

УДК 621.395.74

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА НОРМИРОВАННОГО РАЗМАХА ДЛЯ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК ПОТОКА ВЫЗОВОВ НА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

ГАННИЦКИЙ И.В.

ОДЕССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ХОЛОДА

APPLICATION THE METHOD OF RESCALED RANGE TO ANALYSE THE CHARACTERISTICS STREAM OF CALLS ON THE TELECOMMUNICATION NETWORK

GANNITSKIY I.V.

ODESSA STATE ACADEMY OF REFRIGERATION

Аннотация. В статье рассмотрено применение метода нормированного размаха для оценки характеристик потока вызовов для различных видов нагрузки.

Abstract. In this article described the application of method of rescaled range to characterize the stream of calls for different types of loads.

ВВЕДЕНИЕ

В распоряжениях Кабинета Министров Украины все больше внимание уделяется расширению доступа к Интернет, предоставлению государственной поддержки развития Интернет в Украине, а также стимулированию развития таких услуг как аудио- и видео общение, электронное образование, медицина и т.д. Интенсивный рост Интернет на Украине является одной из многих причин, которые повлияли на изменение характеристик потоков вызовов на современных телекоммуникационных сетях. Измерения параметров этих потоков прекратились еще в 90-х годах, что не дает возможности адекватно прогнозировать поступающую нагрузку и, в результате этого, корректно производить расчеты количества коммутационного оборудования и числа соединительных линий. Возобновление измерений является затруднительным, поскольку не существует ни государственной программы для их организации, ни возможности получать статистические данные. Последнее объясняется и тем, что в наше время подобная информация является коммерческой тайной.

ПРИНЦИПЫ ИЗМЕРЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ПОТОКОВ НА ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

Для аппаратного сбора данных на системах коммутации использовалось несколько видов оборудования:

1. Средства измерений на электромеханических АТС, которые производят усреднение измеряемых величин с 15 минутным интервалом, что приводит к появлению большой погрешности при использовании полученных измерений для исследований, связанных с выявлением закона распределения рассматриваемых величин.

2. Встроенные аппаратно-программные средства цифровых систем коммутации (ЦСК) фиксируют только каждый n -ый вызов. В результате этого результаты измерений дают достаточно большие погрешности.

3. Аппаратура временного учета соединений (АПУС), позволяет получить значения характеристик потока, которые используются автоматизированными системами комплекс-

ных расчетов с абонентами. Эти значения хранятся в виде текстовых и бинарных файлов, нуждающихся в предварительной обработке. Предварительная обработка большого массива данных, полученных от АПУС, занимает достаточно большое время – сутки для обработки измерений за месячный период по одному параметру, при номерной емкости станции равной 10000.

Для обеспечения коллективной работы, управления и повышения производительности работы с информацией, в 2007 году в южном регионе Украины ОАО «Укртелеком» создан центр обработки данных (ЦОД), обслуживающий шесть южных областей Украины. Внедрение инфраструктуры ЦОД позволило унифицировать большинство процессов по хранению и обработке различной информации, в частности работу с данными от АПУС. Создание сетевой инфраструктуры ЦОД, единой системы хранения данных позволило разместить результаты измерений в едином месте, обеспечить к ним достаточно быстрый доступ, а также упростить осуществление операций по обслуживанию данных (архивирование, создание резервных копий, восстановление). Также для обеспечения быстрого доступа к результатам измерениям при участии автора создана база данных (СУБД Oracle) на основе технологии Oracle Partitioning (секционирование данных), что позволило ускорить предварительную обработку результатов измерений в 6-7 раз.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Используя платформу ЦОД, получены статистические данные за 7 лет работы (с 2003 по 2009 гг.) международного центра коммутации (МЦК) южного региона Украины. Объем полученных статистических данных превышает 180 Гб (1.8 млрд. записей в базе данных). На основе обработанных статистических данных, в данном исследовании поставлена задача выявления соответствия применяемой модели потока вызовов, используемой при расчете объема коммутационного оборудования и числа соединительных линий, реальным потокам, циркулирующим на телекоммуникационных сетях (ТС) в настоящее время. В отличии от большинства исследований основанных на поступающем потоке вызовов, в данном исследовании рассматривается обслуженный поток вызовов.

