересекающихся интервалов, вычислим частоты попадания в каждый интервал, вычислим функции распределения $F(x)$ и $1 - F(x)$. График дополнительной функции распределения $1 - F(x)$ в логарифмической шкале показан на рисунке 2. Построив линию тренда, как показано на рисунке 3, получим тангенс угла ее наклона к горизонтальной оси. Он является оценкой тяжести хвоста распределения и равен $-\alpha$. В данном случае α принимает значение равное 1,354, попадает в промежуток от 0 до 2,

следовательно, распределение имеет свойство тяжелого хвоста. Показатель Херста H связан с α по формуле $H = \frac{3-\alpha}{2}$. Вычислив H , получим $H = \frac{3-1,354}{2} = 0,823$, что примерно соответствует результатам, полученным в работе [1] и в первой части данной работы.

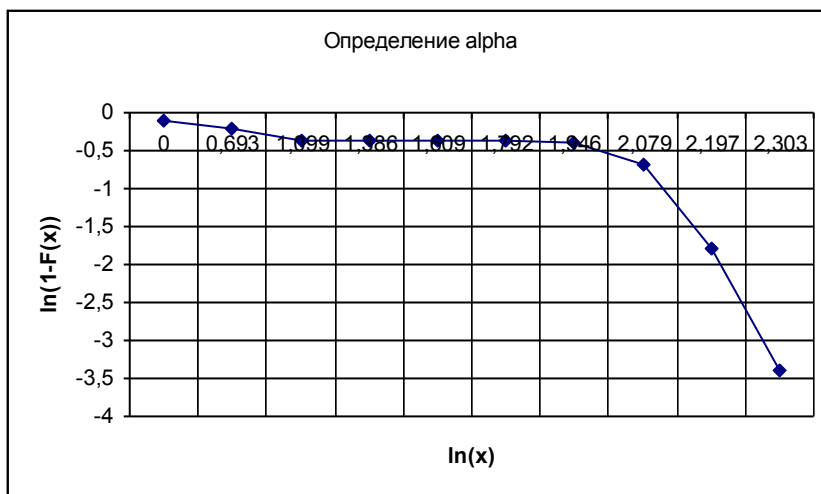


Рисунок 2.-Тяжелый хвост

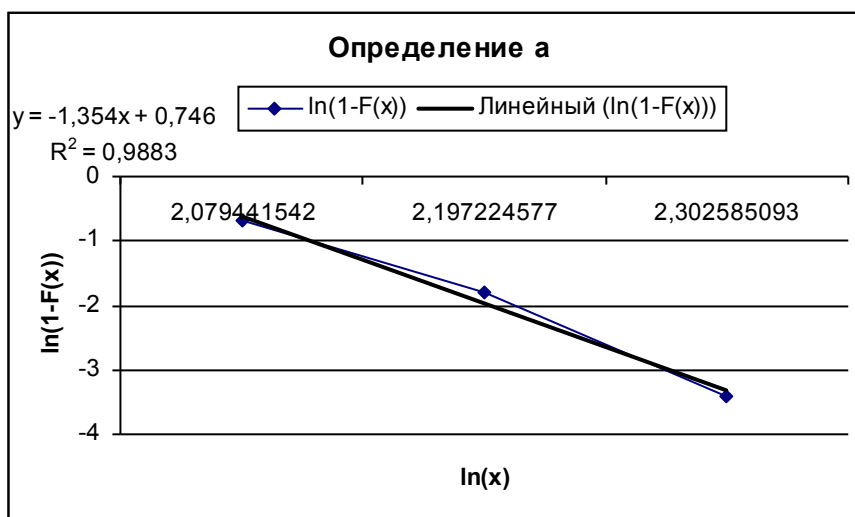


Рисунок 3.- Определение α

Литература

1. Бельков Д.В. Анализ трафика компьютерной сети. Материалы Internet-конференции “Становление современной науки - 2008”.

//www.rusnauka.com/Page_ru.htm

2. Кучук Г.А. Учет фрактальных свойств пульсирующего трафика.

//www.nstu/content/_docs/pdf/past/2004/1intel/05/18.pdf.