Анализируя потоки вызовов, циркулирующие на современной ТС, следует отметить, что происходит постоянное изменение величины нагрузки, обусловленное множеством факторов. Одним из факторов является перераспределение количества вызовов между фиксированными и мобильными сетями (Рис. 1). Другим фактором является рост популярности услуг, для предоставления которых необходим доступ в Интернет, что происходит одновременно с увеличением числа пользователей Интернет. Оба эти процесса оказывают существенное влияние на характер потока вызовов на ТС.

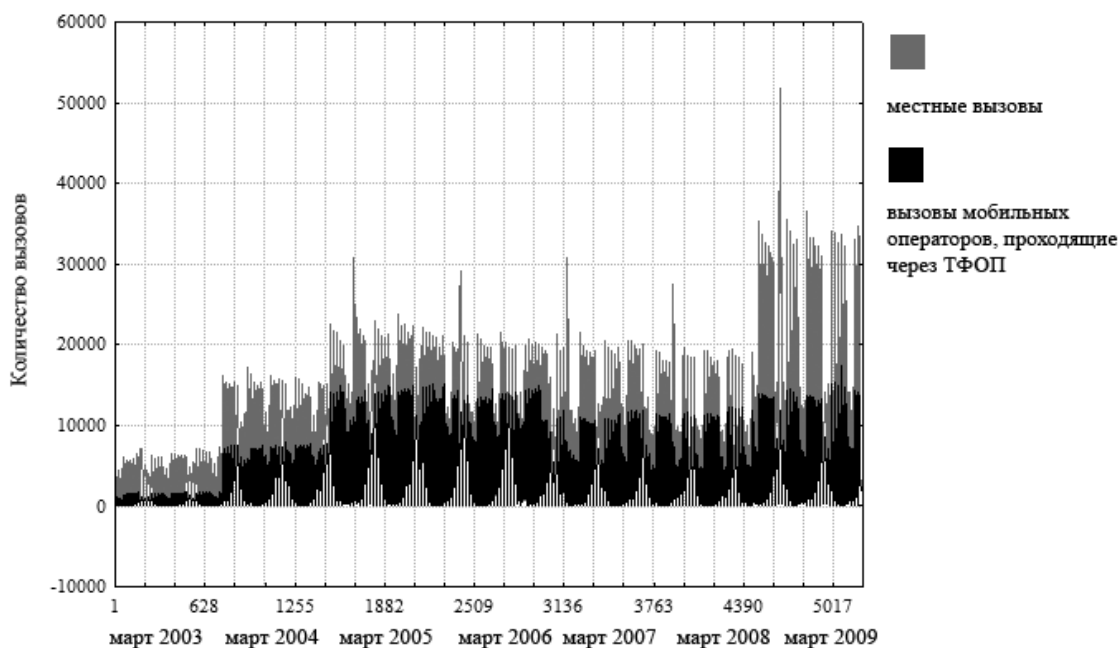


Рисунок 1 – Перераспределения количества вызовов между фиксированными и мобильными сетями.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА НОРМИРОВАННОГО РАЗМАХА

Для выявления того, каким образом указанные и другие факторы влияют на характер потока в сетях, проанализируем полученные результаты измерений. Для выделения статистически достоверной выборки необходимо определить промежуток времени, за который рассмотрены исходные данные.

АПУС фиксирует входящие вызовы в момент их поступления, т.е. непрерывно. На основании этого полученные результаты измерений можно рассматривать как временной ряд. В исследованиях проводимых ранее [1,2] делалось предположение, что входящий поток вызовов обладает суточной, недельной, месячной и сезонной периодичностью в данных. Для выявления подобной периодичности для обслуженного потока вызовов к результатам непрерывных измерений был применен спектральный анализ Фурье. Периоды времени, полученные в результате анализа, можно использовать в качестве промежутков времени при создании выборки из исходных данных.

Таблица 1 – Спектральный анализ: вызовы операторов мобильной связи проходящие через ТФОП. Число наблюдений – 32768 (часовое усреднение).

Количество	Частота	Период	Косинус коэффициент	Синус коэффициент	Периодограмма	Период (время)
1365	0,041656	24,01	-4080,86	250,804	2,738804E+11	сутки
1366	0,041687	23,99	2710,69	1744,396	1,702426E+11	сутки
2731	0,083344	12,00	481,98	577,968	9,279110E+09	12 часов
195	0,005951	168,04	532,93	490,418	8,593794E+09	неделя
1364	0,041626	24,02	115,77	-713,027	8,549337E+09	сутки
4096	0,125000	8,00	-670,47	-215,597	8,126605E+09	8 часов
2730	0,083313	12,00	-591,02	-151,288	6,098008E+09	12 часов
2	0,000061	16384,00	460,32	325,127	5,203532E+09	2 года
1368	0,041748	23,95	298,86	-406,529	4,171041E+09	сутки
1363	0,041595	24,04	79,98	-490,875	4,052662E+09	сутки
390	0,011902	84,02	-189,56	-450,907	3,919847E+09	3.5 суток
4	0,000122	8192,00	370,86	-279,622	3,534390E+09	год
5461	0,166656	6,00	-269,71	-371,364	3,451367E+09	сутки
1367	0,041718	23,97	413,20	-101,123	2,964871E+09	сутки
1370	0,041809	23,92	262,57	-321,617	2,824314E+09	сутки
975	0,029755	33,61	49,19	-379,897	2,404203E+09	33 часа

Одним из полученных параметров является количество вызовов, обслуженных за определенные промежутки времени. Для данного параметра проверялась степень согласия его распределения с различными законами распределения случайных величин. Рассматривались потоки, создающие такие виды нагрузки как: местная, междугородная, международная, вызовы в пределах СНГ, а также вызовы мобильных операторов, проходящих через ТФОП. Для данных видов потоков при помощи критерия χ^2 Пирсона проверена степень согласия распределения вероятности того, что данная величина распределена по нормальному, экспоненциальному, логнормальному, показательному законам, а также распределению Пуассона, Парето, Релея, Вейбулла. Гипотеза о наличии согласия ни с одним из этих законов не подтвердилась, однако, для некоторых видов услуг, таких как: dialup доступ, услуги «800» и «900» было установлено, что число вызовов распределено по логнормальному закону.

Дальнейшие исследования направлены на определение природы ряда по тем видам потоков, для которых не удалось установить закон распределения. Для определения персистентности или антиперсистентности рассматриваемых рядов рассчитан показатель Херста, по алгоритму, приведенному Петерсом [3]:

Расчет среднего значения исследуемой величины определяем как:

$$\bar{X} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N X_t,$$

где: N – число измерений;

X_t – значения временного ряда.

Накопившееся отклонение ряда измерений X_t от среднего \bar{X} :

$$X_{t,N} = \sum_{u=1}^t (X_u - \bar{X}),$$

где: $X_{t,N}$ – накопленные отклонения ряда за N периодов;

\bar{X} – среднее значение ряда;

Разность максимального и минимального накопившегося отклонения:

$$R(N) = \max_{1 \leq t \leq N} (X_{t,N}) - \min_{1 \leq t \leq N} (X_{t,N}),$$

где: R – размах отклонения;

Среднеквадратическое отклонение:

$$S = \left(\frac{1}{N} \sum_{t=1}^N (X_t - \bar{X})^2 \right)^{1/2}.$$

Показатель Херста рассчитывается по формуле:

$$H = \log(R / S) / \log(N / 2).$$

При рассмотрении местных вызовов за месячный промежуток ($N \approx 740$ часов) с 2003 по 2009 годы показатель Херста для количества вызовов колебался в диапазоне $0,63 \dots 0,69$, что не дает возможности судить о том, что ряд является персистентным. Рассмотрение этого параметра за годовой промежуток ($N = 8760$) показало, что критерий Херста принимает значения $0,83 \dots 0,87$. Полученные значения критерия говорят о том, что рассматриваемые ряды являются персистентными и содержат память, что позволяет выдвинуть предположение о наличии последствия в исследуемых потоках вызовов. Исходя из этого появляется возможность разработать метод прогнозирования потоков вызовов на ТС с достаточно высокой точностью

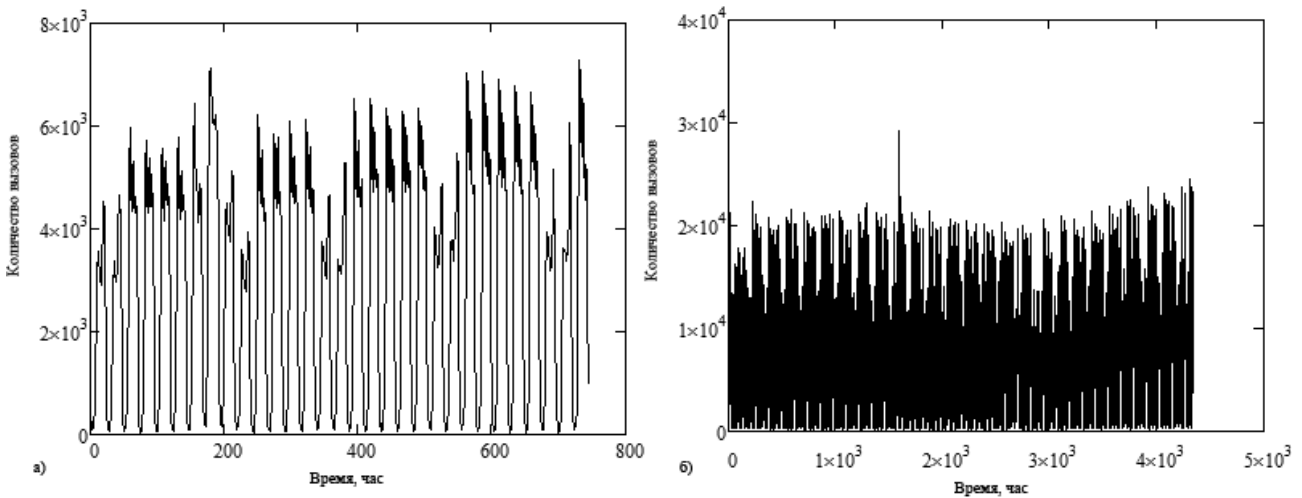


Рисунок 2 – Пример исходного временного ряда для местных вызовов при анализе показателя Херста: а) месячный промежуток с часовым усреднением; б) промежуток за год с часовым усреднением.

Аналогичные исследования были проведены для междугородных и вызовов в пределах СНГ. Для междугородных вызовов при рассмотрении промежутков за месяц критерий Херста составил $0,62 \dots 0,67$, за год $0,78 \dots 0,82$; для вызовов в пределах СНГ за месяц $0,59 \dots 0,73$, за год $0,79 \dots 0,87$, что позволяет сделать выводы аналогичные предыдущим.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Решение задачи, поставленной в работе, позволило:

- выявить наличие постоянной составляющей в анализируемых потоках вызовов на ТС;*
- доказать, что рассмотренные ряды являются персистентными и содержат память;*
- выдвинуть предположение о наличии последствия в исследуемых потоках вызовов;*
- обосновать возможность разработки метода прогнозирования потоков вызовов на ТС с достаточно высокой точностью.*

Исходя из этого, направление дальнейших исследований предполагает:

- анализ автокорреляционной функции рассмотренных временных рядов;*
- подтверждение наличия периодической составляющей другими методами;*
- уточнение длительности промежутков повторения;*
- разработку метода прогнозирования потоков вызовов, создающих нагрузку на ТС.*

Литература

1. Корнышев Ю.Н. Оптимизация проектных решений для сельских телефонных сетей // М.: Радио и связь, 1983. – 136с., ил.
2. Лившиц Б. С., Пшеничников А. П., Харкевич А. Д. Теория телетрафика // Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Связь, 1979, 224 с., ил.
3. Петерс Э. Хаос и порядок на рынках капитала. Новый аналитический взгляд на циклы, цены и изменчивость рынка // Пер. с англ. - М.: Мир. 2000. - 333 с. ил.
4. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков: Применение теории Хаоса в инвестициях и экономике // М.: Интернет-Трейдинг, 2004 - 304с.
5. Найман Э. Расчет показателя Херста с целью выявления трендовости (персистентности) финансовых рынков и макроэкономических индикаторов // Экономист, 2009, № 10 - С.18-28.
6. В. Бутаков, А. Граковский Оценка уровня стохастичности временных рядов произвольного происхождения при помощи показателя Хёрста // Computer Modelling and New Technologies, 2005, Vol.9, No.2, 27-32.
7. А. А. Гачков Рандомизированный алгоритм R/S-анализа финансовых рядов // Стохастическая оптимизация в информатике, Вып. 5/Под ред. О. Н. Граничина - СПб.:Издательство С.-Петербургского университета, 2009. - 240с.
8. Peng CK, Havlin S, Stanley HE, Goldberger AL: Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series // Chaos 1995, 5:82-87.
9. Collins JJ, De Luca CJ: Open-loop and closed-loop control of posture: a random-walk analysis of center-of-pressure trajectories // Exp Brain Res 1993, 95:308-318.